

Análisis comparativo de los patrones de actividad del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en dos zonas de la Costa Atlántica de Guatemala

Oscar Hugo Machuca Coronado

Biólogo

Guatemala, mayo de 2015

JUNTA DIRECTIVA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	Decano
Licda. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza, M.A.	Secretaria
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	Vocal I
Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares	Vocal II
Br. Michael Javier Mó Leal	Vocal IV
Br. Blanqui Eunice Flores de León	Vocal V

DEDICATORIA

A la vida, por la oportunidad de crecer y trascender.

A la vida, por la alegría de las risas, los abrazos y los apapachos.

A la vida, por darme la oportunidad de conocer a las personas que me quieren y que se dejan querer, a las personas que me acompañaran por toda la eternidad.

A la vida, por darme la libertad de conocerla y transitarla. Por las aventuras, los paisajes, los colores y las emociones.

A la vida, por dejarme saber que estoy acá, que estoy vivo, que soy parte de una lucha continua de avances y retrocesos.

A la vida, por presentarse todos los días con las mismas ganas y los mismos anhelos. Por dejarse acompañar y dejarse conocer...

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos eternos a mis padres por la vida que me dieron, por su cariño y esfuerzo; por permitirme escoger los caminos que he transitado en esta vida.

A mi familia, por sus enseñanzas y momentos inolvidables.

A mi tío Dency y a mi abuelo Oscar (Don Coquita), por permitirme conocer su amor a la naturaleza, a los animales y a la personas. Fueron los ejes principales de mi formación como biólogo y como persona.

A Mónica y Jimena por darme la mano todos los días y acompañarme siempre...

A mis amigos, por las aventuras vividas, las experiencias aprendidas y los esfuerzos compartidos.

A Ester Quintana-Rizzo por su compañía, amistad y apoyo brindado en todo el proceso. Por sus enseñanzas y por contagiarme su amor por los manatíes.

A Rosalito Barrios por su asesoría y amistad.

A Heidy García, Arnoldo Caal, Tulio Milla, Mario Rax, Grecia Mendez, Luis Barrientos y Hans Droegue por su colaboración durante los muestreos realizados; por las risas compartidas y la grata compañía.

A Defensores de la Naturales y al Consejo Nacional de Áreas Protegidas por el apoyo institucional, logístico y administrativo.

Al Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza –FONACON- por el financiamiento otorgado.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala por permitirme conocer personas que ayudaron a trazar mi vida y por darme las herramientas para alcanzar mi formación personal.

I. INDICE

Contenido	Pags.
1. Resumen	2
2. Introducción	3
3. Antecedentes	5
3.1 Información sobre el manatí antillano (<i>Trichechus manatus manatus</i>)	5
3.2 Estudios sobre manatíes en Guatemala	11
3.3 Estudios de comportamiento de manatíes ejecutados en otros países	13
3.4 Características de las áreas de estudio	15
4. Justificación	25
5. Objetivos	27
5.1 Objetivo general	27
5.2 Objetivos específicos	27
6. Hipótesis	28
7. Materiales y métodos	29
7.1 Universo de trabajo	29
7.2 Medios	29
7.3 Métodos de campo	30
8. Resultados	37
9. Discusión de resultados	53
10. Conclusiones	63
11. Recomendaciones	65
12. Referencias	66
13. Anexos	75

1. Resumen

Diferentes estudios sobre el estado poblacional del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) se han realizado en Guatemala desde hace aproximadamente 40 años (Janson 1977). Sin embargo, ninguno de estos esfuerzos se ha enfocado en conocer los efectos provocados por el ser humano en los patrones conductuales de la especie, y como estos efectos inciden en su supervivencia.

Desde el año 2010, el presente estudio estableció una serie de análisis comparativos para identificar el comportamiento de los manatíes en las dos zonas más importantes para la especie en Guatemala, el Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic (RVSBP) y la Bahía La Graciosa en el Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique (RVSPM). A través de la implementación de sobrevuelos y recorridos acuáticos se concretaron 27 seguimientos focales, dentro de los cuales se registraron 688 patrones de actividad. Además se registró el efecto de las embarcaciones y la actividad pesquera en la conducta de los manatíes dentro de cada sitio de estudio.

La frecuencia y duración de los patrones de actividad observados, tuvieron una tendencia similar en los dos sitios de estudio. No se evidenciaron diferencias significativas ($X^2=5.31$; $p=0.26$), por lo que se deduce que las condiciones existentes en cada sitio no interfieren de forma directa en el comportamiento de los manatíes presentes. La actividad de “exploración” fue la mayormente observada (35.47%, $n = 244$). Este tipo de actividad se relaciona directamente con la búsqueda de alimento y lugares seguros. Alta actividad de “exploración” puede ser un indicador sobre la dificultad de la especie de conseguir sus requerimientos básicos, principalmente lo concerniente con la alimentación. Por lo que se deduce que los recursos que son requeridos por la especie, se encuentran dispersos en pequeños parches y/o áreas y no de una forma homogénea por todos los hábitats disponibles en los dos sitios de estudio. La actividad denominada “socialización” solamente fue evidente en la Bahía La Graciosa durante períodos de tiempo bastante cortos.

Además se estableció que la actividad humana ejerce un efecto negativo en el comportamiento de la especie, ya que en los dos sitios de estudio se evidenciaron reacciones negativas de los manatíes ante la presencia de embarcaciones y actividad pesquera. El efecto adverso disminuyó cuando las

embarcaciones estaban distanciadas entre 100 y 300 metros del animal. Mientras que para la actividad pesquera las condiciones dejaron de ser desfavorables si el animal se encontraba más allá de los 100 metros de distancia del punto de actividad.

Estrategias y planes de manejo y conservación (reglamento de tránsito de embarcaciones, regulación de las actividades agroindustriales y mineras, entre otras) son necesarias para disminuir estos efectos negativos y para asegurar la supervivencia de la especie en el país.

2. Introducción

En Guatemala, diversos estudios se han realizado sobre el manatí desde hace 40 años (Janson 1977, Quintana-Rizzo 1993, 2005; Quintana-Rizzo y Machuca 2008). Sin embargo, se tiene muy poca información relacionada con los efectos del entorno y la actividad humana en los patrones conductuales de los manatíes, y como esta relación afecta la supervivencia y conservación de la especie. A través del estudio del comportamiento de los manatíes se incrementa el conocimiento sobre su biología, la preferencia sobre el uso de hábitat, el funcionamiento y estructura de las poblaciones, y las relaciones y variaciones con su medio; aspectos que deben ser tomados en cuenta dentro de las estrategias específicas de manejo y conservación en los lugares donde se distribuye la especie.

Existe un efecto directo de la actividad humana en el comportamiento, supervivencia y distribución de los manatíes. Se ha determinado que el comportamiento de los manatíes varió de un lugar a otro a partir del incremento de la actividad humana. Los registros sobre las actividades de alimentación evidenciaron que en algunas regiones los animales preferían alimentarse de noche para evitar los procesos de cacería humana (Colmenero y Hoz 1986). De igual forma, se han registrado diferentes conductas de los manatíes ante la presencia de embarcaciones, reaccionando de diversas formas a partir de las características y condiciones propias de cada situación (Whittaker & King 1998, Nowacek et al. 2004, Miksis-olds et al. 2007). En Guatemala todo indica que la actividad humana ejerce efectos directos en la supervivencia de la especie. Por ejemplo, a pesar de que los manatíes están protegidos desde 1959 y de que el país cuenta con una estrategia nacional para su conservación (Herrera

et al. 2004), existen reportes de manatíes muertos por causas aparentemente antropogénicas en los últimos años, sugiriendo que la ley y las medidas de conservación no están siendo efectivas. De tal cuenta, es evidente que las estrategias de conservación y manejo de la especie deben considerar estas dinámicas y relaciones, para lograr que realmente sean funcionales.

El presente estudio realizó un análisis comparativo sobre el comportamiento de la especie en las dos áreas más importantes para la misma en el país, con la premisa de que los factores ecológicos y antropogénicos de cada sitio influyen directamente en los patrones de actividad de los manatíes. Esta información pretende ser la base para la creación de propuestas y acciones de conservación y manejo específicas para la especie en estas zonas importantes de la Costa Atlántica de Guatemala.

3. Antecedentes

3.1 Información sobre el manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*)

3.1.1 Generalidades de la especie

El manatí del Caribe (*Trichechus manatus*) pertenece al orden Sirenia y a la familia Trichechidae. Otros miembros de la familia son el manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) y el manatí africano (*Trichechus senegalensis*). Se distinguen dos subespecies del manatí caribeño, separadas geográficamente y diferenciados por características craneométricas: el manatí de la Florida (*Trichechus manatus latirostris*) distribuido en la Florida y la parte norte del Golfo de México, y el manatí antillano (*T. m. manatus*) presente en el Caribe y desde las costas del sur de Texas, la costa caribeña de México y a lo largo de la costa de Centro y Sur América (Reynolds & Powell 2002). Actualmente se ha descrito que el mtADN del manatí del Caribe constituye 15 haplotipos distintos (a partir de una muestra de 86 individuos de México, Colombia, Venezuela, Guyana y Brasil), identificando tres linajes: (1) los manatíes de Florida y las Indias Occidentales; (2) los manatíes presentes en ríos, costas y el Golfo de México; y (3) los manatíes presentes en la costa Atlántica de Sudamérica (García-Rodríguez et al. 1998).

El manatí antillano es un mamífero acuático de cuerpo grande y fusiforme, con considerables reservas de grasa. Su gruesa piel prácticamente no presenta pelos, excepto por unos cuantos bigotes y vibrisas que le cubren el hocico y finos pelos dispersos por todo el cuerpo. Un individuo adulto puede llegar a pesar hasta 3,500 lb (1,500 Kg) y medir 3.9 m, aunque la longitud promedio es de 3 m y el peso promedio se encuentra entre 790 y 1,190 lb (360 – 540 Kg). Las hembras tienden a ser más grandes que los machos, aunque el tamaño del cuerpo no puede utilizarse para determinar ni el sexo ni la edad de un individuo (Reynolds & Powell 2002). Las crías al nacer miden aproximadamente de 80 a 130 cm y pesan entre 60 a 90 lb (27 – 40 Kg) (Husar 1978).

El manatí antillano posee seis vértebras cervicales (a diferencia de los demás mamíferos que presentan siete), y carece de extremidades posteriores reemplazadas por una aleta caudal aplanada horizontalmente con bordes redondeados. Los miembros posteriores consisten en un par de aletas pectorales con tres o cuatro uñas en su extremo distal (Reynolds & Odell 1991). Su cabeza es relativamente pequeña, comparada con el resto del

cuerpo, presenta dos ojos pequeños desarrollados (a pesar de su tamaño) localizados en la parte lateral del rostro (Brook & Sartucci 1989). Ningún representante del orden Sirenia cuenta con cuerdas vocales, aunque emiten sonidos como resultado de la vibración de los cartílagos laríngeos. Además, el manatí carece de pabellón auricular encontrándose un pequeño agujero detrás de los ojos, que comunica directamente al oído medio (Ronald et al. 1978).

Se sabe que los manatíes están adaptados a oír sonidos de frecuencias más bajas que los seres humanos (menores a 20 Hertz), lo cual podría ser de importancia para el proceso de reproducción durante el período de celo (Reynolds & Odell 1991). El color de la piel de los adultos varía de gris a café, mientras que las crías tienden a ser oscuras al nacer, alcanzando un tono más claro después de uno o dos meses (Brook & Sartucci 1989).

3.1.2 Distribución regional y nacional

La distribución del manatí antillano (*T. m. manatus*) comprende desde las costas del sur de Texas, extendiendo su rango por el Caribe Mexicano y las costas de América Central hasta Brasil, reportándose en Puerto Rico, Jamaica, República Dominicana, Haití, Cuba, Bahamas, Belice, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Trinidad, Guyana, Suriname y Guyana Francesa (Reynolds & Odell 1991, Lefebvre et al. 2001, Reeves et al. 2002; Figura No. 1). En Guatemala, la especie ha sido reportada en muchas zonas de la Costa Atlántica; sin embargo, el mayor número de avistamientos utilizando sondeos aéreos han ocurrido en el Lago de Izabal y la Bahía la Graciosa (Quintana-Rizzo 1993, 2005a, 2005b; Quintana-Rizzo y Machuca 2008). De estos dos lugares, el grupo más grande de manatíes ha sido registrado en el Lago de Izabal. Además, la zona suroeste del Lago, comprendida por Cayo Padre, Río Oscuro y Punta Chapín, se identificó en 1992 como un lugar importante para las crías de manatíes, por ser un cuerpo de agua dulce con numerosos canales y lagunas, con una profundidad promedio de 2 m y presencia de plantas acuáticas como *Hydrilla verticillata*, *Pistia stratiotes*, y *Nymphaea ampla* (Quintana-Rizzo 1993). Los avistamientos continuos de manatíes, así como de grandes grupos de manatíes en estas áreas en los últimos años (Quintana-Rizzo 2005b, Romero-Oliva 2006b, Quintana-Rizzo y Machuca 2008) demuestran que siguen siendo importantes

para la especie. Los manatíes también utilizan otras secciones de aguas poco profundas dentro del Lago de Izabal en las cercanías del Casco Urbano de El Estor, Murciélagos y Punta Brava (Quintana-Rizzo y Machuca 2008).

En la Bahía la Graciosa se han reportado grupos de 2-3 manatíes incluyendo crías durante varios sondeos aéreos conducidos en diferentes años (Quintana-Rizzo 1993, 2005a, 2005b; Romero-Oliva 2006a). La Bahía está formada por un sistema de lagunas, ríos y ciénagas, con presencia de especies vegetales como *Thalassia testudium* (Arrivillaga & Baltz 1999) que esta reportada como parte de la dieta del manatí (Best 1981, Bengtson 1983). El ecosistema estuarino de la Bahía de la Graciosa es considerado el más importante para el país debido a su tamaño, estatus de conservación y valor ecológico (Yañez-Arancibia et al. 1999).

Los manatíes han sido observados en menor frecuencia en El Golfete, en una sección estrecha del Río Dulce. Aparentemente la especie utiliza esta zona como corredor entre el Lago de Izabal y la costa. Aunque El Golfete es un hábitat adecuado para la especie, esta zona se caracteriza por el tránsito alto de transporte acuático con motor debido principalmente a procesos turísticos. Sondeos aéreos han registrado grupos mayores a seis individuos para esta zona (Quintana-Rizzo 2005b).



Fig. No. 1. Distribución del manatí de las Indias Occidentales (*Trichechus manatus*). Fuente: UNEP 2010.

3.1.3 Hábitat y ecología

La distribución del manatí no es estática y su dinámica está influenciada por el comportamiento y factores ecológicos. La especie está restringida a vivir en zonas tropicales y subtropicales ubicadas entre latitudes cuya temperatura promedio es 24°C, ya que su baja tasa metabólica y alta conductividad térmica, limita su capacidad de sobrevivir en temperaturas por debajo de los 20°C (Hartman 1979). Además, si bien el manatí habita ecosistemas dulceacuícolas, estuarinos y marinos y puede moverse libremente entre estos, su límite de distribución se restringe a las costas por su necesidad de ingerir agua dulce. En aguas profundas su preferencia va hasta los 5 m y en aguas poco profundas su límite es de 1.5 m. La turbidez del agua tiene un pequeño o nulo efecto sobre los manatíes, observándose tanto en aguas claras como turbias (Hartman 1979, Brook & Sartucci 1989).

Los ambientes dulceacuícolas en los que habita comprenden ríos, ciénagas y zonas inundables que propician el desarrollo de una amplia variedad de macrófitas acuáticas y semiacuáticas. Dentro del ambiente estuarino y marino, el manglar es la principal asociación vegetal que brinda alimento y protección a la especie (Reynolds & Odell 1991).

Los manatíes son esencialmente herbívoros, alimentándose de una gran variedad de plantas acuáticas sumergidas, flotantes y emergentes (*Ceratophyllum*, *Eichornia*, *Echinochloa*, *Hydrilla*, *Najas*, *Nymphaea*, *Panicum*, *Paspallum*, *Phragmites*, *Pistia*, *Pontederia*, *Potamogeton*, *Thalassia*, *Vallisneria* entre otras). Los adultos se alimentan usualmente en sesiones de 1 a 2 horas, consumiendo aproximadamente entre el 8 y 15% de su peso corporal diariamente (Brook & Sartucci 1989).

3.1.4 Comportamiento y estructura social

Los manatíes son observados frecuentemente como individuos solitarios o como miembros de grupos pequeños. La sociedad de los manatíes ha sido descrita como “efímera”, sin tener una unidad social central, moviéndose dentro y fuera de los grupos. Sin embargo, hay evidencias que los manatíes dedican más tiempo con algunos individuos que con otros en áreas determinadas (Reynolds & Wells 2003).

El lazo social más grande es entre la madre y su cría. Aun cuando la cría depende nutricionalmente de la madre por algunos meses, la relación madre-cría puede llegar a durar más de un año. Es durante este tiempo que la madre “enseña” a su cría importantes aspectos sobre el uso del hábitat, como las zonas con fuentes de agua dulce y puntos con abundante alimento (Reynolds & Wells 2003).

Otros aspectos sociales de los manatíes incluyen sus relaciones reproductivas. Cuando una hembra se encuentra en etapa de estro, se pueden formar grupos sexuales de una hembra y hasta 17 machos que pueden ser locales y/o de otras zonas (Hartman 1971). Este grupo reproductivo se caracteriza por una actividad física alta en la que los machos tratan de montar a la hembra, y está trata de evitar cada uno de los intentos. Este tipo de actividad se realiza en aguas poco profundas durante algunas semanas (Reynolds & Wells 2003). De igual forma se han observado machos acompañando a hembras (algunas veces con su cría) durante cierto tiempo, probablemente durante el periodo previo a iniciar el proceso de estro de la hembra. Este tipo de acompañamiento no es considerado una unidad familiar (Powell 2002).

El manatí de Florida (*T. m. latirostris*) durante las épocas frías se agrupa en manantiales naturales de aguas cálidas como en Crystal River o Blue Spring al norte de Florida. Algunos de estos grupos pueden contener hasta 500 individuos; sin embargo, los científicos no consideran a estos grupos como una estructura social. Más bien son considerados como “agregaciones” que resultan de la respuesta de los animales hacia estímulos ambientales (Reynolds & Wells 2003).

Los manatíes se comunican aparentemente llamándose a través de señales acústicas que se conocen como chillidos y las cuales tienen un rango de frecuencia entre 3-5 kHz. Otras formas de comunicación incluyen roses y “besos”. Además, se han observado a adultos y crías jugando (Husar 1978). Las crías juegan entre los adultos y refuerzan su vínculo materno pegando su boca en forma de beso con su madre (Hartman 1971).

El manatí no parece seguir un ritmo de actividades diarias (Hartman 1979), aunque algunos autores reportan que la especie es más activa en la noche y en la madrugada cuando se alimenta (Bertram & Bertram 1964, Reynolds &

Odell 1991). La conducta diaria del manatí, incluye 6 a 8 horas alimentándose, mientras que el descanso se da en períodos de dos a doce horas, en sesiones que van de dos a cuatro horas (Colmenero y Hoz 1986).

