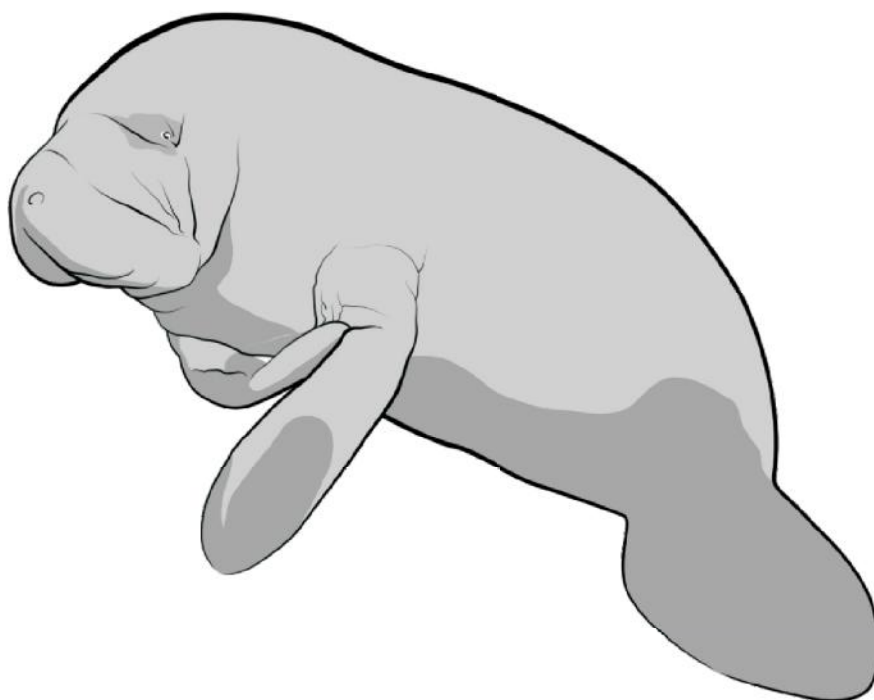




**Centro de Investigaciones Marinas
Universidad de la Habana**



**“Estado actual del manatí (*Trichechus manatus*) en la Ensenada de la Siguanea:
Consideraciones para su conservación”**



Tesis presentada en opción al Título Académico de Maestro en
Manejo Integrado de Zonas Costeras

Autora:

Lic. Anmari Alvarez Alemán

Tutores:

Dr. Jorge A. Angulo Valdés
Dr. James A. Powell

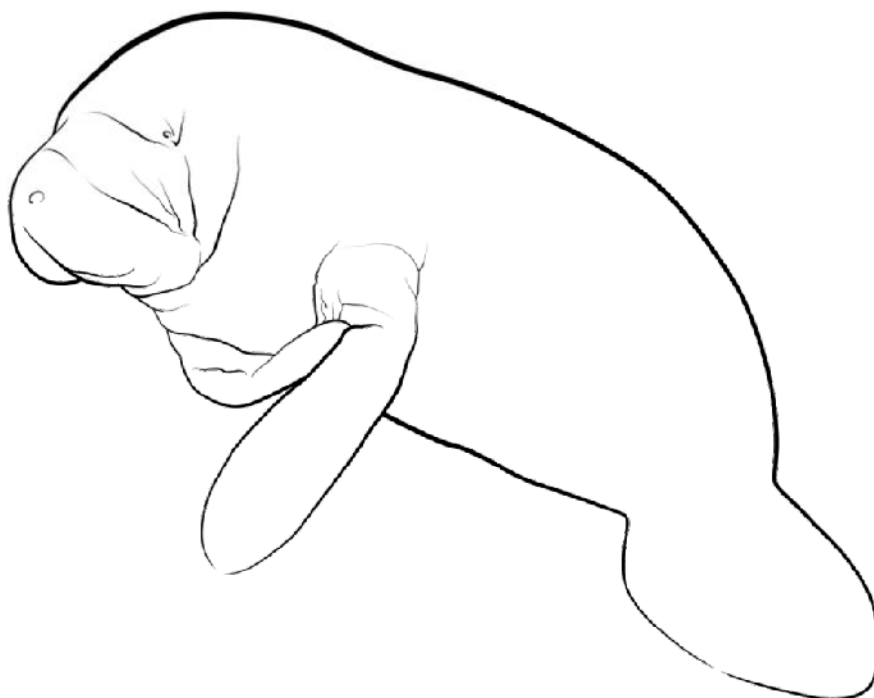
Ciudad de La Habana, 2010



**Centro de Investigaciones Marinas
Universidad de la Habana**



**“Estado actual del manatí (*Trichechus manatus*) en la Ensenada de la Siguanea:
Consideraciones para su conservación”**



Tesis presentada en opción al Título Académico de Maestro en
Manejo Integrado de Zonas Costeras

Autora:

Lic. Anmari Alvarez Alemán

Tutores:

Dr. Jorge A. Angulo Valdés

Dr. James A. Powell

Ciudad de La Habana, 2010

...Life must become more than the wants and needs of humans.
We are not on this earth alone, if the manatee goes into extinction
because the needs of humans became more important,
then we will have taken another step backward toward our own demise.
Extinction is forever and for all...



Dr. Harvey Barnett

....A la Doctora María Elena Ibarra Martín, por su confianza, por permitirme entrar en este mundo y porque su pasión por la conservación de la naturaleza cubana me inspira....

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a todos los que me han ayudado y me ayudan, porque no es fácil el camino que elegí y porque transitarlo sola hubiese sido y es imposible.

A mi tutor y más, Dr. Jorge Angulo Valdés por ser mi guía y apoyo desde el principio, por ser tan paciente conmigo, por su confianza y sus enseñanzas, por su cariño también. A mi otro tutor Dr. "Buddy" Powell por su paciencia y apoyo durante tantos años y sobre todo por dedicar parte de su tiempo y esfuerzo a la conservación del manatí en Cuba.

A Nicole Auil, que es mi asesora y su trabajo en Belice mi paradigma y ejemplo a seguir.

A mi mamá que es mi fuerza de empuje y la razón principal para seguir haciendo....a mi familia por ser mi respaldo.

A mi equipo de trabajo sin el cual nada hubiese existido....a Eddy (que es amuleto de la suerte y alegría en una misma persona), a Lachi (malgenioso pero con muchos conocimientos), Coco, Oyaima, Hilario, Aramis, Yeyo, Mariel. A los voluntarios de la Operación Wallacea. A los amigos de la Isla de la Juventud (Colony, Capitanía Siguanea). También a los pescadores, Chachito, Chubito, Carlitos y todos.

A mis colegas del CIM, sobre todo por estar a mi lado en esta recta final. A José Andrés, Alexei, Maikel (que me llevaban el café a la oficina para que no dejara de escribir). A Julia, que me ayudo con el análisis de los datos y se leyó la tesis completa para ayudarme a mejorar el documento, también por ser la especialista en SIG del grupo. A Jessy, muchas gracias por "todo". A Zenaida y Suyín que me ayudaron con el procesamiento de las muestras. A Elaine, Niurka, Melba. A la Dra. Ana María y Yandi que me ayudaron en la caracterización de los hábitats y la identificación de especies. A todos los que no critican y si critican lo hacen de manera constructiva y sin maldad.

A la Dra. Cathy Beck por preocuparse siempre por mí y por mi trabajo, por todos sus conocimientos y experiencias, al Dr. Bob Bonde. A Nataly Castelblanco por su ayuda con el análisis de la dieta.

A Susana (mi prima de siempre) y Danay porque cada vez que las llamo responden. A Elena de la Guardia porque su exigencia hace que las personas lo hagan mejor. A mis amigas de siempre Juliette y Malle.

A Yesmani y Ariagna por ayudarme con la portada del documento.