De igual forma, durante el día normalmente nadan entre 2 y 3 km/h impulsados por los movimientos verticales de su cola, aunque pueden desarrollar velocidades hasta de 25 km/h. A pesar de su gran talla, los manatíes son muy tímidos y pueden dispersarse con facilidad o nadar rápidamente en situación de peligro (Reynolds & Odell 1991). Ocasionalmente se les ve compartiendo su nicho con nutrias (*Lutra longicaudis*) y algunas tortugas de ríos (Hartman 1979).

3.1.5 Efectos de la actividad humana sobre el manatí

Diversos estudios detallan el efecto de la actividad humana en el comportamiento y distribución de los manatíes. Los resultados registrados en Tabasco, México evidenciaron respuestas de evasión, susto, alejamiento y huida de una población aislada de manatíes ante la actividad humana (Rodríguez 2006). Colmenero y Hoz (1986) constataron en México que la presencia de presas y la construcción de industrias y su efecto contaminante, produce que los manatíes deban restringirse a pequeñas áreas donde el hábitat permanece intacto o poco deteriorado, aun cuando el área potencialmente habitable pudiera ser mucho mayor. De igual forma, estos autores reportan que el desplazamiento de los manatíes se ha visto cada vez más restringido por la influencia del hombre, y que dicha actividad puede variar de una región a otra, de acuerdo a como sea la interacción con el hombre. Por ejemplo, en lugares donde hay una menor o nula protección de la especie y como consecuencia altos índices de cacería, se ha evidenciado que los animales han tenido que modificar sus hábitos alimenticios realizando esta actividad por la tarde o por la noche, a diferencia de lugares menos presionados donde dicha actividad es arrítmica. Estos resultados coinciden con información generada para Honduras, donde los pescadores y residentes indicaron que los manatíes son activos solo durante la noche por las fuertes presiones ocasionadas por la cacería ilegal (Rathbun et al. 1983).

3.1.6 Estatus de la especie

El manatí antillano está considerado como una especie vulnerable con alto riesgo de extinción a mediano plazo por la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza -UICN- (Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza [UICN] 1999, Self-Sullivan & Mignucci-Giannoni 2006). En Guatemala está incluido en el apéndice I de la Convención Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres -CITES-, y en la categoría 2 (especie en grave peligro) de la Lista de Especies Amenazadas (LEA) del Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP- (Herrera et al. 2004).

3.1.7 Amenazas de la especie en Guatemala

En Guatemala, el manatí es cazado ilegalmente a pesar de estar protegido desde 1959 por un acuerdo presidencial. Además, la destrucción del hábitat marino, escasez de control en el sistema de descargas de aguas residuales ordinarias y especiales, falta de señalización acuática que protejan los pastos marinos, y poca regulación en el uso de redes de trasmallo son unas de las amenazas a que los manatíes están expuestos (Quintana-Rizzo 1993, Del Valle 2001).

A pesar de los diversos problemas, Guatemala fue el primer país de Latinoamérica en crear una reserva para la protección del manatí. Esta reserva es administrada por la Universidad de San Carlos de Guatemala y se conoce con el nombre de Biotopo para la Conservación del Manatí Chocón-Machacas. Otras áreas que cubren el rango de distribución de la especie dentro del país han sido designadas como protegidas e incluyen las bocas del Río Polochic, el área de Punta de Manabique y el Río Sarstún.

3.2 Estudios sobre el manatí en Guatemala

Los primeros estudios sobre la biología del manatí en Guatemala fueron hechos por Janson (1977), quien identificó los meses de apareamiento y algunas áreas de alimentación para la especie. Janson (1977) reportó que las áreas adecuadas para el manatí en Guatemala comprenden desde la costa noreste del Lago de Izabal hasta el este de Punta Muerto. Además, reportó que las áreas favoritas de alimentación para la especie se encuentran en el Lago de Izabal. En 1990 se condujo el primer sobrevuelo para examinar por primera vez

la distribución del manatí en Guatemala (Ackerman et al. 1991). Durante dicho sondeo aéreo se observaron un total de 9 manatíes.

En 1992, se establecieron una serie de sondeos aéreos a lo largo de la costa Atlántica y se estimó que la población del manatí en el país era de aproximadamente 53 (\pm 44) individuos con un intervalo de confianza del 95%. La abundancia relativa de los manatíes se estimó en 0.40 manatíes/km², lo cual era similar a la abundancia relativa reportada para otros lugares como Puerto Rico y la costa oeste de los Estados Unidos. Los resultados de los sondeos aéreos mostraron que los manatíes se encontraban a lo largo de la costa Atlántica del país pero el mayor porcentaje de avistamientos se realizó en dos regiones: el Lago de Izabal y la Bahía de Amatique. Este antecedente sirvió de base y apoyo para la creación del área protegida Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic (RVSBP). Esta área fue identificada de importancia para la especie debido a la observación constante de crías (Quintana-Rizzo 1993).

A principios del año 2000 se elaboró un documento sobre las principales amenazas que el manatí enfrenta a lo largo de la costa guatemalteca (Del Valle 2001). En 2004, el CONAP con la colaboración de expertos desarrolló la “Estrategia Nacional para la Conservación del Manatí (*Trichechus manatus manatus*) y su Hábitat en Guatemala” (Herrera et al. 2004). El formato de esta estrategia sigue los lineamientos del programa de ecología de Naciones Unidas que recomienda elaborar una estrategia nacional detallada para cada país del rango de distribución del manatí antillano. A partir de dichas recomendaciones, en abril de 2005 se condujo el primer sondeo aéreo sinóptico extenso después de más de diez años (Quintana-Rizzo 2005a, 2005b). Los resultados de dicha investigación fueron sorprendentes pues demostraron que la distribución de los manatíes varió muy poco a lo largo del tiempo y que las áreas de importancia siguen siendo las mismas que las reportadas a principios de los años noventa (Quintana-Rizzo 1993, 2005a, 2005b). De igual forma, en diciembre del año 2005 se ejecutó un sondeo aéreo en el país con la finalidad de hacer una comparación temporal en cuanto a la distribución y presencia de la especie (Romero-Oliva 2006b). Los resultados de los diferentes sondeos denotan la importancia del RVSBP y la Bahía la Graciosa para el manatí, recomendando su conservación como sitios prioritarios.

En el año 2005 se evaluó el estado del hábitat del manatí para el Golfo de Honduras haciendo una comparación entre aguas marinas y continentales (Romero-Oliva 2006a). Los resultados demuestran pocas diferencias entre los cuerpos de agua analizados, describiendo a las aguas continentales como sitios más diversos y abundantes en cuanto a comunidades vegetales se refiere.

El último estudio referente con la especie se estableció desde el año 2006 hasta el 2008. Se ejecutaron cinco censos aéreos logrando la actualización de la información sobre el estado poblacional de la especie. Los resultados demuestran que los registros sobre las abundancias relativas de la especie no han variado en los últimos años (2005-2008), además de confirmar al RVSBP y la Bahía La Graciosa como las zonas más importantes para la especie en el país. De igual forma, dentro de este proyecto se promovió la valorización de los bienes naturales a través de la implementación de procesos sobre educación ambiental y el fortalecimiento de los vínculos interinstitucionales en la región de Izabal (Quintana-Rizzo y Machuca 2008).

3.3 Estudios de comportamiento de manatíes ejecutados en otros países

Durante el año 2001 se desarrollo un estudio para determinar los patrones de comportamiento del manatí de florida (*T. m. latirostris*) en función de la presencia y actividad humana alrededor del Refugio Nacional de Vida Silvestre Crystal River. Se determino que los manatíes utilizaron menos tiempo descansando en la superficie y en actividades de crianza en presencia de procesos turísticos (buceo y transito de embarcaciones), aumentando las actividades de movilización y desplazamiento. El estudio sustenta la importancia de santuarios destinados a la conservación y manejo de la especie, principalmente aquellos que restringen la interacción humana (King & Heinen 2004).

Otro estudio con el manatí de Florida documentó el comportamiento de la especie ante la presencia de embarcaciones, registrando los movimientos de los animales a través de un sistema de video. Los resultados enmarcan que los animales presentes en lugares poco profundos reaccionan ante la presencia de embarcaciones, aumentando la velocidad de sus movimientos y buscando sitios con aguas más profundas. Los resultados finales del estudio indican que

los manatíes detectan el acercamiento de las embarcaciones, movilizándose hacia lugares más profundos y más seguros (Nowacek et al. 2004).

De igual forma, durante el 2007 se llevo a cabo otro estudio con los manatíes de Florida, evaluando la respuesta de la especie ante la presencia de diferentes embarcaciones. El estudio se desarrolló a través de experimentos acústicos, analizando posibles variaciones en los movimientos de los animales, así como cambios en el comportamiento y en la tasa de respiración. Los resultados demuestran que la presencia de embarcaciones a rápidas velocidades interrumpe actividades de alimentación de los manatíes, haciendo que estos se movilen rápidamente a lugares más seguros. De igual forma, el estudio determino que los manatíes identifican la posición y velocidad de las embarcaciones a fin de ejecutar una respuesta adecuada y favorable energéticamente, la cual le permita evitar colisiones con dichas embarcaciones (Miksis-Olds et al. 2007).

Miksis-Olds (2009) analizó los cambios en las vocalizaciones de los manatíes de Florida en relación a los niveles de ruido presentes en el ambiente. Se determino que el esfuerzo vocal disminuye al aumentar los niveles de ruido ambiental, debido a que disminuyen los rangos de vocalización durante el comportamiento social y alimenticio. Este patrón puede indicar que los manatíes esperan el silencio para reanudar las vocalizaciones, por lo que se sugiere que la comunicación dentro de la especie es afectada durante la presencia de ruido. La tendencia en el registro de las vocalizaciones vario en presencia de crías, seguramente para mantener funciones de proximidad entre los individuos.

En la ciudad de Villahermosa Tabasco en México, Rodríguez (2006) documentó aspectos relacionados con la conducta de una población aislada del manatí antillano (*T. m. manatus*) en la Laguna Las Ilusiones. El estudio se desarrolló a través de observaciones focales a varios manatíes y entrevistas a las personas presentes en los alrededores. Se registró la preferencia de los manatíes ha utilizar zonas específicas dentro de la laguna, principalmente por factores relacionados con la presencia de alimentación y actividad humana. De igual forma, se sugiere que dichos animales no presentan un ritmo de actividad constante, aunque no se realizaron observaciones durante las noches.

3.4 Características de las áreas de estudio

3.4.1 Área de estudio “Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic” (RVSBP)

3.4.1.1 Descripción general

La ubicación del RVSBP se delimita en el municipio de El Estor, dentro del departamento de Izabal. Sus coordenadas geográficas se establecen entre los $15^{\circ}22'05''$ - $15^{\circ}29'55''$ Latitud Norte y $89^{\circ}19'48''$ - $89^{\circ}22'55''$ Longitud Oeste (figura No. 2). Cuenta con un área de 20,760 Ha (14,360 Ha terrestres y 6,400 Ha acuáticas) y un perímetro de 87.51 km. El área fue declarada como protegida el 11 de junio de 1996, a través del decreto 38-96. (Fundación Defensores de la Naturaleza [FDN] 2004).

Las características biofísicas de la zona determinan al área protegida como un humedal de mucha importancia ecológica, albergando un conjunto de bosques y llanuras anegables, arroyos y ríos permanentes y estacionales que filtran el agua que desemboca al Lago de Izabal. Además la zona provee de alimento a más de 250 especies de aves tanto residentes como migratorias y es un sitio de reproducción para otras especies (FDN 2004). Es el mejor hábitat reportado para la conservación del manatí (*T. m. manatus*) y con los mayores reportes de observación de los últimos años (Quintana-Rizzo 1993, 2005a, 2005b; Romero-Oliva 2005b; Quintana-Rizzo y Machuca 2008).

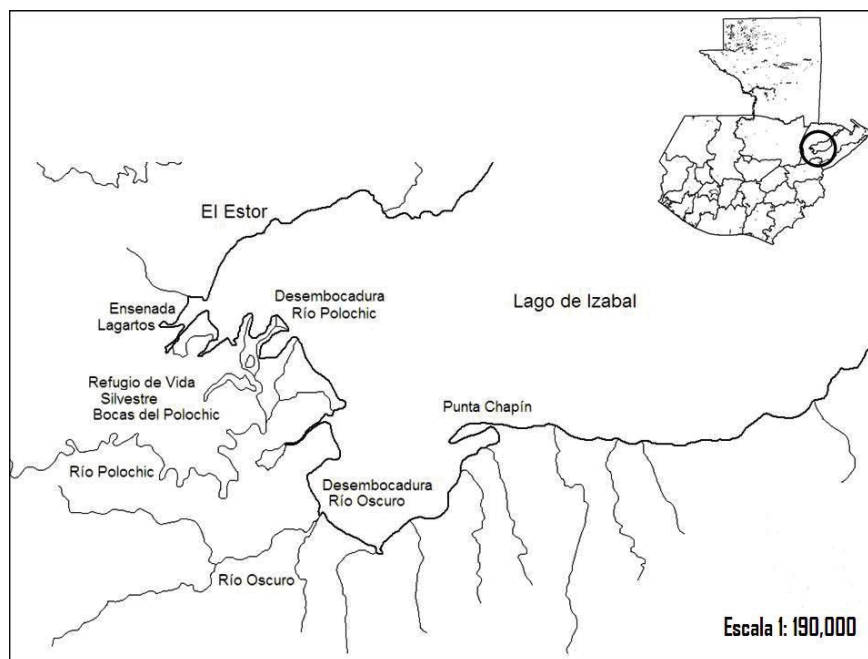


Figura No. 2. Ubicación geográfica del Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic, costa Atlántica de Guatemala.

3.4.1.2 Clima

Bocas del Polochic se encuentra, según Holdridge, en la zona de vida "Bosque Muy Húmedo Sub-Tropical Cálido" (De la Cruz 1982). Las condiciones climáticas están influenciadas por los vientos húmedos que penetran del mar Caribe a través del corredor o cañón formado por la sierra de las Minas y la sierra de Santa Cruz, constituyendo el Lago de Izabal el piso de dicho corredor (0.88 msnm). El clima es cálido y húmedo con una temperatura máxima de 32°C y la mínima de 20°C, con un promedio anual de 25.2°C. El rango de variación de las temperaturas promedio mensual es de 4.4°C.

De acuerdo a datos meteorológicos, la lluvia es orográfica, de moderada a intensa y bien distribuida a lo largo del año. Las lluvias ocurren a medida que las masas de aire cargadas de humedad se desplazan tierra adentro desde el mar Caribe hacia el valle del Polochic. Por otro lado, las masas de aire frío que vienen del norte durante los meses de la estación lluviosa deprimen las temperaturas a sus puntos más bajos, los cuales se registran en diciembre y enero. Dentro del área protegida predomina el viento que sopla del noreste con velocidades entre 20 a 30 km/h (fuerza 4 en la escala de unidades Beaufort) y que localmente se denomina "brisa". Por la noche y temprano en la mañana suelen soplar vientos del sudoeste con velocidades entre 7.5 a 11 km/h (fuerza 2 en la escala de unidades Beaufort), al cual se le llama localmente "viento abajo" (FDN 2004).

3.4.1.3 Hidrología

La hidrología del RVSBP está determinada principalmente por el Río Polochic (área de la sub-cuenca 2,822 km²), ya que el mismo recorre sus últimos 30 km a través del área protegida antes de desembocar en el Lago de Izabal (Dix 1998). Dicho río recibe las aguas del Río Cahabón generando un caudal de hasta 350m³/s, aportando el 70% del agua que ingresa al Lago de Izabal. Dado que el río tiene un cauce más elevado que el nivel del terreno adyacente, los desbordes son inevitables por lo que gran parte de las aguas corren paralelas al río inundando los terrenos del área protegida, los cuales permanecen así gran parte del año, provocándose una escorrentía de tipo deposicional, es decir, meándrica (Dix 1998).

Los ríos que nacen propiamente en la planicie del área protegida son: Río Bocanacha en la zona noreste, que descarga en la ensenada del mismo nombre. Al sureste se encuentra el Riachuelo Zuncal que al unirse con el Río Chinebal (formado casi al pie de la sierra de las Minas), forma el Río Oscuro y como tal, descarga en el lago poco después de recibir al Río Zarquito también nacido en las faldas de la sierra de las Minas. El Río Amatillo es un canal de 3 km de longitud y es el antiguo brazo del Polochic que comunica a éste con el lago (FDN 2004).

3.4.1.4 Calidad del agua dentro del área protegida

El Río Polochic transporta en su caudal sólidos en suspensión, provenientes de la erosión de los suelos de la cuenca, así como fertilizantes y pesticidas que han alterado considerablemente la calidad del agua del Lago de Izabal (Dix et al. 1999). Monitoreos recientes señalan que los niveles altos de amoníaco en la cuenca del RVSBP y el Lago de Izabal, son el resultado de contaminación directa por aguas negras (Dix et al. 1999; Barrientos 2006, 2007).

Pacas (2002) indica que la zona occidental del Lago de Izabal que corresponde al área protegida se encuentra en un estado de eutrofización, debido a los niveles de nutrientes y las densidades de fitoplancton encontrados durante el estudio, siendo este un sistema que puede ser impactado fácilmente, debido a sus características morfométricas. Además, menciona que el humedal tiene gran importancia para el mantenimiento del Lago de Izabal, ya que lo protege de las descargas de nutrientes y sedimentos provenientes de la cuenca del Polochic, funcionando como un filtro biológico.

3.4.1.5 Profundidad y grado de permanencia del agua

La profundidad media del Lago de Izabal es de 11.6 m y la máxima de 16.8 m. Sin embargo, en los límites del área protegida las profundidades se reducen y van de 0 cm a 10 m (Basterrechea 1991). El tiempo de residencia del agua en el Lago de Izabal es de 6.6 meses (Brinson & Nordlie 1975).

3.4.1.6 Fluctuaciones del nivel del agua

Las fluctuaciones del nivel de agua del humedal se dan específicamente por el incremento en el caudal del Río Polochic y sus tributarios durante la época

lluviosa. Se estima que la variación estacional puede ser de 1 a 2 m en época lluviosa, fuera de fenómenos naturales de alto impacto (FDN 2004).

3.4.1.7 Contaminación del agua

El área protegida recibe todos los impactos de las actividades realizadas en las cuencas de los Ríos Polochic y Cahabón (en las cuales viven aproximadamente 850,000 habitantes) y los amortigua debido a su condición de humedal y su capacidad de absorción, fijación y conversión de compuestos y patógenos. La presencia de plantas acuáticas exóticas invasoras, como el jacinto de agua (*Eichornia sp.*) y la *Hydrilla verticillata* puede ser un indicador del grado de contaminación del agua (FDN 2004).

3.4.1.8 Vegetación acuática

Existen por lo menos 24 especies de plantas acuáticas estudiadas en la zona. Algunas de ellas son: ninfa (*Nymphaea ampla*), músico (*Mantrichardia arborescens*), lechuga de agua (*Pontederia rotundifolia*), lechuguilla (*Pistia stratioides*), tul (*Typha domingensis*) y la especie exótica jacinto de agua (*Eichornia sp.*) (Póll 1983). Además desde mayo del año 2002 se reportó oficialmente, por el CONAP, como planta exótica invasiva en el Lago de Izabal y en el Río Dulce, a la especie *Hydrilla verticillata* (Arrivillaga 2002).