A la Dra. Dalia Salabarría por dedicar parte de su tiempo a realizar la oponentía de la tesis.

A Flora y Fauna y Centro Nacional de Áreas Protegidas que también hacen por la conservación de esta especie.

A la fundación Mac Arthur, Wildlife Trust y Sea to Shore Alliance por el apoyo a la conservación del manatí en Cuba.

A todos los que creen que la conservación de esta especie es posible.

MUCHAS GRACIAS

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Clasificación taxonómica.....	5
2.2. Distribución de las especies	5
2.3. Características generales de <i>Trichechus manatus</i>	6
2.4. Abundancia y hábitat	8
2.5. Alimentación	12
2.6. Conservación	13
2.7. El manatí en Cuba	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Área de estudio	19
3.2. Muestreo	20
3.3. Análisis micro-histológico de muestras de heces fecales.....	25
3.4. Procesamiento de datos.....	27
4. RESULTADOS y DISCUSION	29
4.1. Entrevistas a pescadores y buzos.....	29
4.2. Características del hábitat.....	31
4.3. Esfuerzo de muestreo y consideraciones metodológicas.....	42
4.4. Abundancia relativa y uso de hábitat	45
4.5. Descripción de los avistamientos, tamaño de los grupos y conducta	50
4.6. Análisis de heces fecales.....	56
4.7. Análisis de las amenazas para la conservación de la especie	62
4.8. Consideraciones para la conservación y manejo de <i>Trichechus manatus</i> en el área.....	66
5. CONCLUSIONES.....	75
6. RECOMENDACIONES.....	77
7. BIBLIOGRAFÍA.....	78
ANEXOS.....	91

RESUMEN

Se estudió la población del manatí antillano (*Trichechus manatus*) presente en la Ensenada de la Siguanea. Se colectó información acerca de los avistamientos de la especie, tamaño de los grupos, conductas, composición de la dieta y amenazas potenciales. Además se realizó la caracterización de sus hábitats principales. Se utilizaron diversas metodologías que incluyeron muestreos en botes, a partir de recorridos y desde estaciones fijas, colecta e identificación de especies vegetales, colecta y análisis de material fecal y entrevistas a pescadores. Se determinó que la zona de estudio presenta un conjunto de características adecuadas para la supervivencia de la especie, como disponibilidad de alimento, temperatura del agua apropiada, fuentes de agua dulce, potencialidad de refugios y bajo disturbio antrópico. Se realizaron 36 avistamientos de manatíes que totalizaron 59 animales. Todos los avistamientos se detectaron en el área correspondiente a las lagunas y canales, no se observaron animales en la zona correspondiente a la costa y cayos. El valor promedio del tamaño de grupo fue 1.6 y se observaron grupos de hasta 5 animales. Se pudo detectar la conducta solamente en el 50 % de los avistamientos, se observó frecuentemente un comportamiento evasivo de los animales ante la presencia de la embarcación. El componente vegetal dominante en la dieta de los animales fue la especie *Halodule wrightii*. A partir de los resultados obtenidos y bajo el marco legal correspondiente, se realizaron recomendaciones para la conservación de la especie en el área.

1. INTRODUCCIÓN

El manatí antillano (*Trichechus manatus*, Linnaeus, 1758), es una de las dos especies de mamíferos marinos que residen de manera permanente en el archipiélago cubano. Pertenece al orden Sirenia y su área de distribución abarca desde la región media atlántica de los Estados Unidos, a través del Caribe y Golfo de México, hasta las costas de centro y sur América (Reynolds y Powell, 2002). Las diferencias cuantitativas en caracteres morfológicos del cráneo (Domning y Hayek, 1986) y diferencias genéticas (Kellogg *et al.*, 2008) han argumentado la descripción de dos subespecies: el manatí antillano (*T. m. manatus*) y el manatí de la Florida (*T. m. latirostris*) (Powell, 2002).

Registros históricos indican que las poblaciones de manatíes solían ser muy numerosas y que la caza ha sido, en parte, responsable de su disminución (Thornback y Jenkins, 1982; Jackson *et al.*, 2001). Ejemplo de este decline se observa en las poblaciones de centro y sur América, al igual que las Antillas Mayores. Del mismo modo la especie ha sufrido, desde el siglo XVIII, extinciones geográficas en la mayoría de los países de las Antillas Menores (Lefebvre *et al.*, 1989, Romero *et al.*, 2002).

Aunque la distribución de esta especie ha sido ampliamente estudiada, las investigaciones han estado limitadas a la subespecie de la Florida cuyo tamaño poblacional es bien conocido (Reynolds y Powell, 2002; Reep y Bonde, 2006). A pesar de que diversos países han estimado el tamaño de la población de *T. m. manatus* existente dentro de sus límites geográficos (Lefebvre *et al.*, 2001), no constan estimados actuales para la población total de esta subespecie en el área del Caribe.

El vacío de información científica en este grupo impide un efectivo manejo para su conservación y por consiguiente conlleva a la concentración de esfuerzos en determinados aspectos no prioritarios, a la duplicación de esfuerzos en el manejo y la pérdida de oportunidades coordinadas (Cicin-Sain y Knecht, 1998; Gillespie, 2005). Por esta razón, el conocimiento de la abundancia poblacional y la evaluación de los hábitats

esenciales, a escala local y regional resultan imprescindibles en programas de monitoreo y estudios ecológicos, por lo que constituyen prioridad de investigación en los planes de conservación de esta y otras especies de mamíferos marinos (United Nations Environment Program, 1995; Walker *et al.*, 2000; Griffin y Griffin, 2004). Sin embargo, uno de los desafíos principales es la dificultad de detectar a los animales en sus hábitats naturales, específicamente en aquellas regiones en donde han estado sometidos a una intensa presión de caza (Rathbun *et al.*, 1983). Por otro lado, las técnicas de muestreo para su estudio resultan extremadamente costosas, por lo que pocos países pueden desarrollar a plenitud programas de monitoreo, con vistas a obtener la mayor información posible sobre el estado de las poblaciones. Las características de los hábitats en algunas regiones (zonas fangosas, aguas turbias), los hábitos nocturnos y la conducta evasiva y solitaria de los animales, dificultan su estudio y manejo (Gonzalez-Socoloske, 2007), de ahí que constituya un reto llevar a cabo un seguimiento periódico y mantenido de este grupo.

En sentido general, el estado de conservación de la población de manatí en Cuba ha sido poco estudiado y las modestas acciones de manejo han estado implementadas con un alto nivel de incertidumbre con relación al conocimiento científico. Desde el siglo XIX se registra, de forma limitada, un decrecimiento en la población del manatí en el país (Cuni, 1918; Lefebvre *et al.*, 1989; Lefebvre *et al.*, 2001). A pesar de esto, la población presente en la isla es considerada la de mayor importancia dentro de la región de las Antillas (Lefebvre *et al.*, 2001).

Los estudios científicos en el país han sido escasos de ahí que se conozca poco sobre aspectos como la abundancia, usos de hábitat, patrones de movimientos, conducta, estructura y estado actual de salud de la población. La distribución de la especie en el país se conoce fundamentalmente a partir de información anecdótica colectada a través de entrevistas informales y esporádicos registros de mortalidad (Estrada y Ferrer, 1987) o por inferencias a partir de análisis de representatividad de hábitats.

La presente investigación pretende validar la presencia del manatí antillano en un sector de la Ensenada de la Siguanea, Isla de la Juventud, con el fin de proveer recomendaciones basadas en el conocimiento científico en aras de colaborar con el manejo y la conservación de esta especie en Cuba. Sus resultados tributan al “Programa Nacional de Conservación del Manatí en Cuba, 2007-2012” y al recién comenzado proyecto GEF-PNUD “Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas protegidas marinas y costeras en los Archipiélagos del Sur de Cuba” (2010-2014).