3.4.1.9 Fauna

La fauna del humedal de bocas del Polochic es muy abundante. Siendo las aves el grupo mayoritario y el más estudiado con 52 familias, 276 especies reportadas, 80 de estas migratorias. En el grupo de los mamíferos resalta el manatí (*T. m. manatus*), como la especie emblemática del humedal, pues se ha determinado en diversas investigaciones (Quintana-Rizzo 1993, 2005; Romero-Oliva 2006a, 2006b; Quintana-Rizzo y Machuca 2008) que el área protegida constituye la zona más importante para la especie en el país. Se considera que bocas del Polochic es un lugar clave para procesos de reproducción, alimentación y descanso para dicha especie, debido a las condiciones propias de la zona, a la gran presencia de crías y al gran número de avistamientos registrados.

De igual forma se ha reportado la presencia de especies como nutria (*Lutra longicauda*), mono aullador (*Alouatta pigra*), jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), margay (*Leopardus wiedii*), jaguarundi (*Puma yaguaroundi*), tapir o danta (*Tapirus, bairdii*), además de 2 especies cinegéticas codiciadas por su carne como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el tepezcuintle (*Cuniculus paca*) (FDN 2004).

El grupo de los peces es de particular importancia en bocas del Polochic, debido a que es la única región en donde se han encontrado las 53 especies reportadas para Guatemala tanto primarias como periféricas. Sin embargo, se ha documentado la desaparición de por lo menos dos poblaciones, el pez sierra (*Prestis perotetti*) y el tiburón de agua dulce (*Carcharhinus leucas*). Otro elemento importante de este grupo es el endemismo que presenta, existiendo dos especies de peces endémicas para el RVSBP, *Cichlasoma spinossisimum* y *Carlhubssia stuarti*, una especie no descrita, *Xiphophorus sp.*, a la que se ha agregado las iniciales "pmh" (lo cual significa Polochic, Motagua, Honduras) y una especie regional, *Athennella polochicensis* (FDN 2004).

3.4.2 Area de estudio "Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique" (RVSPM)

2.4.2.1 Descripción general

El RVSPM se encuentra ubicado en el municipio de Puerto Barrios, en el departamento de Izabal, entre los paralelos 15°50' Norte y los meridianos 88°28' Oeste (figura No. 3). El área fue declarada como protegida bajo el Decreto del Congreso No. 23-2005, designando al CONAP y a la Fundación para la Conservación del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales "Mario Dary" (FUNDARY) como los encargados de su administración. Como dato relevante, el 28 de enero del año 2000 Punta de Manabique fue reconocida como un humedal de importancia mundial por la Convención RAMSAR, asignándole el número de sitio mundial 1016 (Fundación para la Conservación del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales "Mario Dary" [FUNDARY] et al. 2006).

El RVSPM cuenta con un área total de 151,878 Ha (1,519 km²), siendo 49,289 Ha terrestres y 102,589 Ha zonas marinas incluyendo aguas interiores (FUNDARY et al. 2006). El área está conformada por ecosistemas de gran

diversidad ecológica como manglares y otros humedales, bosques tipo tropical húmedo, pastos marinos, lagunas estuarinas, playas arenosas, desembocaduras de ríos y aguas costeras altamente productivas. Tres ámbitos definen las características costero-marinas del humedal: la Bahía de Amatique, el Golfo de Honduras y los pantanos interiores. El Canal Inglés es una vía acuática de aproximadamente 10 km de longitud, que une a la Bahía la Graciosa con el Golfo de Honduras. Su existencia hace que la península Punta de Manabique estacionalmente se convierta en una isla, separada del continente por medio de una franja acuática angosta (Ponciano et al. 1999). El humedal es un refugio muy importante para la vida silvestre, particularmente para aves como el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix belizensis*) y mamíferos amenazados a nivel nacional como el manatí antillano (*T. m. manatus*) (FUNDARY et al. 2006).

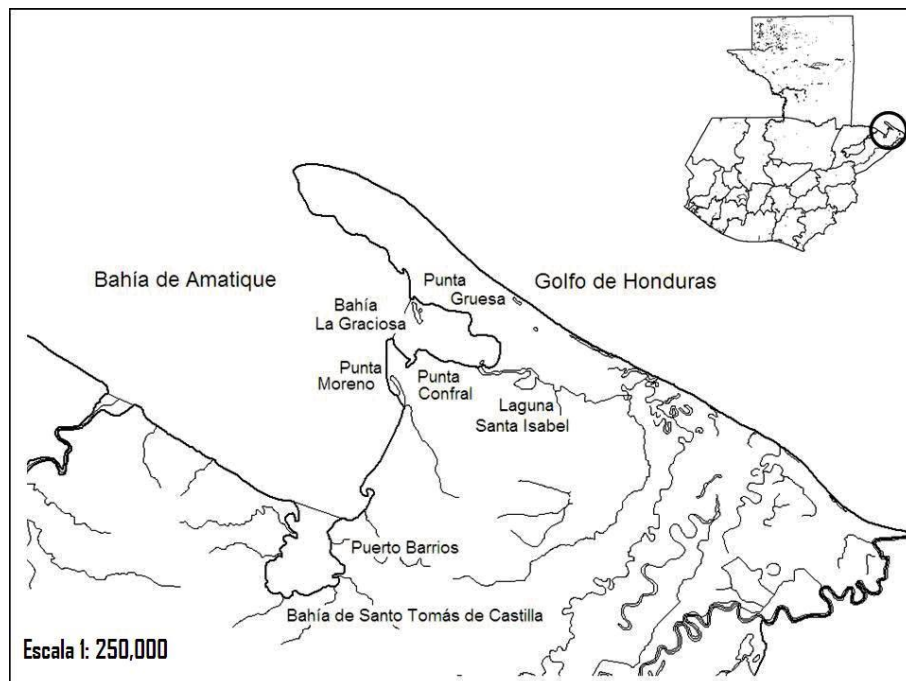


Figura No. 3. Ubicación geográfica de la Bahía La Graciosa, dentro del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, costa Atlántica de Guatemala.

3.4.2.2 Clima

En el RVSPM las condiciones climáticas son variables por la influencia de los vientos que predominantemente entran desde el Noreste (alisios) y están

cargados de humedad proveniente del Golfo de Honduras. Según el modelo de Thornthwaite, el clima corresponde a un régimen megatérmico hiperhúmedo, de tipo ArA'a' (cálido, húmedo, sin estación seca bien definida) (Sánchez 1992, citado en FUNDARY et al. 2006). El gradiente de humedad de Norte a Sur va, respectivamente, de mayor a menor. La lluvia es de moderada a intensa y bien distribuida a lo largo del año, aunque se reconoce como “meses secos” a febrero, marzo y abril (CECON-CDC 1992, citado en FUNDARY et al. 2006). La insolación anual es de 2,345 horas sol/año y la evapotranspiración potencial de aproximadamente 1,600 mm/año (FUNDARY et al. 2006).

3.4.2.3 Hidrología

La hidrología es muy compleja en el RVSPM por las características propias del área y por contener la parte más baja y final del curso del Río Motagua, el cual presenta un caudal medio de 530 m³/seg (el mayor para el área). Aunque está confinado al límite oriental, es grande el efecto de su desembocadura sobre el litoral del Golfo de Honduras (FUNDARY et al. 2006).

Los ríos más importantes del área protegida son, Motagua Viejo, San Francisco y Piteros, que desembocan en el Golfo de Honduras; el Machacas, en el sector Occidental descarga a la Bahía de Amatique. Existen corrientes pequeñas, de uno a cinco km de longitud, tales como el Río Chiquito (afluente del Motagua), Estero Motagüilla, Estero Guineo, San Francisco del Mar (desemboca unido a los Ríos Piteros y San Francisco), Creek Grande (desemboca en el Canal Inglés) y los Ríos Pioquinto y Creek Negro, que recorren la zona pantanosa Occidental al Sur del Machacas (CECON-CDC 1992, citado en FUNDARY et al. 2006).

El Golfo de Honduras es una proyección del Mar Caribe, que recibe varias corrientes continentales importantes. Entre ellas están, desde el Noroeste, los Ríos Sarstún, Dulce y Motagua; corrientes secundarias son Piteros y Motagua Viejo. La conformación geográfica del Golfo y la gran cantidad de agua que le llega desde tierra, provoca un marcado descenso de la salinidad. El flujo de agua dulce de las áreas más lluviosas del Sur de Belice, Guatemala y Honduras eleva el nivel del flujo hacia el Este, conduciendo corrientes superficiales que salen del interior del Golfo de Honduras. En respuesta a los

ocasionales vientos del Sur, aguas oceánicas, profundas, claras y ricas en nutrientes van de la fosa Cayman y entran al Golfo fluyendo al Oeste. La circulación del Golfo de Honduras es dominada por un giro de circulación en contra de las agujas del reloj (Heyman & Kjerfve 1999, citado en FUNDARY et al. 2006). Además, existen cuerpos de agua afectados por lentos flujos y reflujos, dispersos en toda el área y que en el pasado fueron o ensanchamientos fluviales o cauces secundarios de ríos. Entre ellos se encuentran la Laguna Santa Isabel, la parte final del Río San Francisco del Mar y la Laguna Jabalí. Estos cuerpos hídricos son importantes para el mantenimiento de la fauna silvestre regional (CECON-CDC 1992, citado en FUNDARY et al. 2006).

El Canal Inglés es una vía acuática de aproximadamente 10 km de longitud, el cual comunica a la Laguna Santa Isabel con la Barra de Jaloa. El Canal debe su nombre a que durante los años 1900 - 1905 los ingleses abrieron un canal de aproximadamente 20 m de ancho, desde la Laguna Santa Isabel hasta el Río Piteros donde continuaba hasta el mar, esto, con el propósito de extraer madera (Caoba) del bosque. La sección este del Canal se une al cauce natural del Río Creek Grande que desemboca hacia la Laguna de Santa Isabel y esta a su vez se comunica a la Bahía La Graciosa. La sección oeste del Canal se conecta con el Río Piteros el cual al unirse posteriormente con el Río San Francisco desemboca hacia la Barra de Jaloa y posteriormente hacia el mar (FUNDARY et al. 2006).

3.4.2.4 Vegetación acuática

Según los estudios florísticos establecidos en el RVSPM se reconocen cuatro sistemas ecológicos: (1) tierras costeras, (2) tierras permanentemente inundadas, (3) tierras interiores, y (4) marino. El ecosistema marino está dominado por aguas someras, de baja salinidad y temperatura menor a la del Golfo debido al aporte de agua dulce por las corrientes continentales. Sobre el lecho arenoso existen dos o tres formaciones arrecifales. Su flora principal es constituida por diversos pastos marinos y se ha reportado para el área un total de 4 especies, predominando el género *Thalassia* (Arrivillaga 2000, citado en FUNDARY et al. 2006). Los muestreos llevados a cabo muestran también otra vegetación acuática tal como las algas de las cuales se reportan un total de 24

especies pertenecientes a 9 órdenes agrupados en 13 familias (FUNDARY et al. 2006).

Las tierras costeras son zonas secas en el margen terrestre, caracterizadas por formar franjas de vegetación definidas entre la marea más alta y las tierras interiores. La primera franja la forman los pastizales, una comunidad de no más de 50 cm de altura, aunque raras veces hay crecimiento vigoroso hasta 75 cm. En zonas costeras de bahías y ensenadas la faja del pastizal es sustituida por la de manglar, condición más evidente en la costa Oeste del área, que limita con las playas de las bahías de Amatique y La Graciosa (CECON-CDC 1992, citado en FUNDARY et al. 2006).

3.4.2.5 Fauna

El RVSPM cuenta con una diversidad faunística importante. Se destaca la presencia de arrecifes de coral con un total de 40 especies, pertenecientes a 5 ordenes distribuidos en aproximadamente 18 familias. El principal orden es el Escleractina con 28 especies y las principales familias Faviidae (8 especie), Mussidae (5 especies), Agariciidae (4 especies) y Plexauridae (5 especies). Información relacionada a otros invertebrados colectada para el Refugio indica que existen cerca de 8 filos representados en 10 Clases, 19 Órdenes y 22 familias que agrupan a 30 especies diferentes. La cobertura de coral vivo es baja (8.75%), mientras que la cobertura por macroalgas no coralinas es alta (65%). La composición de corales es dominada por especies resistentes a los sedimentos, siendo las especies más frecuentes, *Siderastrea radians*, *S. siderea*, *Madracis decactis*, *Montastrea cavernosa*, *Stephanocoenia michelinii* y *Porites asteroides*. Entre las macroalgas no coralinas observadas y conocidas por dañar el coral a causa de sobrecrecimiento están varias especies de *Caulerpa sp.*, *Dictyota sp.*, *Lobophora variegata*, *Ventricaria ventricosa*, *Valonia utricularis*, *Codium isthmocladum*, *Sargassum sp.*, y la cianobacteria *Schizotrix sp.* (FUNDARY et al. 2006).

En el Bajo La Graciosa, ubicado a 3 km al oeste de la boca de la Bahía La Graciosa, se encontró un parche coralino con una profundidad de 6 m en el tope y de 8 m en la base. El área aproximada es de 25 x 50 m². Este parche presentó una cobertura baja de coral vivo, consistente de colonias de *Siderastrea radians* y *S. siderea*; también se observaron colonias de *Porites*

astreoides, *Montastraea cavernosa*, *Stephanocoenia michelinii* y *Madracis decactis*. La visibilidad es muy escasa (menor a 5 m) y existe mucho sedimento en suspensión, lo que provoca que las colonias coralinas presenten extensas capas de mucus. Es probable que dicho sedimento provenga de la desembocadura del Canal Inglés (FUNDARY et al. 2006).

Otro grupo importante dentro del área son los peces, identificando un total de 145 especies, agrupadas en 63 familias que a su vez pertenecen a 23 ordenes. Se estima que cerca de 50 especies están amenazadas debido a la pesca de subsistencia y/o comercial (CECON-CDC 1992, citado en FUNDARY et al. 2006).

En referencia a la presencia de mamíferos, se han registrado 42 especies (17% del registro total de especies para el país), representando a 19 familias y ocho órdenes. De estas, 17 son especies de mamíferos mayores, 14 de las cuales se encuentran en la Lista de Especies Amenazadas del CONAP y/o CITES incluyendo dos especies de primates, una acuática y tres felinos.

En los pantanos y cayos se han registrado abundantes rastros de jaguar (*Panthera onca*) y tapir (*Tapirus bairdii*). Probablemente estas especies tengan una buena población a pesar del área reducida de la península. La principal presión hacia los mamíferos mayores es la alteración en la estructura y composición de las poblaciones, debido al tamaño pequeño del hábitat y a su falta de conectividad.

Según informes de pobladores locales, en las Lagunas Santa Isabel y Negra, Bahía La Graciosa, el Canal Inglés y el Cauce Viejo del Motagua se observan manatíes (*T. m. manatus*). Personal de FUNDARY ha reportado casos sobre cacería clandestina de la especie dentro del área, aunque de forma eventual. De igual manera, consideran que las actividades establecidas en la pesca de arrastre pueden afectar zonas de alimentación para dicha especie (FUNDARY et al. 2006).

4. Justificación

Existe escasa información referente con el estudio de los patrones de actividad del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en Guatemala. Los estudios que se han desarrollado aproximadamente desde hace 37 años, han generado principalmente información referente con su estado poblacional (Quintana-Rizzo 1993, 2005a, 2005b; Quintana-Rizzo y Machuca 2008). La falta de información y el escaso conocimiento sobre su comportamiento impide la formulación de adecuadas estrategias de conservación en cada una de las zonas donde la especie se distribuye dentro del país. De igual forma considerando que la especie se encuentra clasificada en peligro de extinción a lo largo de toda su distribución (Self-Sullivan & Mignucci-Giannoni 2006), el estudio de los factores que influyen directamente con dicha especie debe ser una prioridad para lograr su supervivencia.

El estudio del comportamiento y los patrones de actividad de una especie brinda información sobre el uso de hábitat, el funcionamiento y estructura de las poblaciones, y las relaciones y variaciones con su medio (Waples 1995, Castelblanco-Martínez 2004). Para los manatíes, diferentes estudios han demostrado el efecto de la actividad humana en su comportamiento, supervivencia y distribución. Por ejemplo, en México se determinó que el comportamiento de los manatíes varió de un lugar a otro a partir del incremento de la actividad humana. Los registros sobre las actividades de alimentación evidenciaron que en algunas regiones los animales preferían alimentarse de noche para evitar los procesos de cacería humana (Colmenero y Hoz 1986). De igual forma, se han registrado diferentes conductas de los manatíes ante la presencia de embarcaciones, reaccionando de diversas formas a partir de las características y condiciones propias de cada situación (Whittaker & King 1998, Nowacek et al. 2004, Miksis-olds et al. 2007).

En el caso de Guatemala es evidente que la actividad humana ejerce efectos directos en la supervivencia de la especie. A pesar de que los manatíes están protegidos desde 1959, y de que el país cuenta con una estrategia nacional para su conservación (Herrera et al. 2004), existen reportes de manatíes muertos por causas aparentemente antropogénicas en los últimos años, sugiriendo que la ley y las medidas de conservación no están siendo efectivas. Esta situación es preocupante y alarmante a nivel nacional y

regional. Dentro del país, diferentes estudios han determinado que la muerte de unos cuantos animales puede tener un impacto significativo en la población, ya que esta se estima baja (Quintana-Rizzo 1993, Quintana-Rizzo y Machuca 2008). A nivel regional, la posición geográfica de Guatemala es muy importante porque se encuentra a la par de Belice, el país con la población más grande de manatíes en el Caribe (Lefebvre et al. 2001) la cual es estimada en al menos 1,000 individuos. Sin embargo, si los manatíes exhiben algún tipo de movimiento entre países, las amenazas que afectan a los manatíes en Guatemala pueden afectar a la especie a nivel regional.

Ante este contexto, es inminente la necesidad de generar bases científicas que promuevan estrategias y acciones de conservación y manejo, no solo para la especie, sino también para las áreas presentes en la región. A partir del estudio sobre el comportamiento de los manatíes, se incrementa el conocimiento sobre la biología de la especie, fortaleciendo futuros esfuerzos en lugares claves a través de la creación de acciones específicas y funcionales. De igual forma, los datos generados permiten conocer la dinámica de los manatíes en cada sitio de estudio y como esta se traslapa con los procesos existentes en su entorno, identificando respuestas adaptativas de la especie ante presiones y amenazas que pueden condicionar su supervivencia a lo largo del tiempo.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Estudiar y cuantificar los patrones de actividad de los manatíes (*Trichechus manatus manatus*) en dos zonas importantes para la especie en la Costa Atlántica de Guatemala, para generar propuestas y estrategias de manejo y conservación.

5.2 Objetivos específicos

5.2.1 Describir y comparar los patrones de las actividades sociales, de desplazamiento, descanso, exploración y alimentación de los manatíes presentes en el Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic, Municipio de El Estor, y en el Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, Municipio de Puerto Barrios, en el departamento de Izabal.