Objetivo General:

-Caracterizar el estado del manatí (*T. manatus*) y sus hábitats, a partir de la integración de aspectos ecológicos, antrópicos y conocimiento tradicional, para apoyar el diseño apropiado de prácticas de conservación en la Ensenada de la Siguanea, Isla de la Juventud.

Objetivos específicos

- Caracterizar los hábitats presentes en la Ensenada de la Siguanea, en función de los requerimientos ecológicos de la especie (tipo de vegetación, temperatura, disponibilidad de alimento, agua dulce y refugio) y la existencia de disturbios antrópicos que la afecten.
- Estimar la frecuencia de avistamientos y abundancia relativa de la especie y caracterizar los patrones de formación de grupos y conductas de los individuos.
- Identificar los principales componentes de la dieta del manatí.
- Proveer recomendaciones para la conservación y el manejo de la especie.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Clasificación taxonómica:

Phylum: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Sirenia

Familia: Trichechidae

Género: *Trichechus*

Especie: *Trichechus manatus* (Linnaeus, 1758)

2.2. Distribución de las especies:

El orden Sirenia constituye un grupo zoológico de suma importancia, al estar constituido por los únicos mamíferos marinos con hábitos herbívoros existentes. A pesar de que sus formas ancestrales eran terrestres, sus formas descendientes han ocupado los hábitats acuáticos desde la época del Eoceno, lo que ha dado al grupo un largo período de tiempo a lo largo del cual han evolucionado (Reynolds y Powell, 2002).

Existen dos familias dentro del orden, la familia Dugongidae, con una sola especie, el dugón (*Dugong dugon*), que se puede encontrar en la región Indopacífica y la familia Trichechidae, con tres especies de manatíes (Powell, 2002).

El manatí del Amazonas (*Trichechus inunguis*), ocupa hábitats de agua dulce en el río Amazonas y sus tributarios incluyendo ríos y lagos de Brasil, Perú, Ecuador y Colombia. El manatí del oeste de África (*Trichechus senegalensis*) se encuentra en casi 24 países del oeste y centro de África, desde Angola hasta Senegal, distribuidos en zonas costeras, estuarios y ríos. La tercera especie, el manatí de las Indias Occidentales (*Trichechus manatus*) dio lugar a dos subespecies (Reynolds *et al.*, 2009). La primera es el manatí de la Florida (*T. m. latirostris*), cuyas poblaciones se localizan en la Florida y son observadas ocasionalmente hacia el norte por el Atlántico hasta Connecticut y

hacia el oeste, a lo largo del Golfo de México hasta Texas. Se han registrado también individuos de esta subespecie en Bahamas, Isla Dry Tortuga y Costa Noroccidental de Cuba (Alvarez-Alemán *et al.*, 2010). La otra subespecie es el manatí de las Antillas o del Caribe (*T. m. manatus*). Sus poblaciones se distribuyen a lo largo de las costas de Centro y Suramérica y pueden alcanzar las costas de Recife en Brasil; se encuentran además en las Antillas Mayores (Lefebvre *et al.*, 1989; Lefebvre *et al.*, 2001; Powell, 2002; Reynolds y Powell, 2002; Reep y Bonde, 2006; Reynolds *et al.*, 2009; Alvarez-Alemán *et al.*, 2009). Documentaciones históricas describen la desaparición de esta subespecie de las Antillas Menores desde el siglo XVIII, debido probablemente a la caza a la que fueron sometidas estas poblaciones desde la época precolombina (Lefebvre *et al.*, 2001). La descripción de estas dos subespecies estuvo inicialmente basada en diferencias en cuanto a caracteres morfológicos del cráneo (Domning y Hayek 1986). Sin embargo, ambas pueden ser diferenciadas genéticamente con un alto grado de certidumbre (Kellogg *et al.*, 2008). La separación de estas subespecies puede haberse debido a un flujo genético restringido, provocado por las fuertes corrientes y la profundidad del estrecho de la Florida por el sur y la ausencia de hábitats adecuados al norte del Golfo de México, lo que puede haber mantenido a estas poblaciones geográficamente aisladas lo que determinó su aislamiento reproductivo (Lefebvre *et al.*, 2001).