5.2.2 Identificar factores antropogénicos que pueden influir en el comportamiento de los manatíes en los dos sitios de estudio.

5.2.3 Conocer las características ambientales de los lugares donde se obtengan registros de los patrones de actividad de los manatíes en cada sitio de estudio.

5.2.4 Utilizar la información generada para impulsar estrategias de manejo y conservación de la especie en el país.

6. Hipótesis

Los manatíes distribuidos en las zonas de estudio presentan variaciones en los patrones de las actividades sociales, de desplazamiento, exploración, descanso y alimentación que están determinados por los factores ecológicos y antropogénicos propios de cada lugar.

7. Materiales y métodos

7.1 Universo de trabajo

El estudio se realizó en dos zonas situadas en la Costa Atlántica de Guatemala, siendo estas, el humedal formado en el área protegida RVSBP (municipio de El Estor, Izabal), y en la Bahía La Graciosa ubicada dentro del RVSPM (municipio de Puerto Barrios, Izabal). Dichas zonas son consideradas importantes para el manatí, ya que presentan los mayores registros de avistamientos de la especie en toda la región (Quintana-Rizzo 1993, 2005a, 2005b; Quintana-Rizzo y Machuca 2008).

7.2 Medios

7.2.1 Recursos físicos y materiales

1. Oficina Regional Bocas del Polochic FDN, El Estor Izabal.
2. Oficina Regional Nororiente CONAP, Puerto Barrios Izabal.
3. Equipo de cómputo.
4. Avioneta tipo ultraliviana
5. Hojas y boletas de campo.
6. Sistema de posicionamiento global (GPS) marca Garmin modelo 60CX.
7. Reloj de pulsera.
8. Teléfono celular.
9. Lancha tipo tiburonera con motor 50 HP de cuatro tiempos.
10. Sonar de barrido lateral, marca HUMMINBIRD modelo 998c SI.
11. Cámara digital.
12. Hidrófono.
13. Grabador digital.
14. Audífonos.
15. Baterías AA, AAA y cuadradas de 9 voltios.
16. Libreta de campo.

7.2.3 Recurso Humano

Asesor de tesis:

Ester Quintana Rizzo, Ph.D.

Revisor de tesis:

Licda. Rosalito Barrios.

Colaboradores:

Grecia Méndez

Heidy García

Guardarecursos de FDN:

Marco Tulio Milla

Arnoldo Caal

Mario Rax

Guardarecursos de FUNDARY:

Cesar de Paz.

7.3 Métodos de campo

7.3.1 Registro de los patrones de actividad de los manatíes presentes en las dos áreas de estudio.

El registro de los patrones de actividad de los manatíes se estableció a través de los siguientes pasos metodológicos:

7.3.1.1 Detección de los manatíes:

La detección de los manatíes se realizó a través de sobrevuelos en cada una de las áreas de estudio, utilizando una avioneta ultraliviana. Dichos sobrevuelos se realizaron utilizando métodos estandarizados (Lefebvre & Kockman 1991) que se han implementado en Guatemala (Quintana-Rizzo 2005a, 2005b; Quintana-Rizzo y Machuca 2008) y en otras partes del mundo (Olivera-Gomez & Mellink 2002, Gonzalez-Socoloske 2007). Los sobrevuelos se realizaron a una altura promedio de 250 m y a una velocidad constante de 150-160 km/h. La persona que fungió como observadora principal fue Heidy García, integrante del equipo de trabajo dentro del estudio, quien cuenta con más de 40 horas de experiencia en este tipo de vuelos. Al momento de lograr la detección del manatí la avioneta dio vueltas sobre el lado derecho (posición de la observadora principal) para lograr la confirmación del avistamiento. Se

registraron los puntos de presencia de la especie en un sistema de posicionamiento global (GPS) marca Garmin modelo 60CX.

7.3.1.2 Seguimiento de los manatíes:

Una vez los manatíes fueron detectados desde la avioneta se informó, por medio de teléfonos celulares, el avistamiento de los animales al equipo de trabajo ubicado en la embarcación (O. Machuca y dos guarda recursos de FDN). La embarcación utilizada fue una lancha tipo tiburonera con un motor 50 HP de cuatro tiempos.

Los animales fueron seguidos visualmente desde la embarcación. Además se utilizó un sonar de barrido lateral de imágenes para la búsqueda y ubicación de los manatíes en el fondo de los cuerpos de agua. Estudios anteriores han utilizado el sonar lateral para la detección y seguimiento de manatíes, principalmente en lugares con poca visibilidad (Gonzalez-Socoloske 2007). El instrumento fue manejado por Grecia Méndez, colaboradora dentro del proyecto. El sonar lateral utilizado fue el sistema de pesca HUMMINBIRD, modelo 998c SI. Dentro de esta actividad se registraron las rutas seguidas por los animales detectados a través del uso de un GPS.

El procedimiento seguido para la detección y seguimiento de los manatíes dentro del presente estudio, fue altamente efectivo. La combinación entre las observaciones aéreas y los recorridos acuáticos facilitaron los avistamientos y seguimientos focales. A través de las observaciones aéreas se delimitaron áreas grandes con presencia de manatíes, que luego fueron recorridas minuciosamente desde la embarcación hasta lograr los avistamientos. Se intentaron algunas variaciones en la metodología para incrementar la detección de los manatíes dentro de los muestreos, pero no fueron funcionales, ya que lejos de aumentar los avistamientos, se generaron patrones de conducta no deseados en los animales. Por ejemplo, se intento sobrevolar a bajas alturas (por debajo de 250 metros) para asegurar las observaciones realizadas, pero esto provoco que los manatíes se asustaran y huyeran de los lugares, dificultando significativamente su observación y seguimiento.

Cabe resaltar de igual forma, que el sonar de barrido lateral de imágenes no funciono durante los procesos de detección y avistamiento de manatíes, ya

que todos los muestreos fueron realizados en cuerpos de agua abiertos. Los manatíes suelen reaccionar negativamente ante la presencia de embarcaciones, por lo que suelen huir y esconderse hacia lugares distantes. Al estar en lugares abiertos, los manatíes tienen espacio suficiente para esconderse, por lo que suelen salirse de los rangos de detección utilizados y delimitados por el sonar lateral. Este comportamiento se hizo evidente durante los muestreos y también ha sido descrito en otros estudios (Gonzalez-Socoloske 2007). En espacios cerrados como ríos y canales el uso del sonar lateral puede ser efectivo, ya que su rango de detección abarca toda la columna de agua de orilla a orilla, asegurando el avistamiento aunque el animal se esconda.

7.3.1.3 Registro de los patrones de actividad

El registro de los patrones de actividad siguió el procedimiento establecido dentro de un muestreo focal continuo, el cual consiste en la observación de un individuo durante un período de tiempo determinado (Altmann 1974). El manatí seleccionado como individuo focal siempre fue un animal adulto/juvenil solitario o en grupo, el cual fue identificado por algún rasgo característico (tamaño, presencia de cicatrices, parches de algas, etc.). Se emplearon aproximadamente 15 minutos para identificar al animal focal (Waples 1995). La duración de los seguimientos focales y el registro de los patrones de actividad vario a partir de la continuidad de la observación, la cual era interrumpida al momento de perder de vista al animal. Según la metodología adoptada la observación de los animales focales en cada seguimiento tendría una duración de dos horas continuas (Acosta 2002), sin embargo en la mayoría de los casos la duración fue menor debido a la dificultad de las observaciones. Las actividades fueron registradas cada vez que el animal salió a la superficie del agua a respirar. Se finalizó el seguimiento al perder la detección y la observación del animal focal por más de 15 minutos.

Los sucesos se registraron a partir de la siguiente forma (Mann 2000):

1. Eventos: patrones de comportamiento de duración corta. Se registro el número de ocurrencias de cada uno de los eventos (frecuencias).
2. Estados: patrones de comportamiento de larga duración.

Se registro el período de tiempo utilizado para la ejecución de cada uno de los estados (duración). Las categorías de las actividades que fueron registradas dentro del muestreo se describen a continuación (Waples 1995, Vilorio 2001, Ramírez 2008):

1. Socialización: interacción directa y activa con uno o más individuos de su propia especie (compañero/grupo/madre-cría).
2. Posiblemente alimentándose: observación de ingestión evidente de comida. Presencia de alimento en la boca del animal detectado. Desplazamientos cortos en torno al sitio de alimentación. Durante el registro de esta actividad, además de la observación directa, se utilizó un hidrófono para identificar y registrar los sonidos de masticación efectuados por los manatíes. Estudios anteriores han utilizado hidrófonos para el registro de vocalizaciones en la especie (King & Heinen 2004, Miksis-Olds 2009). El uso de los hidrófonos fue realizado por Grecia Méndez, persona colaboradora dentro del proyecto.
3. Exploración: movimientos cortos sin una dirección específica, dentro de un área de 50 m de diámetro aproximadamente.
4. Desplazamiento: movimiento continuo con una dirección específica.
5. Descanso o inactivo: observación del individuo ocupando una misma área reiteradamente, en espacios ausentes de alimento.

7.3.1.4 Toma de datos

Se utilizaron boletas de campos (Anexo No. 1) para el registro de los siguientes datos:

Fecha

Lugar (longitud/latitud)

Hora inicial y final de la observación

Características del individuo focal

Patrones de actividad observados durante el recorrido

Tiempo total de la observación

Registro sobre el uso del sonar lateral y el hidrófono.

7.3.2 Respuestas de los manatíes ante la actividad humana

Durante los seguimientos focales también se registraron los cambios conductuales de los manatíes a partir de la presencia de actividad humana. Esta actividad se realizó para identificar respuestas adaptativas de la especie que le ayudan en su supervivencia. Un segundo observador (guarda recursos de FDN) notificó la presencia de actividad humana en los alrededores para el registro de las reacciones y patrones de actividad desplegados por el animal focal.

Se registraron todas las reacciones del animal focal en presencia de las siguientes actividades humanas:

1. Tránsito de embarcaciones: presencia de embarcaciones ≥ 50 m de distancia del animal focal (Bengston & Fitzgerald 1985).
2. Presencia de redes de pesca ≥ 50 m de distancia del animal focal.

La reacción de los manatíes fue definida de la siguiente manera (May-Collado et al. 2007):

1. Respuesta positiva: el animal se acercó a las personas, a las embarcaciones o a la red de pesca. Siguió a la embarcación después de su paso.
2. Respuesta negativa: el animal huyó y se escondió. Cambió radicalmente el comportamiento. Se desplazó rápidamente en dirección contraria a la fuente de actividad. Se sumergió.
3. Respuesta neutral: no se observó ningún cambio en el comportamiento. Siguió con su actividad.

7.3.3 Registro de las características ambientales presentes en los sitios de estudio

Luego del seguimiento focal, se registraron las características físicas y ambientales de los lugares utilizados por los manatíes observados. Las variables consideradas fueron:

1. Características físicas y ambientales. Se registraron datos sobre profundidad, temperatura, presencia de vegetación y la apariencia del fondo de los cuerpos de agua. El registro se realizó utilizando el sonar de barrido lateral de imágenes, siguiendo la ruta donde se realizó la observación del animal focal.

2. Registro de actividad agroindustrial y minera: presencia de este tipo de actividad a 500 m del sitio donde se realizó el registro focal continuo.

Los datos se registraron en una boleta de campo específica (ver Anexo No. 2). Se realizó una descripción general de las características ambientales registradas en cada uno de los muestreos.

7.3.4 Esfuerzo

Los muestreos se realizaron por un período de siete meses (julio a diciembre 2010 y febrero 2011). En total se realizaron 18 muestreos en cada zona de estudio. Cada día de muestreo tuvo una duración de 10 horas aproximadamente (de 6 a 16 horas). Los sobrevuelos de detección de manatíes tuvieron una duración promedio de 1.5 horas por muestreo.

7.3.5 Análisis estadísticos

7.3.5.1 Registro de los patrones de actividad de los manatíes presentes en los dos sitios de estudio

Los datos registrados fueron tabulados en una hoja de Microsoft Excel Office 2007. Se calcularon las frecuencias de ocurrencia de cada uno de los patrones de actividad, dividiendo el número total de veces que fue observada cada actividad, entre el número total de registros. Las frecuencias fueron calculadas para todos los animales seguidos en cada uno de los sitios de estudio. Se elaboraron etogramas a partir de la frecuencia de cada uno de los eventos y estados registrados.

Se realizaron tres análisis comparativos sobre los patrones de actividad registrados: (1) tablas de contingencia Chi Cuadrado (95% intervalo de confianza) para verificar diferencias en los registros de los patrones de actividad de los manatíes entre cada área de estudio; (2) tablas de contingencia Chi Cuadrado (95% intervalo de confianza) para verificar diferencias en los registros de los patrones de actividad de los manatíes dentro de cada área de estudio; (3) análisis descriptivo para verificar patrones preferenciales de actividad de los manatíes en horas específicas dentro del período de tiempo muestreado. Para este último caso, no se realizaron

pruebas estadísticas. Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico SPSS versión 13.0.

7.3.5.2 Respuestas de los manatíes ante la actividad humana

Los datos registrados se tabularon en una hoja de Microsoft Excel Office 2007. Se realizó estadística descriptiva para visualizar las reacciones de los animales observados (frecuencias). De igual forma, se verificó la relación de la actividad antropogénica con cada una de las respuestas desplegadas por los manatíes a través de un análisis de correlación de Pearson, considerando la relación de la variable dependiente con dos variables independientes establecidas en el estudio (tabla No. 1). Dicho análisis se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS versión 13.0.

Tabla No. 1. Variables consideradas dentro del estudio con sus respectivas categorías.

I. Variable dependiente	Categorías
I. 1 Respuesta de los manatíes	I.1.1 Positiva
	I.1.2 Negativa
	I.1.3 Neutral
II. Variables independientes	Categorías
II.1 Tránsito de embarcaciones	II.1.1 Distancia de la embarcación
	II.1.2 Motor utilizado por la embarcación
II.2 Presencia de redes de pesca	II.2.1 Arte de pesca utilizado
	II.2.2 Distancia

8. Resultados

8.1. Avistamientos de manatíes

Un total de 99 avistamientos fueron realizados, registrando 151 manatíes adultos y/o juveniles (para este caso no se puede hacer una clasificación exacta sobre la edad de los animales, ya que solamente con el tamaño de los individuos no se puede definir esta información), y 16 crías en los dos sitios de estudio. En el RVSBP se realizaron 62 avistamientos y se observaron un total de 83 manatíes, mientras que en la Bahía La Graciosa dentro del RVSPM se realizaron menos avistamientos, aunque la cantidad de manatíes observados fue similar a lo acontecido en el RVSBP (tabla No. 2).

Tabla No. 2. Número de manatíes avistados en cada sitio de estudio en la costa Atlántica de Guatemala.

Sitio de Estudio	No. avistamientos	No. manatíes detectados	
		Adultos / juveniles	Crías
Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic	62 (62.62%)	76 (50.33%)	7 (43.75%)
Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique	37 (37.37%)	75 (49.67%)	9 (56.25%)
TOTAL	99 (100%)	151 (100%)	16 (100%)

En el RVSBP se observaron 43 manatíes adultos/juveniles solitarios y 40 manatíes formando grupos (incluyendo un total de siete crías). En total se avistaron 19 grupos con un promedio de 2.11 ± 0.19 manatíes por grupo. El grupo más grande observado en este lugar fue de tres manatíes. Por otro lado, en la Bahía La Graciosa se observaron 14 manatíes adultos/juveniles solitarios y 70 manatíes en grupos (incluyendo un total de nueve crías). En total fueron observados 23 grupos con un promedio de 3.04 ± 1.19 manatíes por grupo. Se observaron dos grupos de siete individuos cada uno, siendo esta cifra la más alta para este lugar (figura No. 4).

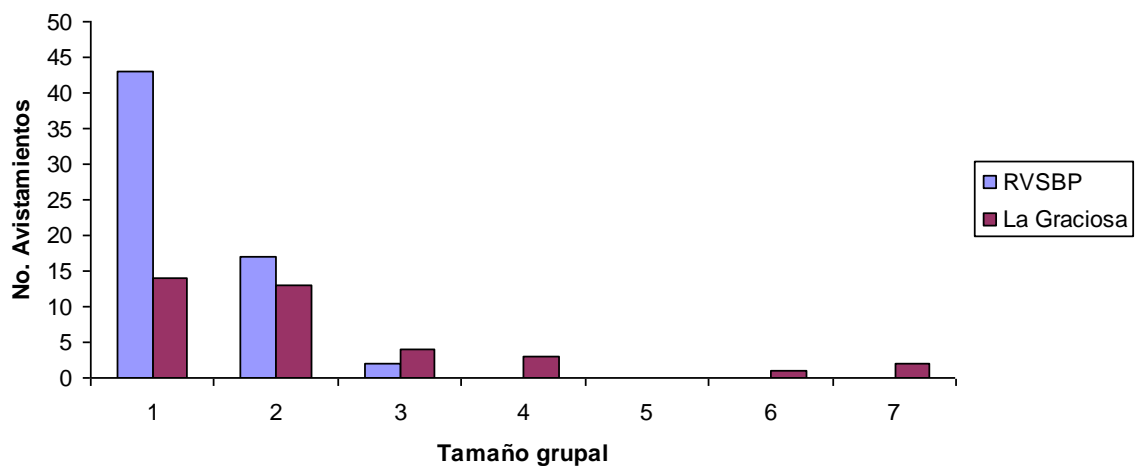


Figura No. 4. Frecuencia de los manatíes avistados en los dos sitios de estudio, en la costa Atlántica de Guatemala.

El lugar con mayor número de avistamientos dentro del RVSBP fue la Ensenada Lagartos, seguido de la Desembocadura del Río Oscuro (figura No. 5). En la Bahía La Graciosa, los puntos donde se realizaron todas las observaciones de manatíes fueron entre Punta Moreno, Punta Gruesa y Punta Confral (figura No. 6).

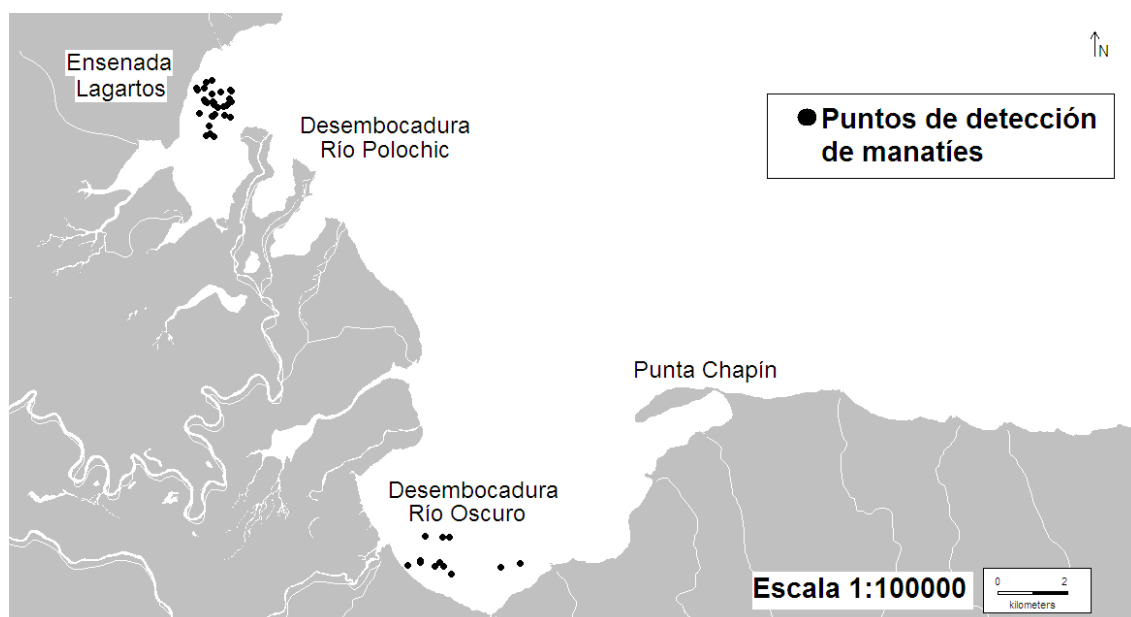


Figura No. 5. Puntos de detección de manatíes dentro del RVSBP, costa Atlántica de Guatemala.

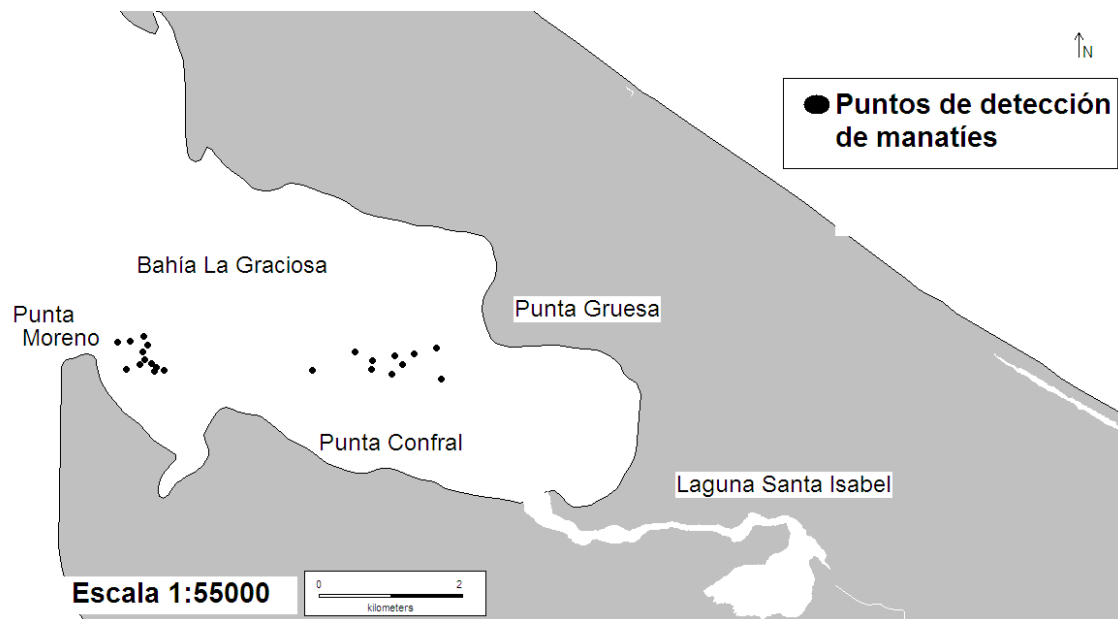


Figura No. 6. Puntos de detección de manatíes en la Bahía La Graciosa RVSPM, costa Atlántica de Guatemala.

8.2 Seguimiento de manatíes

Se realizaron un total de 27.28 horas de observación focal de 27 manatíes adultos y/o juveniles en los dos sitios de estudio. Del número total de manatíes seguidos, siete se encontraban solos y los 20 restantes estaban en grupos de diferentes tamaños (promedio de tamaño grupal = 2.50 ± 0.65 manatíes). En el RVSBP se realizaron 16 seguimientos focales (13.22 horas) y en la Bahía La Graciosa se realizaron 11 seguimientos focales (14.06 horas).

Dentro del RVSBP los seguimientos tuvieron una duración promedio de 0.83 horas (49 minutos, 38 segundos). El seguimiento más corto tuvo una duración de 0.27 horas (16 minutos), mientras que el seguimiento más largo tuvo una duración de 2.03 horas (122 minutos). En la Bahía La Graciosa, el promedio de tiempo de los seguimientos fue de 1.20 horas (1 hora, 11 minutos, 49 segundos), realizando el seguimiento de menor duración en un tiempo de 0.43 horas (26 minutos) y de mayor duración en 2.10 horas (126 minutos; tabla No. 3).

Tabla No. 3. Seguimientos establecidos en los dos sitios de estudio en la costa Atlántica de Guatemala (Nota: A = Manatí adulto y/o juvenil; C = Manatí cría).

Lugar	No. de seguimientos	Promedio de tiempo en los seguimientos (hh:mm:ss)	Intervalo de tiempo en los seguimientos (minutos)	No. de seguimiento	Tipo de animal seguido	Tamaño grupal
RVSBP	16	00:49:38	16 - 122	1	A	1 A
				2	A	1 A (1c)
				3	A	1 A (1c)
				4	A	1 A (1c)
				5	A	1 A
				6	A	1 A (1c)
				7	A	2 A
				8	A	3 A
				9	A	3 A
				10	A	1 A
				11	A	3 A
				12	A	2 A
				13	A	2 A
				14	A	2 A
				15	A	1 A
				16	A	1 A
RVSPM	11	01:11:49	26 - 126	1	A	3 A (1c)
				2	A	2 A
				3	A	1 A (1c)
				4	A	1 A
				5	A	2 A
				6	A	4 A
				7	A	2 A
				8	A	2 A
				9	A	1 A
				10	A	3 A
				11	A	3 A (1c)

Dentro del RVSBP se realizaron 13 seguimientos focales en la Ensenada Lagartos (figura No. 7) y tres seguimientos en la desembocadura del Río Oscuro (figura No. 8). En la Bahía La Graciosa se realizaron siete seguimientos focales entre Punta Confral y Punta Moreno, y cuatro seguimientos entre Punta Confral y Punta Gruesa (figura No. 9).

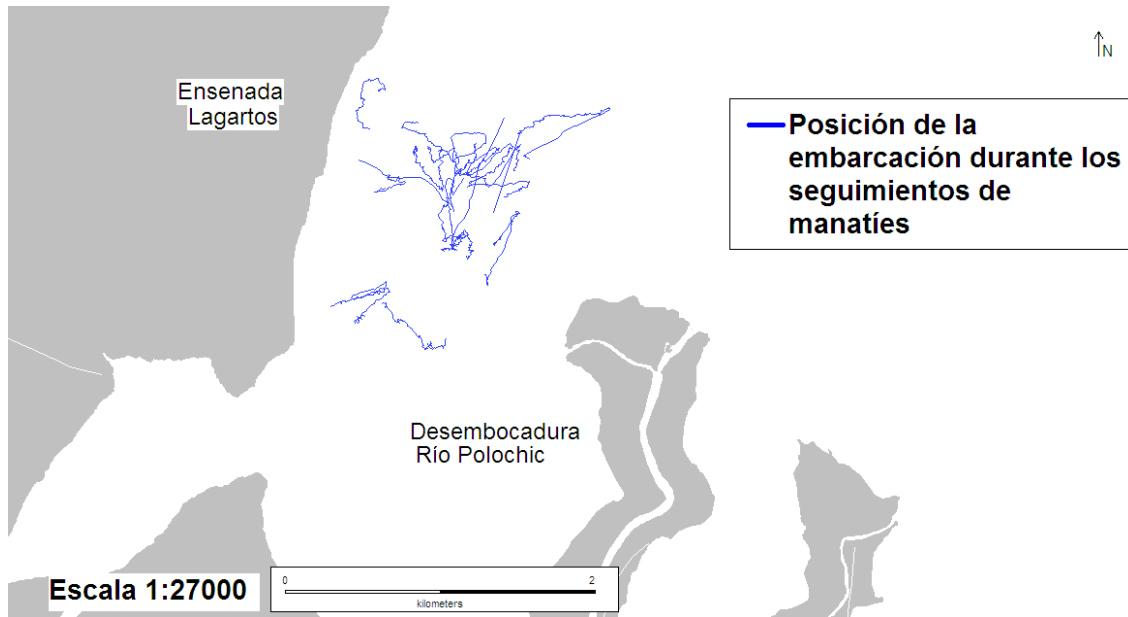


Figura No. 7. Posición de la embarcación durante los seguimientos focales de manatíes en la ensenada Lagartos dentro del RVSBP.

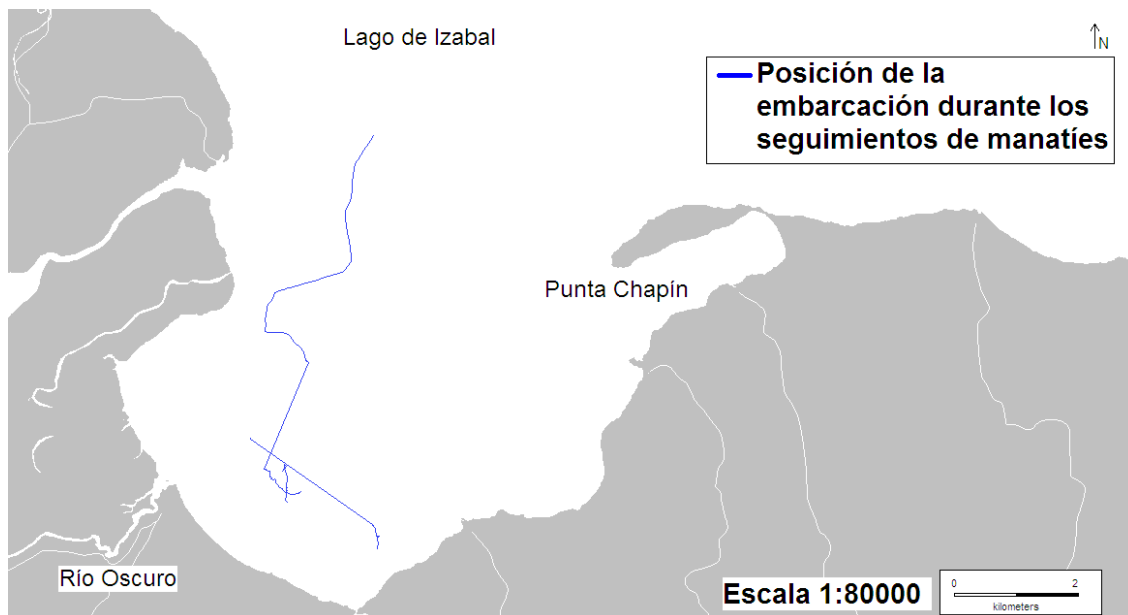


Figura No. 8. Posición de la embarcación durante los seguimientos focales de manatíes en la desembocadura del Río Oscuro dentro del RVSBP.

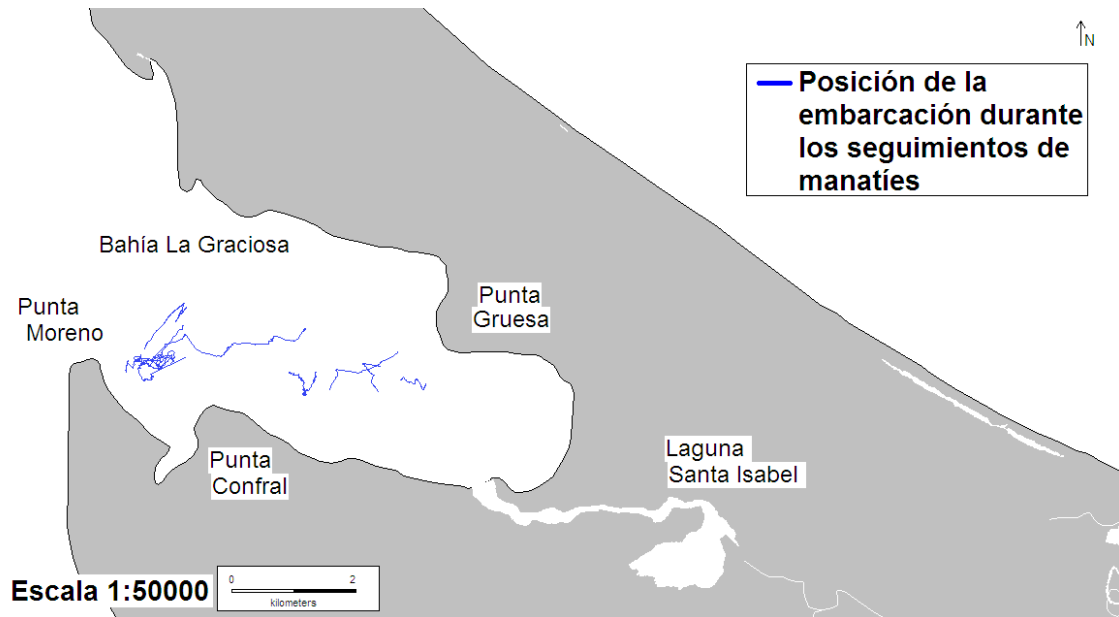


Figura No. 9. Posición de la embarcación durante los seguimientos focales de manatíes realizados dentro de la Bahía La Graciosa.

8.3 Patrones de actividad

El primer análisis realizado fue una comparación de los registros de los patrones de actividad de los manatíes entre cada área de estudio. En total para los dos sitios de estudio se obtuvieron 688 registros en los 27 seguimientos focales establecidos. En el RVSBP se obtuvieron 264 registros (38.37% del total), mientras que en la Bahía La Graciosa se obtuvieron 424 datos (61.63% del total). El número mayor de registros fue para la actividad de “exploración”, en contraste con la actividad de “socialización” que solamente se registro en cinco ocasiones (todas en la Bahía La Graciosa; tabla No. 4).

Tabla No. 4. Frecuencia de los patrones de actividad registrados en los dos sitios de estudio en la costa Atlántica de Guatemala.

Lugar	Patrones de actividad				
	Descanso	Exploración	Desplazamiento	Socialización	Posiblemente Alimentándose
RVSBP	0.19 (n=51)	0.29 (n=78)	0.25 (n=65)	0.00	0.27 (n=70)
La Graciosa	0.22 (n=93)	0.39 (n=166)	0.21 (n=89)	0.01 (n=5)	0.17 (n=71)
Registros	144	244	154	5	141

No se encontraron diferencias significativas en las frecuencias de los patrones de actividad entre las dos zonas estudiadas ($X^2=5.31$; $p=0.26$). Los porcentajes alcanzados para cada patrón de actividad fueron similares en los dos sitios (figura No. 10). En todos los análisis estadísticos solamente se utilizaron los seguimientos que duraron más de 15 minutos, debido a que en los seguimientos más cortos no hubo certeza absoluta sobre los patrones de actividad desplegados por el animal focal.

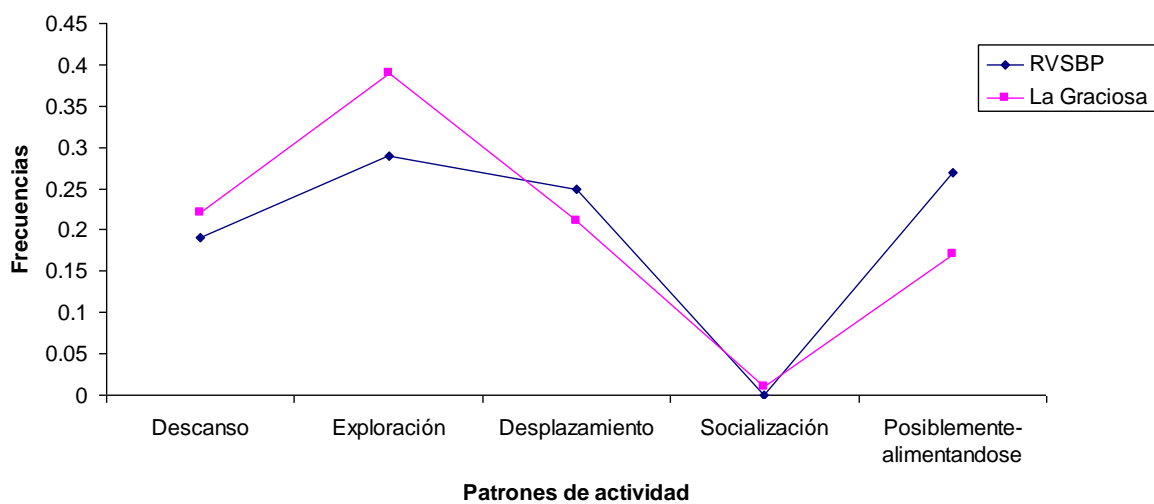


Figura No. 10. Comparación entre las frecuencias obtenidas para cada patrón de actividad en los dos sitios de estudio en la Costa Atlántica de Guatemala.

El segundo análisis realizado fue una comparación entre los patrones de actividad desplegados por los manatíes dentro de cada área de estudio. Las frecuencias obtenidas específicamente en el RVSBP no demuestran diferencias significativas (tabla No. 5), a pesar de contar con un mayor número de datos para la actividad de “exploración”. Para la Bahía La Graciosa los resultados fueron similares, ya que no se establecieron diferencias significativas entre las frecuencias obtenidas (tabla No. 6).

Tabla No. 5. Análisis de contingencia de Chi cuadrado (X^2) sobre los patrones de actividad registrados en el RVSBP.

	Exploración	Desplazamiento	Descanso
Desplazamiento	$X^2=15$ ($p=0.24$)		
Descanso	$X^2=20$ ($p=0.22$)	$X^2=15$ ($p=0.24$)	
Posiblemente alimentándose	$X^2=20$ ($p=0.22$)	$X^2=15$ ($p=0.24$)	$X^2=20$ ($p=0.22$)

Tabla No. 6. Análisis de contingencia de Chi cuadrado (X^2) sobre los patrones de actividad registrados en la Bahía La Graciosa.

	Socialización	Exploración	Desplazamiento	Descanso
Exploración	$X^2=10$ ($p=0.27$)			
Desplazamiento	$X^2=10$ ($p=0.27$)	$X^2=20$ ($p=0.22$)		
Descanso	$X^2=6.67$ ($p=0.35$)	$X^2=15$ ($p=0.24$)	$X^2=15$ ($p=0.24$)	
Posiblemente alimentándose	$X^2=6.67$ ($p=0.35$)	$X^2=15$ ($p=0.24$)	$X^2=15$ ($p=0.24$)	$X^2=11$ ($p=0.26$)

El tercer análisis fue un examen descriptivo de los patrones de actividad registrados durante el período de horas completadas durante las observaciones de muestreo (de 06:00 am a 04:00 pm). No se realizaron análisis estadísticos, ni se identificó si los manatíes tenían patrones preferenciales de actividad en horas específicas, porque los seguimientos focales establecidos en cada sitio de estudio no se realizaron homogéneamente a lo largo del día. Un mayor número de registros se concretaron a las 08:00 am y desde las 12:00 pm hasta el final del muestreo (04:00 pm) debido a las condiciones climáticas cambiantes. Por esta razón, solo se examinaron los intervalos de tiempo con mayor número de registros ($n=100$) para identificar posibles tendencias del comportamiento de los manatíes. Específicamente se utilizaron los tiempos

con más de 100 registros de patrones de actividad porque estos registros corresponden a los periodos de tiempo con al menos una hora de seguimiento focal, lo cual significa un número de muestra grande.