Los análisis genéticos actuales, han demostrado la similitud de la subespecie de la Florida con poblaciones en República Dominicana y Puerto Rico. Estos animales a su vez, se diferencian de los que habitan en Sur América y México. Dichos estudios arrojan que la mayor diversidad genética se encuentra en la costa norte de Sur América mientras que las poblaciones marginales (Florida, México y Brasil) resultan ser monomórficas (García-Rodríguez *et al.*, 1998).

2.3. Características generales de *Trichechus manatus*:

Para muchos aspectos de la biología de la especie, *T. m. latirostris* ha sido el taxón mejor estudiado (Reynolds y Powell, 2002).

Esta es la mayor especie dentro de los sirenios vivos, con individuos que pueden llegar a pesar 1500 Kg y alcanzan los cuatro metros de largo (Reynolds *et al.*, 2009), las hembras tienden a ser mayores que los machos (Reep y Bonde, 2006). Presentan una aleta caudal plana y redondeada a manera de pala y aletas pectorales con 3 ó 4 uñas. El color de la piel puede ser pardo o gris y se puede observar con frecuencia algas e invertebrados de pequeño tamaño en todo su cuerpo (Powell, 2002, Morales-Vela *et al.*, 2008). Animales en vida libre pueden alcanzar hasta los 60 años de edad (Reynolds *et al.*, 2009).

Los manatíes se observan frecuentemente como individuos solitarios o formando grupos pequeños (Reynolds y Wells, 2003). Son escasos los detalles de la estructura social de estos animales, sin embargo algunos autores plantean que parecen tener una sociedad de fusión-fisión simple, en la que los individuos forman grupos temporales (Reynolds *et al.*, 2009). La conducta de los individuos durante la época de reproducción es altamente compleja (Powell, 2002). Cuando una hembra entra en período reproductivo atrae a un grupo de machos que permanecerán con ella durante dos semanas aproximadamente. El grupo puede llegar a tener más de 20 animales y su composición es dinámica con un flujo constante de entrada y salida de machos (Powell, 2002).

El período de gestación puede ser de 11 a 13 meses, con el nacimiento de una cría (en raras ocasiones gemelos) (Reynolds *et al.*, 2009). La edad de la primera reproducción es entre los tres y cuatro años, aunque algunos autores refieren un promedio de cinco años. El intervalo entre nacimientos es de tres años, estos ocurren en cualquier época en regiones tropicales (Marmontel, 1995; Powell, 2002). Las crías pueden presentar un período de dependencia de 1,5-2,5 años durante el cual permanecen junto a su madre, en proceso de aprendizaje. Esta representa la unidad social más importante de la especie (Reep y Bonde, 2006).

Presentan pocos enemigos naturales y los niveles de depredación son bajos con algunas evidencias de ataques de cocodrilos y tiburones (Falcón-Matos *et al.*, 2003).

2.4. Abundancia y hábitat:

Los investigadores estiman que actualmente deben existir alrededor de 3807 individuos de la subespecie de la Florida (Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, 2009). Análisis de tendencias poblacionales sugieren que esta población aumentó en número a lo largo de los años 80 y estabilizó su crecimiento en los años 90. Actualmente, la población se encuentra estable con ligeras tendencias al incremento en algunas regiones (Reynolds *et al.*, 2009).