Este análisis demostró que en las primeras horas de la mañana (entre 06:00-08:00 am) los manatíes exhibieron más actividades de “exploración”, mientras que a media mañana (8:00-10:00 am) su actividad más común fue la de “posible alimentándose”. La actividad de “descanso” fue la más común a media tarde (entre 02:00-04:00 pm, tabla No. 7).

Tabla No. 7. Relación entre las frecuencias y registros sobre los patrones de actividad de los manatíes y diferentes intervalos de tiempo para los dos sitios de estudio, en la costa Atlántica de Guatemala.

Sitio de estudio	Patrones de actividad	Intervalo de tiempo (hh:mm)				
		06:00 a 07:59	08:00 a 09:59	10:00 a 11:59	12:00 a 13:59	14:00 a 15:59
RVSBP	Socialización	0	0	0	0	0
	Exploración	0	0.07 (n=18)	0.08 (n=22)	0.02 (n=4)	0.14 (n=36)
	Desplazamiento	0.02 (n=5)	0.13 (n=35)	0.05 (n=14)	0.02 (n=4)	0.02 (n=5)
	Descanso	0	0.14 (n=36)	0.03 (n=9)	0.02 (n=6)	0
	Posiblemente alimentándose	0	0.24 (n=63)	0.01 (n=3)	0.01 (n=3)	0.003 (n=1)
Registros totales		5	152	48	17	42
La Graciosa	Socialización	0	0	0	0.01 (n=5)	0
	Exploración	0.13 (n=55)	0.04 (n=18)	0.03 (n=14)	0.17 (n=74)	0.01 (n=5)
	Desplazamiento	0.04 (n=19)	0.002 (n=1)	0.03 (n=14)	0.10 (n=41)	0.03 (n=13)
	Descanso	0	0	0	0.01 (n=4)	0.21 (n=90)
	Posiblemente alimentándose	0.09 (n=39)	0.06 (n=26)	0	0.01 (n=6)	0
Registros totales		113	45	28	130	108

8.4 Efectos antropogénicos en el comportamiento de los manatíes

Los resultados sobre los efectos antropogénicos fueron divididos en dos categorías: respuestas de los manatíes ante la presencia de embarcaciones y la respuesta de los manatíes ante la actividad de pesca.

8.4.1 Respuestas de los manatíes ante la presencia de embarcaciones.

En el RVSBP se obtuvieron 63 datos (observación de 23 embarcaciones con motor y 40 sin motor) y en la Bahía La Graciosa el número de datos fue de 19 (observación de 11 embarcaciones con motor y ocho sin motor). El rango de distancia entre los animales y la embarcación se estimó entre uno y 500 m aproximadamente (tabla No. 8).

Tabla No. 8. Respuesta de los manatíes ante la presencia de embarcaciones en los dos sitios de estudio, en la costa Atlántica de Guatemala (Nota: N=negativo; NE=neutro).

Tipo de Embarcación	Rango de distancia entre los manatíes y la embarcación (m)	RVSBP	La Graciosa
		No. Registros (respuesta)	No. Registros (respuesta)
Con motor acuático	0 – 50	4 (N)	5 (N)
	51 – 100	8 (N)	5 (N)
	101 – 150	3 (N)	---
	151 - 200	3 (N)	---
	201 – 300	1 (N); 1 (NE)	---
	301 – 500	3 (NE)	1 (NE)
Sin motor acuático, movilización a través de remos	0 – 50	4 (N); 1 (NE)	1 (N)
	51 - 100	1 (N); 9 (NE)	4 (N)
	101 - 150	1 (NE)	1 (N)
	151 – 200	10 (NE)	2 (N)
	201 – 250	1 (NE)	---
	251 - 500	13 (NE)	---

En el RVSBP, existe una correlación significativa entre las distancias de las embarcaciones y las reacciones de los manatíes (correlación de Pearson $r=49\%$, $p=0.026$; figura No. 11). Los manatíes reaccionaron negativamente ante

la presencia de embarcaciones (con y sin motor) a una distancia ≤ 50 m. En ningún caso se observaron reacciones positivas.

En el caso de las embarcaciones con motor se observó un efecto negativo en los manatíes a una distancia ≤ 50 m, aunque no existe una correlación significativa (correlación de Pearson $r=47\%$, $p=0.167$). Por otro lado, los registros de las embarcaciones sin motor (cayucos), mostraron una correlación significativa (correlación de Pearson $r=73\%$, $p=0.015$; figura No. 12) entre la reacción de los manatíes y las distancias a las que se encontraban las embarcaciones (la respuesta es negativa a una distancia ≤ 50 m).

En la Bahía La Graciosa se tuvieron registros sobre respuestas negativas de los manatíes ante embarcaciones a una distancia ≤ 50 m, sin embargo a través de pruebas y análisis de correlación se verificó que las relaciones registradas no fueron significativas en ninguno de los casos.

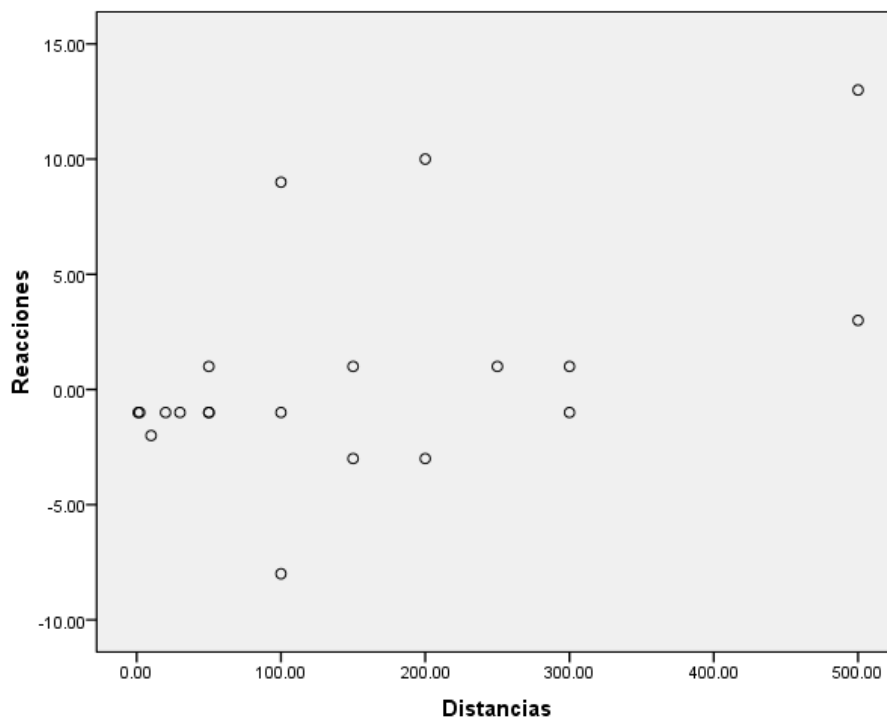


Figura No. 11. Correlación entre las distancias de las embarcaciones (con y sin motor) y las reacciones de los manatíes en el RVSBP, costa Atlántica de Guatemala. Nota: (1) Reacciones (Y-axis) representa cada una de las reacciones de los manatíes ante las embarcaciones; rango negativo representa la cantidad de reacciones negativas, mientras que los rangos positivos representan las reacciones neutras. (2) Distancias en metros.

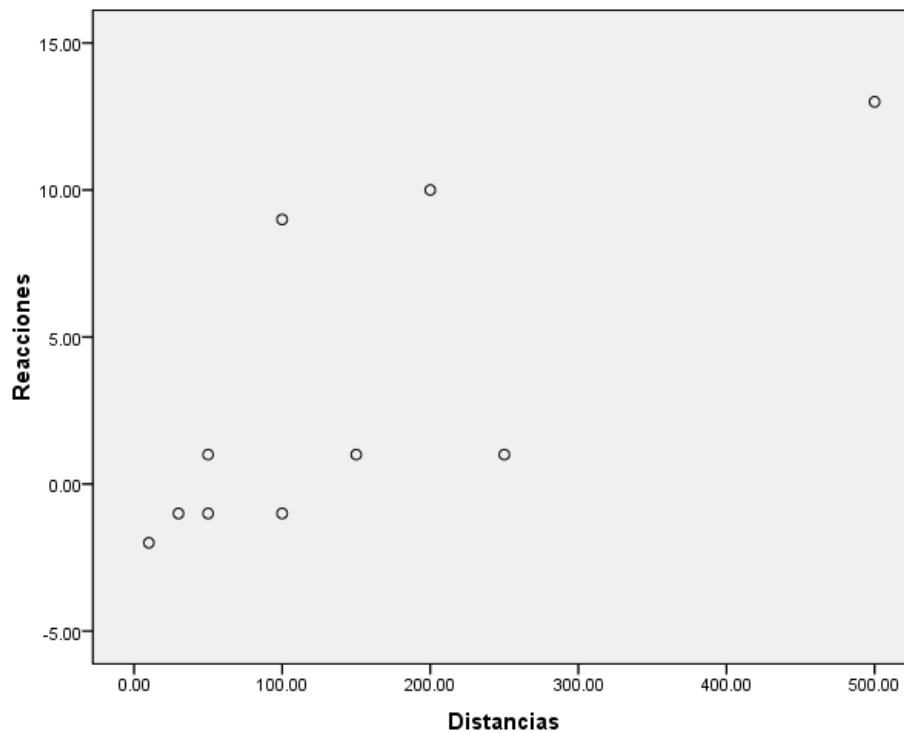


Figura No. 12. Correlación entre las distancias de las embarcaciones sin motor y las reacciones de los manatíes en el RVSBP, costa Atlántica de Guatemala.

Nota: (1) Reacciones (Y-axis) representa cada una de las reacciones de los manatíes ante las embarcaciones; rango negativo representa la cantidad de reacciones negativas, mientras que los rangos positivos representan las reacciones neutras. (2) Distancia en metros.

8.4.2 Respuesta de los manatíes ante la actividad de pesca.

Esto se observó 60 veces en el RVSBP y solamente en una ocasión dentro de la Bahía La Graciosa. Las distancias entre el manatí y la actividad pesquera se estimaron dentro de un rango aproximado de cero a 500 m (tabla No. 9). Es importante mencionar que en todos los casos se observó presencia humana al momento de realizar los registros, a excepción del único dato obtenido en la Bahía La Graciosa.

Tabla No. 9. Respuesta de los manatíes ante actividad pesquera en los dos sitios de estudio, en la costa Atlántica de Guatemala

(Nota: N=negativo; NE=neutro).

Rango de distancia entre los manatíes y la embarcación (m)	RVSBP	La Graciosa
	No. Registros (respuesta)	No. Registros (respuesta)
0 – 50	4 (N); 1 (NE)	1 (NE). El animal paso por encima del trasmallo anzuelero. Sin presencia humana.
51 – 100	1 (N); 9 (NE)	
101 – 150	1 (NE)	
151 - 200	12 (NE)	
201 – 300	1 (NE)	
301 - 500	31 (NE). Tres registros para la actividad denominada pesca de arrastre.	

En el RVSBP, se observó una correlación significativa entre las respuestas negativas de los manatíes y la actividad pesquera a una distancia ≤ 50 m (correlación de Pearson $r=87\%$, $p=0.01$; figura No. 13). En cuanto al registro obtenido en la Bahía La Graciosa, cabe mencionar que la respuesta observada frente a la actividad de pesca fue neutral (no se realizaron análisis estadísticos). El manatí no mostró variación en su patrón de actividad a pesar de desplazarse por encima del trasmallo.

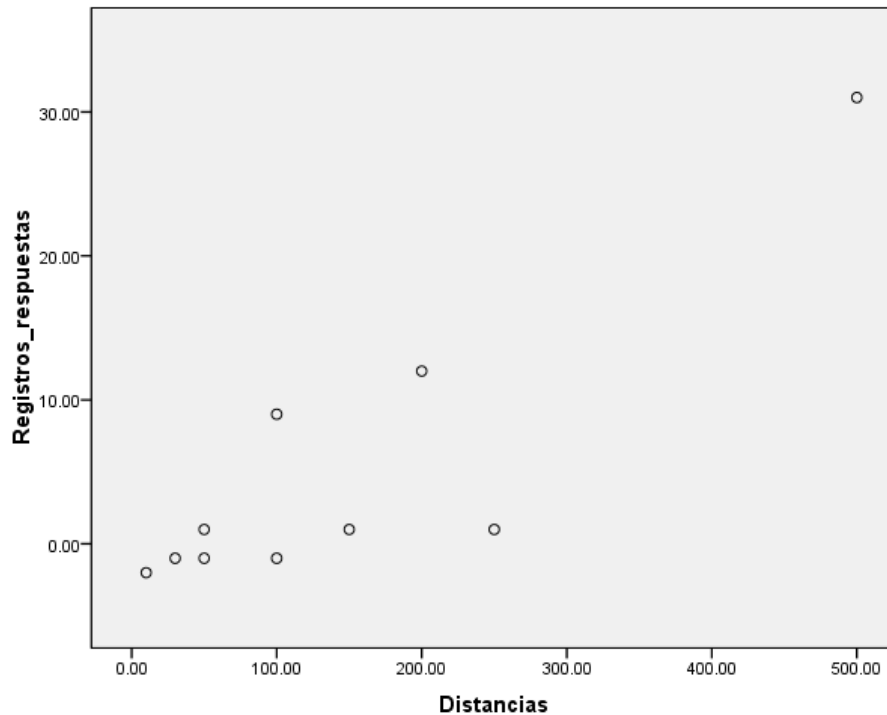


Figura No. 13. Relación entre las respuestas de los manatíes y la distancia donde se llevó a cabo la actividad pesquera en el RVSBP, costa Atlántica de Guatemala. Nota: Reacciones (Y-axis) representa cada una de las reacciones de los manatíes ante las embarcaciones; rango negativo representa la cantidad de reacciones negativas, mientras que los rangos positivos representan las reacciones neutras. (2) distancias en metros.

8.5 Características ambientales en los dos sitios de estudios

Durante todos los seguimientos focales se registraron las características físicas y ambientales de los lugares utilizados por los manatíes observados. En total se obtuvieron 53 registros. En general, los registros obtenidos para las dos áreas de estudio fueron similares. En la mayoría de lugares se observó el fondo acuático y la columna de agua sin parches de vegetación (sumergida y/o flotante), troncos o rocas. La apariencia del sedimento del fondo acuático era arenoso, lodoso o fangoso (tabla No. 10). En el RVSBP se encontraron cinco especies vegetales en los sitios utilizados por los manatíes, siendo estas *Hydrilla verticillata*, *Eichornia crassipes*, *Najas* sp., *Potamogeton* sp. y *Vallisneria* sp. En la Bahía La Graciosa solamente se tuvo el registro de una especie, *Thalassia testudium*.

Tabla No. 10. Características físicas y ambientales de los lugares donde se establecieron los seguimientos focales de manatíes en los dos sitios de estudio, en la costa Atlántica de Guatemala.

Características físicas y ambientales		RVSBP (n = 27)	Bahía La Graciosa (n = 26)
Elementos visibles en el fondo acuático y columna de agua	Sin elementos visibles	9 (33.33%)	13 (50%)
	Vegetación Flotante	8 (29.63%)	1 (3.84%)
	Vegetación sumergida	4 (14.81%)	12 (46.15%)
	Rocas y/o troncos	5 (18.52%)	0
	Vegetación, rocas y troncos	1 (3.70%)	0
Apariencia del fondo acuático	Arenoso	14 (51.85%)	13 (50%)
	Fangoso	7 (25.93%)	12 (46.15%)
	Lodoso	6 (22.22%)	1 (3.84%)

Los manatíes utilizaron lugares con profundidades similares. No se encontró diferencia significativa entre los registros obtenidos para los dos sitios de estudio ($F=2.76$, $p=0.10$). Los manatíes en el RVSBP fueron observados a una profundidad mínima de 1.13 m y a una máxima de 5.52 m, teniendo un promedio de 3.00 ± 0.76 m. En la Bahía La Graciosa la profundidad mínima fue de 1.49 m y la máxima de 7.92 m, registrando un promedio de 3.50 ± 1.73 m.

En relación a la temperatura del agua utilizada por los manatíes, no se estableció diferencias significativas entre los dos sitios de estudio ($F=2.12$, $p=0.14$). En el RVSBP, los manatíes fueron observados en aguas con un

rango de temperatura entre 25.50°C y 32.67°C, y un promedio de $27.43 \pm 1.84^\circ\text{C}$. En la Bahía La Graciosa, las temperaturas del agua variaron entre 24.94°C y 32.56°C con un promedio de $28.18 \pm 2.71^\circ\text{C}$.

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

9.1 Avistamiento de manatíes

El RVSBP y el RVSPM (específicamente la Bahía La Graciosa) son considerados como los sitios más importantes para el manatí en Guatemala. Diferentes investigaciones han demostrado que estos lugares presentan hábitat adecuados para el desarrollo, reproducción y sobrevivencia de esta especie (Quintana-Rizzo 2005b, Romero-Oliva 2006b, Quintana-Rizzo y Machuca 2008). Los resultados obtenidos dentro del presente estudio corroboran esta información, ya que en total se observaron 151 manatíes adultos/juveniles (90.42%) y 16 crías (9.58%) en estos lugares. El número de manatíes observados en el RVSBP y en la Bahía de la Graciosa fue el mismo (83 y 84 individuos, respectivamente). Estos avistamientos coinciden con los registros e información generada en otros estudios, evidenciando la preferencia de los manatíes por estos hábitats (Quintana-Rizzo 1993, Quintana-Rizzo 2005b, Romero-Oliva 2006b, Quintana-Rizzo y Machuca 2008).

En el RVSBP todos los avistamientos se registraron en la Ensenada Lagartos y en la Desembocadura de Río Oscuro, lugares preferidos por la especie debido a sus características físicas y ecológicas. Las áreas que incluyen la desembocadura de Río Oscuro junto con el espacio denominado Punta Chapín han sido identificados como zonas de reproducción para la especie, debido a la presencia de aguas someras, abundantes parches de vegetación y los frecuentes avistamientos de crías (Janson 1977, Quintana-Rizzo 1993). En la Bahía La Graciosa, todos los avistamientos y registros se obtuvieron entre Punta Moreno, Punta Confral y Punta Gruesa. Estos datos son similares a los obtenidos en otros estudios, donde son escasos los registros y observaciones de manatíes en otras áreas de la Bahía (Quintana-Rizzo 2005b, Romero-Oliva 2006b, Quintana-Rizzo y Machuca 2008).

En los dos sitios de estudio se observaron 57 manatíes solitarios (34.13%), y 110 manatíes en grupos (65.87%). En la Bahía La Graciosa esta diferencia fue más significativa, ya que el 83.33% (n=70) de los manatíes observados se encontraban formando grupos de diferentes tamaños. Es importante mencionar que los manatíes son animales solitarios y no presentan una estructura social definida (Hartman 1979, Reynolds & Wells 2003); por lo

tanto, no es común observarlos en grupo, aunque esto depende de la actividad que estén realizando y la disposición de los recursos.

La alta cantidad de avistamientos de grupos de manatíes en la Bahía la Graciosa, podría ser un indicador de que los requerimientos para la especie se encuentran concentrados y delimitados en áreas específicas. Los manatíes no están agrupados debido a interacciones sociales, sino más bien por la disposición y presencia de los recursos. Es necesario realizar estudios que determinen si el hábitat óptimo y utilizado por los manatíes en la Bahía la Graciosa, se reduce a pequeños parches o áreas específicas. Esta información es crucial y determinante para desarrollar estrategias de manejo y conservación para la especie en la zona.

9.2 Seguimientos focales

La duración total de los seguimientos focales fue similar para las dos zonas de estudio, sin embargo el número y duración de los seguimientos focales vario en cada sitio. Se realizó un mayor número de seguimientos focales dentro del RVSBP aunque con una duración menor en comparación con los registros obtenidos en la Bahía La Graciosa. La claridad del agua y mejores condiciones climáticas en la Bahía La Graciosa favorecieron significativamente la observación y seguimiento de los animales durante un mayor tiempo.

En ninguno de los seguimientos focales, los manatíes abandonaron las áreas donde originalmente fueron detectados. Los animales nunca se desplazaron hacia áreas distantes; al contrario, al alejarse del lugar donde originalmente fueron avistados realizaron desplazamientos circulares que permitían su regreso. Este comportamiento fue observado posiblemente a que todos los seguimientos fueron de corta duración, y en tan poco tiempo es difícil observar un desplazamiento mayor. De cualquier forma, esta conducta evidencia una fuerte preferencia y permanencia de los manatíes en áreas específicas, donde seguramente están agrupados los recursos que la especie necesita.

9.3 Patrones de actividad

Las frecuencias obtenidas para cada patrón de actividad fueron similares en los dos sitios de estudio. Además, fue común observar la utilización de las mismas áreas para el desarrollo de distintas actividades, principalmente lo concerniente con “exploración”, “alimentación” (posiblemente alimentándose) y “descanso”. Indudablemente estos sitios son utilizados por la especie como fuente de alimento y refugio.

En cuanto a la cantidad de tiempo utilizada por los manatíes para el despliegue de los diferentes patrones de actividad, tampoco se observaron diferencias entre los dos sitios de estudio. La tendencia de utilizar la mayor parte del tiempo para realizar actividades de “exploración”, “desplazamiento” y “posiblemente alimentándose” fueron evidentes en los dos lugares. Estos registros concuerdan con los datos obtenidos en otros estudios, donde se ha demostrado que los manatíes pasan entre siete y ocho horas del día en búsqueda de alimento (Colmenero y Hoz 1986, Reynolds & Odell 1991).

La actividad de “exploración” fue la mayormente observada y registrada en ambos sitios de estudio (total = 35.41%). Este tipo de actividad se relaciona directamente con la búsqueda de alimento y lugares seguros, siendo un indicador sobre la dificultad de la especie para conseguir alimento. Si los alimentos están dispersos, los animales tienen que invertir más tiempo en su búsqueda. Sin embargo, estos resultados también pueden deberse a la dificultad del observador de determinar el comportamiento de los manatíes debajo del agua, principalmente cuando la transparencia del agua es casi nula (esta característica es común en la mayoría de áreas donde se llevaron a cabo las observaciones). Estas ideas deben examinarse más a detalle y corroborar lo que representan estos altos porcentajes para esta actividad. De igual forma, se debe tomar en cuenta que esta actividad fue observada en la mayoría de los manatíes que integraban grupos, por lo que podría ser que los animales pasan más tiempo buscando alimento para evitar competencia entre los miembros del grupo o la cantidad de alimento baja cuando hay más animales alimentándose en la misma área.

Se puede especular que la actividad de “exploración” también es utilizada por esta especie para estar alerta de los acontecimientos que suceden en su entorno, principalmente lo referente con amenazas vinculadas con la

actividad humana. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que los manatíes no tienen buena visión (Powell 2002), por lo que este tipo de estrategia no parece viable ni posible. De cualquier forma, es necesario verificar y constatar a través de otros estudios, si este patrón de actividad ayuda a la especie a conocer las situaciones generadas a su alrededor y a tomar decisiones que le favorezcan en su supervivencia.

No se observaron manatíes ingiriendo alimentos o con comida en la boca. Tampoco se obtuvieron registros claros sobre procesos de alimentación utilizando el hidrófono; sin embargo, constantemente se obtuvieron registros de manatíes que permanecieron durante largos períodos de tiempo en espacios pequeños con parches de vegetación (sumergida y/o flotante), por lo que a este tipo de actividad se le denominó “posiblemente alimentándose”. Según información generada en otros estudios, la especie *Trichechus manatus* prefiere alimentarse directamente de la columna de agua, en comparación con otras especies del orden Sirenia que prefieren la vegetación flotante como es el caso de la especie *Trichechus inunguis* (UNEP 2010). Este factor pudo incidir en la observación de este patrón de actividad.

La actividad de “socialización” fue observada solamente cinco veces (total = 0.73%) en períodos bastante cortos, y solamente en la Bahía La Graciosa. Es indudable que este tipo de actividad solamente sucede cuando los manatíes se encuentran en grupo, por lo que es lógico deducir que estos patrones son difíciles de observar en esta especie, por ser animales solitarios sin una estructura social definida. A pesar de que este punto no concuerda con los datos generados en el presente estudio, ya que la tendencia fue observar mayor número de animales formando grupos, los registros de esta actividad fueron igualmente bajos. Cabe mencionar que todos los datos referentes con “socialización” fueron interacciones entre madre y cría, que es el tipo de relación más común en esta especie (Powell 2002, Reynolds & Wells 2003).

No se observaron grupos reproductivos. Esto pudo deberse a que las observaciones se realizaron en los meses de julio a febrero y la actividad reproductiva para la especie se ha reportado entre los meses de marzo y agosto (UNEP 2010). En Guatemala, se han tenido reportes principalmente para el mes de abril. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que dentro del estudio se registraron altos porcentajes de crías (9.21%, n=7 en el RVSBP;

12%, n=9 en la Bahía la Graciosa), lo que indica que estos lugares están funcionando como áreas de reproducción para la especie.

Los patrones de actividad desarrollados por los manatíes fueron observados a lo largo de todo el día. La excepción a estas observaciones, fue la actividad de “descanso” que no tuvo registros de 6:00 am a 8:00 am, y la actividad denominada “socializando” que únicamente se registró de 12:00 pm a 2:00 pm. Sin embargo los datos muestran una tendencia que indica que los manatíes utilizan ciertas horas del día para realizar actividades específicas.

Los períodos de actividad están regulados por los ciclos biológicos y rítmicos de la especie; además de la influencia que ejercen las actividades humanas y las condiciones ambientales existentes en cada sitio. Estudios previos indican que la actividad humana incide directamente en el comportamiento y distribución de la especie. Los efectos de la contaminación, la pesca a diferentes escalas, el desarrollo de procesos agroindustriales en los alrededores y altos índices de cacería, han modificado los horarios de actividad de los manatíes. Los ciclos de actividad de la especie en lugares levemente intervenidos suelen ser arrítmicos, mientras que en sitios altamente intervenidos los manatíes suelen alimentarse cuando disminuye la presencia humana (Rathbun et al. 1983, Colmenero y Hoz 1986, Rodríguez 2006).

Específicamente para el RVSBP, se observó mayor actividad de los manatíes (principalmente la actividad definida como “posiblemente alimentándose”) durante el período de la mañana (de 8:00 am a 10:00 am). Esto podría estar relacionado con la actividad de pesca desarrollada en esta área. La mayoría de pescadores en este lugar colocan las redes de pesca en la madrugada (4:00 am a 6:00 am) y las recogen al mediodía. En algunos casos, las redes son colocadas y dejadas durante toda la noche, retirándolas al día siguiente de igual forma por la madrugada. La actividad pesquera merma considerablemente entre las siete y ocho de la mañana, lo cual podría estar vinculado con el incremento de las actividades de los manatíes a partir de esa hora. Es importante de igual forma, evidenciar que las actividades de los manatíes disminuyeron al mediodía (entre las 12:00 pm y 2:00 pm), lo cual coincide con el retiro de las redes de pesca y un mayor movimiento de embarcaciones dentro del área. Además, los manatíes mostraron la actividad

de “exploración” por la tarde, lo cual podría estar directamente vinculado con la búsqueda de alimentación.

Cabe considerar que estos aspectos son puramente especulativos, ya que puede influir el hecho de que las observaciones de manatíes en este sitio, son más fáciles en las primeras horas del día (a partir de las 7 am), debido a que las condiciones climáticas son óptimas (poco reflejo del sol y sin presencia de oleaje). Además, el tiempo dedicado al estudio fue bastante corto, por lo que es necesario realizar un estudio más a detalle donde se realicen muestreos nocturnos.

En el caso de la Bahía La Graciosa, el comportamiento pareciera ser diferente. Las actividades de “exploración” y “desplazamiento” se mantuvieron constantes a lo largo del día. La actividad “posiblemente alimentándose” se registró principalmente en las primeras horas del día (6:00 am a 9:00 am), lo cual podría indicar que los manatíes se alimentan en este sitio durante la madrugada. Estos registros coinciden con lo reportado en otros estudios (Hartman 1979). Por otro lado, la actividad de “descanso” fue observada únicamente después del medio día, principalmente en las horas de la tarde (de 2:00 pm a 4:00 pm). En este sitio, a diferencia del RVSBP, la actividad humana fue bastante leve. A pesar de existir actividad pesquera en la zona y el tránsito esporádico de embarcaciones, la actividad humana fue significativamente más baja en comparación con la dinámica establecida dentro del RVSBP. Este aspecto podría incidir en el comportamiento de los manatíes presentes en la Bahía, ya que seguramente se encuentran menos presionados y alterados por el humano.

9.4 Efectos antropogénicos en el comportamiento de los manatíes

La actividad humana ejerce una presión directa en los manatíes según los datos obtenidos dentro del estudio. En los dos sitios muestreados, siempre se evidenciaron reacciones negativas de los manatíes ante la presencia de embarcaciones y actividades relacionadas con la pesca. Estos dos factores han sido reportados como posibles amenazas para los mamíferos marinos. Por ejemplo, estudios sobre las ballenas grises (*Eschrichtius robustus*) y las toninas (*Tursiops truncatus*) han demostrado una relación clara y directa entre la

ausencia de mamíferos marinos y el tránsito intenso de embarcaciones en un área particular (Lusseau 2005).

En el presente estudio, se observó que las embarcaciones dejan de tener un efecto negativo si se encuentran a una distancia estimada entre 100 m (para el caso de embarcaciones sin motor) y 300 m (embarcaciones con motor) de los animales. Diversos estudios han demostrado que los efectos del sonido pueden ser perjudiciales para la especie, creando cambios en los procesos de reproducción, migración, patrones de movimiento, distribución, forrajeo, comportamiento social y comunicación (Powell 2002, Reynolds & Wells 2003, Rodríguez 2006). Cuando los manatíes detectan una embarcación, cambian su trayectoria y velocidad buscando lugares más profundos donde se pueden refugiar, dejando de realizar la actividad que estaban desarrollando (UNEP 2010). Sin embargo, aun no está claro a que distancia los manatíes pueden detectar el ruido generado por los motores de las embarcaciones. Aun así, los altos niveles de mortandad de manatíes causados por colisiones y accidentes con propelas sugiere que los animales no detectan a tiempo este tipo de amenazas (en otros países se tienen numerosos casos al respecto, además de acontecimientos ocurridos con la especie *T. m. latirostris*; King & Heinen 2004, Nowacek et al. 2004, Miksis-Olds et al. 2007, UNEP 2010).

En la Bahía La Graciosa, es importante señalar que las embarcaciones sin motor ubicadas incluso a una distancia de 500 m parecieron causar un efecto negativo en los manatíes. Esto fue diferente en el RVSBP, donde se dejó de registrar este tipo de efectos cuando la embarcación estaba más allá de una distancia aproximada a los 100 m. Esta diferencia puede ser causada por la baja movilización de embarcaciones dentro de la Bahía La Graciosa, lo que hace que los animales no estén familiarizados con el sonido y los efectos generados. En áreas donde los manatíes están acostumbrados al ruido y presencia humana, podrían ser más propensos a ser cazados, quedar atrapados en redes de pesca, o sufrir colisiones por el movimiento de las embarcaciones presentes.

Es indudable que a partir de estos resultados, es necesario crear e implementar un reglamento que regule el tránsito de las embarcaciones en los dos sitios de estudio. Los niveles de sonido son directamente proporcionales a la velocidad de las embarcaciones, por lo que la regulación y disminución de

estas velocidades, puede evitar los efectos negativos que actualmente se generan en la especie. Diversos estudios han demostrado que cuando una embarcación se moviliza lentamente, se reduce la rotación de las propelas, disminuyendo la generación de sonido y la formación de turbulencia (UNEP 2010). Otro aspecto que se debe considerar, es la prohibición de embarcaciones de gran calado, debido a la necesidad de utilizar motores grandes y potentes, que pueden llegar a degradar y cambiar los hábitats que actualmente utiliza el manatí. Actualmente se sabe que los proyectos mineros existentes en los alrededores del RVSBP, gestionan el paso de barcazas por el Lago de Izabal para el traslado de maquinaria y los minerales extraídos. Este hecho aumentaría notablemente el problema en este sitio, provocando el desplazamiento de la especie a otras áreas por la degradación de los hábitats disponibles.

En cuanto a la presencia de actividad pesquera, también se registraron reacciones negativas de los manatíes. Esta actividad de igual forma contempla la utilización de embarcaciones de diferentes tamaños y características, por lo que su efecto también implica incremento en el sonido subacuático. Este tipo de interacción fue registrada principalmente en el RVSBP, en donde se evidenciaron reacciones negativas de la especie a una distancia de 100 m del lugar donde se desarrollaba la actividad. Distancias mayores no ocasionaban que los manatíes cambiaran sus patrones de actividad.

La muerte accidental de manatíes en redes de pesca se ha documentado en varios países del Caribe incluyendo Belice (Auil & Valentine 2004), Nicaragua (Jiménez 2002), Colombia (Castelblanco-Martinez y Bermúdez 2004), y Trinidad & Tobago (Hislop 1985). En el RVSBP se ha registrado el deceso de al menos 10 manatíes en los últimos diez años, identificando a la actividad pesquera, junto con la cacería ilegal, como los posibles causantes de estos acontecimientos.

Se debe considerar que dentro del RVSBP, desde hace varios años se desarrolla un arte de pesca ilegal que utiliza redes de arrastre. Los pescadores que utilizan este tipo de arte son conocidos como “haladores”. Este tipo de pesca consiste en una red con una serie de flotes en su parte superior (corchos o material de desecho como envases o botellas de plástico) y una fila de plomos en su parte inferior. Las redes quedan verticalmente en el agua

formando una valla. Este instrumento apresa los peces de diferentes tamaños por las agallas ya que el hilo de los paños es muy delgado. La técnica consiste en extender la red a lo largo del cuerpo de agua formando un semi-círculo que puede llegar a medir hasta cuatro km de largo. La red es arrastrada cosechando todos los peces que quedan atrapados. Hay evidencia que otros animales acuáticos como el manatí quedan atrapados en dichas redes, provocando grandes lesiones en los adultos y asfixiando a las crías (Ruiz 2008).

La creación de espacios destinados exclusivamente para la presencia y distribución de los manatíes prohibiendo la intervención humana, puede ser una solución ante estas amenazas. En Guatemala, muchos de los hábitats utilizados por la especie se encuentran dentro de los límites de áreas protegidas, por lo que resultaría menos difícil la inclusión de este tipo de estrategias dentro del manejo y administración de dichas áreas. El otro aspecto en donde se debe incidir directamente, es evitar la expansión y desarrollo de las actividades antropogénicas existentes en los alrededores. Es evidente que las actividades ganaderas, agroindustriales (monocultivos), mineras, petroleras, entre otras, contribuyen con la contaminación de los cuerpos de agua, principalmente por la degradación y transformación de los hábitats terrestres ubicados en las orillas y áreas colindantes (Dix et al. 1999). El aumento de este tipo de actividades pondría en peligro los hábitats existentes y por ende la supervivencia de la especie.

9.5 Características ambientales en los dos sitios de estudios

Las condiciones ecológicas y físicas observadas en cada uno de los sitios de estudio, muestran características comunes de los hábitats utilizados por los manatíes: aguas someras, presencia de vegetación acuática (sumergida y/o flotante), temperaturas constantes por arriba de los 25° centígrados y bajos niveles de salinidad (Hartman 1979, Brook & Sartucci 1989).

Las condiciones existentes en los dos sitios de estudio fueron bastante similares. En los dos lugares se determinó la presencia de especies vegetales acuáticas que han sido registradas dentro de la dieta del manatí (Brook & Sartucci 1989). Diversos estudios han demostrado que estos sitios son lugares

importantes para el manatí, debido a la presencia de numerosos parches de vegetación (sumergida y/o flotante) que pueden ser aprovechados por la especie (Romero-Oliva 2006a, 2006b; Quintana-Rizzo y Machuca 2008).

Es importante analizar y verificar la relación entre las condiciones de cada lugar y el desarrollo de los patrones de actividad por parte del manatí. De evidenciar la preferencia de los manatíes hacia ciertas condiciones para el despliegue de actividades específicas, aumentaría considerablemente la vulnerabilidad de la especie en el país. Cualquier cambio en los hábitats utilizados por la especie, podría afectar directamente su supervivencia. De tal cuenta, es fundamental y necesario caracterizar los hábitats existentes en cada sitio de estudio para verificar e identificar variaciones naturales y ecológicas que determinen el uso que potencialmente le pueda dar la especie. En relación a este tema, los esfuerzos realizados en el RVSBP han sido mayores en comparación con otros lugares del país; sin embargo, se tiene información general sobre todos los sitios utilizados por los manatíes en el país (Quintana-Rizzo 1993, 2005a, 2005b; Romero-Oliva 2006a, 2006b; Quintana-Rizzo y Machuca 2008). Indudablemente es necesario mantener este tipo de estudios para verificar y conocer características más específicas y relevantes de los hábitats utilizados por los manatíes en Guatemala.

10. Conclusiones

1. Se observaron en total 151 manatíes adultos/juveniles y 16 crías en el RVSBP y en la Bahía La Graciosa dentro del RVSPM. Esto corrobora y valida la importancia de estos sitios para el desarrollo, reproducción y supervivencia de la especie en Guatemala. Las condiciones ecológicas y físicas observadas en estos sitios son favorables para la presencia y distribución de la especie.
2. Los sitios específicos de mayor relevancia para los manatíes dentro de este estudio fueron Ensenada Lagartos y la desembocadura de río Oscuro en el RVSBP; y el espacio entre Punta Confral, Punta Gorda y Punta Moreno en la Bahía La Graciosa. Todos los patrones de actividad fueron registrados en estos lugares, evidenciando el papel fundamental de estos hábitats en la supervivencia y desarrollo de la especie. Este aspecto debe ser considerado al momento de elaborar y establecer estrategias de conservación y manejo en las áreas naturales presentes en la región.
3. La frecuencia y duración de los patrones de actividad observados fueron similares en los dos sitios de estudio. No se establecieron diferencias significativas, por lo que se deduce que las condiciones existentes en cada sitio no difieren, ni interfieren en el comportamiento de los manatíes presentes (no se valida la hipótesis planteada). La actividad de “exploración” fue la mayormente observada, mientras que la “socialización” solamente fue evidente en la Bahía La Graciosa durante períodos de tiempo bastante cortos.
4. El número alto de manatíes formando grupos, los constantes registros de la actividad denominada “exploración”, y el desplazamiento constante de los animales hacia los mismos lugares, sugieren que los recursos que son requeridos por la especie, se encuentran dispersos en pequeños parches y/o áreas pequeñas. Los recursos disponibles para la especie pudieran no estar distribuidos uniformemente a lo largo de todos los

hábitats presentes en los dos sitios de estudio. Aunque se debe aclarar que a partir de los pocos muestreos y la dificultad de determinar el comportamiento de los manatíes en aguas oscuras, este punto es sumamente especulativo. Es importante corroborar este aspecto para desarrollar estrategias y acciones de manejo que incidan en las áreas de mayor importancia para la especie.

5. Existieron variaciones en los registros obtenidos para la actividad “posiblemente alimentándose” en los dos sitios de estudio. Este tipo de actividad fue observada constantemente en la Bahía La Graciosa, mientras que en el RVSBP fue prácticamente visible únicamente entre las ocho y diez de la mañana. Este aspecto puede estar relacionado con los procesos de pesca desarrollados en Bocas del Polochic. En este lugar la actividad diaria de los manatíes disminuye durante las horas en que la actividad pesquera aumenta.
6. La actividad humana ejerce un efecto negativo en el comportamiento de los manatíes. En los dos sitios de estudio se evidenciaron reacciones negativas de los manatíes ante la presencia de embarcaciones y actividad pesquera. Es necesario la realización e implementación de reglamentos y planes de manejo que regulen estas actividades en los dos sitios de estudio, para mantener las poblaciones de manatíes estables en el país.

11. Recomendaciones

1. Obtener registros sobre los patrones de actividad de la especie durante la noche en los dos sitios de estudio. Es necesario identificar las tendencias conductuales establecidas por los manatíes en diferentes horarios del día, para determinar si responden a condiciones específicas existentes en cada lugar.
2. Intensificar los estudios que relacionen e identifiquen los efectos de la actividad humana en el comportamiento de la especie. Se debe dar énfasis a los impactos ocasionados por el sonido subacuático, el tránsito de embarcaciones, las artes de pesca existentes, y los procesos agroindustriales y mineros que se llevan a cabo en los sitios de estudio.
3. Regularizar el tránsito y la velocidad de las embarcaciones con motor que se movilizan en los dos sitios de estudio. Es importante disminuir la velocidad y el calado de las embarcaciones que transitan por las áreas de importancia y que son prioritarias para la especie.
4. Para el avistamiento, detección y seguimiento de manatíes en los dos sitios de estudio, se recomienda la realización de sobrevuelos cortos combinados con recorridos acuáticos. Durante los seguimientos focales, los sobrevuelos son eficaces ya que mantienen las detecciones y los avistamientos, disminuyendo considerablemente la posibilidad de perder al animal focal. Por otro lado, el uso del sonar de barrido lateral de imágenes es recomendable únicamente para la detección de animales presentes en cuerpos de agua cerrados. En espacios de agua abiertos, el sonar de barrido lateral tiene uso limitado. Esto debido a que los manatíes suelen esconderse en presencia de embarcaciones y actividad humana, por lo que en cuerpos de agua abiertos tienen suficiente espacio para escapar y salirse de la detección del instrumento.

12. Referencias

Ackerman, B., Caddick, G., Calvo, L., Cardona, J., & Quintana-Rizzo, E. (1991). *Report - Manatee aerial surveys in Guatemala*. Florida Marine Research Institute, Doc. Tec. Florida. 8 p.

Acosta, A. (2002). *Efecto del trafico de botes sobre los eventos superficiales de los delfines de río Inia geoffrensis y Sotalia fluviatilis en el Municipio de Puerto Nariño durante épocas de aguas bajas Amazonas-Colombia*. (Tesis de Licenciatura). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 125 p.

Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior*, 49:227-267.

Arrivillaga, A., & Baltz, D. (1999). Comparison of fishes and macroinvertebrates on seagrass and bare-sand sites of Guatemala's Atlantic coast. *Bulletin of Marine Science*, 65:301-319.

Arrivillaga, A. (2002). *Evaluación de la presencia de Hydrilla Verticillata en la región de río Dulce y lago de Izabal: Diagnostico general e identificación de medidas de control*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP. Guatemala. 120 p.

Auil, N., & Valentine, A. (2004). *Manatee strandings along the Coastal Zone of Belize 1996-2003*. Final stranding report to Coastal Zone Management Institute and the Fisheries Department of Belize. Unpublished report.

Barrientos, L. (2006). *Reporte de monitoreo de la calidad del agua del Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic*. Proyecto JADE. Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala. 44 p.

Barrientos, L. (2007). *Reporte de monitoreo de la calidad del agua del Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic*. Proyecto JADE. Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala. 51 p.

Basterrechea, M. (1991). *Evaluación del impacto ambiental de la exploración sísmica en la cuenca del lago de Izabal*. Shell Exploration B.V. Guatemala. 89 p.

Bengtson, J. (1983). Estimating food consumption of free ranging manatees in Florida. *Journal of Wildlife Management*, 47: 1186-1192.

Bengtson, J, & Fitzgerald, S. (1985). Potential role of vocalizations in West Indian manatees. *Journal of Mammalogy*. 66(4): 816-819.

Bertram, G., & Bertram, C. (1964). Manatees in Guianas. *Zoológica (NY)*, 49:115-120.

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

Brinson M., & Nordlie, F. (1975). Lake Izabal, Guatemala. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 19:1468-1479.

Brook, V., & Sartucci, L. (1989). *The West Indian Manatee in Florida*. Florida Power and Light Company. Miami, Florida. 35 p.

Castelblanco-Martínez, D. (2004). Estudio del comportamiento en vida Silvestre del manatí del Orinoco (*Trichechus manatus*). En M. Diazgranados y F. Trujillo-González (Eds.) *Estudios de fauna silvestre en ecosistemas acuáticos en la Orinoquia Colombiana* (p: 111-131) Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo, Departamento de Ecología y Desarrollo. Universidad Javeriana. Bogota, Colombia.

Castelblanco-Martinez, D., y Bermúdez, A. (2004). Manatíes del Orinoco: Factores, riesgos y consecuencias para su conservación. Pp. 159-174 En: M.C. Diazgranados, T. Trujillo-Gonzalez, eds. *Estudios de fauna silvestre en*

ecosistemas acuáticos en la Orinoquia Colombiana. Fundación Javeriana de Artes Gráficas, Bogotá, DC.

Colmenero, R., y Hoz, E. (1986). Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*. UNAM, 56:955-1020.

De La Cruz, S. (1982). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. Guatemala. 52 p.

Del Valle, F. (2001). *Evaluación de distribución de la población de manatí (Trichechus manatus, L) Trichechidae-Sirenia en Guatemala y sus principales amenazas*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 76 p.

Dix, A. (1998). *Plan Preliminar de Ordenamiento del sur de la Cuenca del río Polochic*. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 40 p.

Dix, A., Maldonado, M., Dix, M., De Bocaletti, O., Girón, R., De la Roca, I., Bailey, A., Herrera, K., Pérez, J., Pierola, K., y Rivera, G. (1999). *El impacto de la cuenca del río Polochic sobre la integridad biológica del Lago de Izabal*. Informe final. Proyecto No. 4. Universidad del Valle de Guatemala, Centro de Estudios Ambientales. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONCYT. Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala. 148 p.

Fundación Defensores de la Naturaleza. (2004). *Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic*. Plan Maestro 2004-2008. Guatemala. 113 p.

Fundación Mario Dary Rivera (FUNDARY), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), y The Nature Conservancy (TNC). (2006). *Plan De Conservación de Área 2007-2011 Refugio De Vida Silvestre Punta de Manabique*. FUNDARY-PROARCA-TNC. Guatemala. 155 p.

García-Rodríguez, A., Bowen, B., Domming, D., Mignucci-Gionnoni, A., Marmontel, M., Montoya-Ospina, R., Morales-Vela, B., Rudin, M., Bonde, R., & McGuire, P. (1998). Phylogeography of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*): how many populations and how many taxa?. *Molecular Ecology*, 7: 1137-1149.

Gonzalez-Socoloske, D. (2007). *Status and distribution of manatees in Honduras and the Use of Side-Scan Sonar*. (Thesis of Master). Loma Linda University. California. 101 p.

Hartman, D. (1971). *Behavior and ecology of the Florida manatee, Trichechus manatus latirostris (Harlan) at Crystal River, Citrus County*. (Doctoral Thesis). Cornell University. New York. 285 p.

Hartman, D. (1979). *Ecology and behavior of the manatee in Florida*. The American Society of Mammalogists. Special Publication No. 5. USA. 153 p.

Herrera, F., Quintana-Rizzo E., Sandoval K., y Lopez J. (2004). *Plan de manejo de conservación del manatí en Guatemala*. Comisión Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala. 67 p.

Hislop, G. (1985). Trinidad and Tobago. *Sirenews* 3:8. Department of Anatomy, Howard University, Washington D.C.

Husar, S. (1978). *Trichechus manatus*. *Mammalian Species*, 93:1-5.

Janson, T. (1977). *The ecology and conservation of the Guatemalan manatee*. Progress report. Guatemala. 6 p.

Jiménez, I. (2002). Heavy poaching in prime habitat: the conservation status of the West Indian manatee in Nicaragua. *Oryx* 36:272-278.

King, J., & Heinen, J. (2004). An assessment of the behaviors of overwintering manatees as influenced by interactions with tourists at two sites in Central Florida. *Biological Conservation*, 117:227-234.

Lefebvre, L., & Kochman, H. (1991). An evaluation of aerial survey replicate count methodology to determine trends in manatee abundance. *Wildlife Society Bulletin*, 19:298-309.

Lefebvre, L., Marmontel, M., Reid, J., Rathbun, G., & Doming, D. (2001). Status and biogeography of the West Indian manatee. In Ch. Woods & F. Sergile (Eds.). *Biogeography of the West Indies, patterns and perspectives* (p: 425-474). Taylor & Francis Group, USA.

Lusseau, D. (2005). Residency pattern of bottlenose dolphins *Tursiops spp.* In Milford Sound, New Zealand, is related to boat traffic. *Marine Ecology Progress Series* 295:265-272.

Mann, J. (2000). Unraveling the dynamics of social life. In J. Mann, R. Connor, L. Tyack & H. Whitehead (Eds.). *Cetacean societies* (p: 45-64). Field studies of dolphins and whales. University of Chicago Press. USA.

May-Collado, L., Agnarsson, J., & Wartzok, D. (2007). Phylogenetic review of tonal sound production in whales in relation to sociality. *BMC Evolutionary Biology*, 7:136.

Miksis-Olds, J., Donaghay, P., Miller, J., Tyack, P., & Reynolds, J. (2007). Simulated vessel approaches elicit differential responses from manatees. *Marine Mammal Science*, 23:629-649.

Miksis-Olds, J. (2009). Manatee (*Trichechus manatus*) vocalization usage in relation to environmental noise levels. *Acoustical Society of America*, 125:1806-1815.

Nowacek, S., Wells, R., Owen, E., Speakman, T., Flamm, R., & Nowacek, D. (2004). Florida manatees, *Trichechus manatus latirostris*, respond to approaching vessels. *Biological Conservation*, 119:517-523.

Olivera-Gomez, L. & Mellink, E. (2002). Spatial and temporal variation in counts of the Antillean Manatee (*Trichechus m. manatus*) during distribution survey at Bahía de Chetumal México. *Aquatic mammals*, 28:285-293.

Pacas, L. (2002). *Informe Final del Ejercicio profesional Supervisado (EPS) en el Municipio de El Estor, Izabal*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala. 82 p.

Poll, E. (1983). *Plantas acuáticas de la región de El Estor Izabal*. Fitopublicaciones a cargo del departamento de Botánica, Recursos Naturales renovables y Conservación. Escuela de Biología. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 103 p.

Ponciano, I., Villar L., Kinh H., y Ramos J. (1999). *Ficha informativa Ramsar de Punta de Manabique*. Fundación para la Conservación del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Mario Dary –FUNDARY-. Guatemala. 20 p.

Powell, J. (2002). *Manatees: Natural history & Conservation*. World Life library. Voyageur Press. Florida, USA. 72 p.

Quintana-Rizzo, E. (1993). *Estimación de la distribución y el tamaño poblacional del manatí *Trichechus manatus* (*Trichechidae-Sirenia*) en Guatemala*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 80 p.

Quintana-Rizzo, E. (2005a). *Distribución y número de manatíes (*Trichechus manatus manatus*) utilizando la Costa Atlántica de las aguas guatemaltecas*. Estudio sinóptico. Reporte Técnico. Universidad de la Florida del Sur. Guatemala. 18 p.

Quintana-Rizzo, E. (2005b). *Estudio sinóptico de la distribución y abundancia relativa del manatí (Trichechus manatus) en el Golfo de Honduras en el período de Mayo-Junio 2005*. Reporte técnico para el Comitato Internazionale per lo Sviluppo del Popoli (CISP). Guatemala. 33 p.

Quintana-Rizzo, E., y Machuca, O. (2008). *Monitoreo científico para la conservación del manatí y su hábitat*. Fundación Defensores de la Naturaleza. Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Guatemala. 87 p.

Ramírez, H. (2008). *Uso del hábitat de manatíes (Trichechus manatus) aislados en la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México*. (Tesis de Maestría). Colegio de la Frontera Sur –ECOSUR-. Villahermosa. 88 p.

Rathbun, G., Powell, J., & Cruz, G. (1983). Status of the West Indian Manatee in Honduras. *Biological Conservation*, 26:301-308.

Reeves, R., Stewart, B., Clamphan, P., & Powell, J. (2002). *Guide to marine mammals of the world*. National Audubon Society. USA. 527 p.

Reynolds, J., & Odell, D. (1991). *Manatees and Dugongs*. Fact on file, New York, USA. 192 p.

Reynolds, J., & Powell, A. (2002). Manatee. In W. Perrin, B. Wursig & J. Thewissen (Eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, USA. 709-719 p.

Reynolds, J., & Wells, R. (2003). *Dolphins, whales and manatees of Florida: A guide to sharing their world*. University Press of Florida. USA. 149 p.

Rodríguez, N. (2006). *Aspectos de la ecología y conducta de una población aislada de manatíes (Trichechus manatus manatus) en la laguna de Las Ilusiones, Villahermosa-Tabasco*. (Tesis de Licenciatura). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. 54 p.

Romero-Oliva, C. (2006a). *Caracterización y comparación de los hábitos de influencia para la especie Trichechus manatus manatus (manatí) dentro del Golfo de Honduras*. Proyecto protección y manejo regional de los recursos marino-costeros en el Golfo de Honduras. Comitato Internazionale per lo Sviluppo del Popoli. Guatemala. 120 p.

Romero-Oliva, C. (2006b). *Distribución y abundancia relativa de la época lluviosa (diciembre) de la población de manatí (Trichechus manatus manatus) en Guatemala y comparación época seca (junio) 2005*. Plan de Acción para el Desarrollo del Monitoreo y Conservación del manatí en el Golfo de Honduras. Comitato Internazionale per lo Sviluppo del Popoli (CISP). Guatemala. 32 p.

Ronald, K., Selley, L., & Amoroso, E. (1978). *Biological synopsis of the manatee*. International development Research Center. Canada. 112 p.

Ruiz, I. (2008). *Registro de los valores culturales de las comunidades indígenas y no indígenas asentadas en la Costa Atlántica, Izabal, para la conservación del Manatí (Trichechus manatus manatus)*. Documento no publicado. Fundación Defensores de la Naturaleza. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONCYT. 51 p.

Self-Sullivan, C., & Mignucci-Giannoni, A. (2006). *IUCN Red list assessment for Trichechus manatus manatus submitted to IUCN SSC/SSG on 4 January 2006*. USA. 16 p.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (1999). *Listas de fauna de importancia para la conservación en Centroamérica y México*. WWF. Costa Rica. 224 p.

United Nations Environment Programme –UNEP-: *Regional Management Plan for the West Indian Manatee (Trichechus manatus)*. Compilado por Ester Quintana-Rizzo y John Reynolds III. (2010). CEP Technical Report. UNEP Caribbean Environment Programme. Kingston, Jamaica. 169 p.

Viloria, L. (2001). *Manejo y registro conductual de una cría de manatí (Trichechus manatus manatus) en cautiverio en el parque Xcaret, Quintana Roo, México.* (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México -UNAM-. México Distrito Federal. 40 p.

Waples, D. (1995). *Activity budgets of free-ranging bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) in Sarasota Bay, Florida.* (Thesis of Master). University of California Santa Cruz. California. 61 p.

Whitaker, D. & Kinght, R. (1998). Understanding wildlife response to humans. *Wildlife Society Bulletin*, 26:312-317.

Yañez-Arancibia, D., Zarate, A., Gómez, M., Godinez, R., & Fandiño, V. (1999). The ecosystem framework for planning and management the Atlantic coast of Guatemala. *Ocean and Coastal Management*, 42:283-317.

13. Anexos**13.1 Anexo 1**

Boleta de campo utilizada para el registro de los patrones de comportamiento de los manatíes detectados y seguidos.

BOLETA DE CAMPO
REGISTRO PATRONES DE ACTIVIDAD DEL MANATI (*Trichechus manatus manatus*)

Fecha: ___/___/_____

No. Boleta: _____

Observadores: _____ Hora de inicio: _____ Hora final _____

Lugar: _____ Coordenadas geográficas: W _____. _____; N _____. _____

Condiciones del lugar: _____

Características animal focal: _____ Registro Animal focal: _____

TIEMPO ACTIVIDAD	PATRONES DE ACTIVIDAD						PRESENCIA HUMANA			No. Registro hidrófono	No. Registro sonar lateral
	Social	Alimen	Explor	Despla	Descan	Otros	Actividad	Distancia	Reacción		

Observaciones: _____

13.2 Anexo 2

Boleta de campo utilizada para el registro de las características ambientales presentes en los sitios de estudio.

**BOLETA DE CAMPO
REGISTRO DE LAS CARACTERISTICAS AMBIENTALES**

Fecha: ____/____/____

No. Boleta: _____

Observadores: _____ Hora de inicio: _____ Hora final _____

Coordenadas geográficas inicio: W ____.; N ____.

Coordenadas geográficas final: W ____.; N ____.

Registro sonar	Características general del hábitat	Colecta de vegetación	
		Código	Características

Observaciones: _____