Por otra parte el número poblacional de la subespecie antillana es desconocido. Es probable que la población más numerosa sea la de las costas de México, con estimados de entre 1000 y 2000 individuos (Quintana-Rizzo y Reynolds, 2007). Otros estudios a partir de censos aéreos en aguas de Belice y México documentan más de 400 animales (Reynolds *et al.*, 2009). Con la posible excepción de Cuba, existe poca evidencia histórica de que los manatíes fueran abundantes en las Antillas Mayores (Lefebvre *et al.*, 1989). Se plantea que las poblaciones en Haití, República Dominicana y Jamaica son particularmente vulnerables. Con relación a la población de Puerto Rico se plantea que tiene una distribución por parches y algunos conteos sugieren un aproximado de 250 animales (Slone *et al.*, 2006). Estos animales son escasos a lo largo de la mayoría de las costas de Sur América con excepción de grandes extensiones de humedales en Guyana y Suriname (Lefebvre *et al.*, 1989; Lefebvre *et al.*, 2001).

Los estudios ecológicos de la especie se obstaculizan muchas veces debido a la dificultad de acceder a sus hábitats. Al ser mayormente animales solitarios con conductas altamente evasivas y por la condición de amenaza de las poblaciones naturales, la probabilidad de detectar y cuantificar a los individuos es muchas veces baja (González-Socoloske, 2007). En este resultado tiene gran incidencia el método de muestreo empleado, ya que algunos (censos aéreos) son más eficientes que otros (Ackerman, 1995).

En muchas regiones la fuente de información acerca de la abundancia y distribución de las poblaciones se obtiene a partir de registros esporádicos de avistamientos, animales muertos y entrevistas en comunidades costeras (Montoya-Ospina *et al.*, 2001; Gonzalez-Socoloske, 2007). Los censos con embarcaciones aunque en menor medida, ha sido una técnica empleada por algunos autores para caracterizar la presencia de la especie y sus hábitats en determinadas localidades (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2003; Castelblanco-Martínez *et al.*, 2005). No obstante esta técnica presenta limitaciones con relación a su capacidad de detección de animales. Zárate (1993) realizó en México muestreos en botes y aéreos, de manera simultánea y contó 8 y 316 manatíes respectivamente. Esto pone de manifiesto las diferencias significativas en cuanto a la capacidad de detección de ambas técnicas.

Los censos aéreos resultan útiles y efectivos para el conteo de animales y el mapeo de su distribución. Esta parece ser la única técnica por la cual un gran número de animales pueden ser contados en una amplia región (Ackerman, 1995). Resultados a partir de estos estudios han argumentado la protección de áreas con altas densidad de la especie mediante la regulación de la actividad humana (Packard y Wetterqvist, 1986). Esta metodología resulta, sin embargo, extremadamente costosa por lo que su uso muchas veces se limita a los países que poseen los recursos necesarios. Esta ha sido y es actualmente la técnica más usada en investigaciones de esta especie (Hartman, 1974, 1979; Powell y Rathbun, 1984; Kochman *et al.*, 1985; Packard *et al.*, 1986; Miller *et al.*, 1998; Morales-Vela *et al.*, 2000; Auil, 2004; González-Socoloske, 2007). Conjuntamente, el empleo de técnicas de telemetría con el marcaje radial y satelital de los individuos, permite establecer patrones de movimiento y uso de hábitat y comportamiento migratorio de las poblaciones (Deutsch *et al.*, 2003).

Una herramienta novedosa para el estudio de los manatíes y su detección en aguas turbias o durante muestreos nocturnos es el sonar de barrido lateral. Con este equipo se obtienen imágenes de los objetos presentes en la columna y fondo de cuerpos de agua, a partir del procesamiento de señales acústicas. Resultados recientes

demuestran altas probabilidades de detección de los animales durante su uso (Olivera-Gómez *et al.*, 2007, González-Socoloske, 2007).

Los manatíes se pueden observar en zonas cercanas a la costa, ríos, lagunas, estuarios, lechos de pastos marinos, vegetación inundada, y manglares, de las regiones tropical y subtropical del planeta (Powell, 2002). La preferencia por un determinado hábitat puede estar influenciada por la temperatura acuática, disponibilidad de agua dulce y vegetación (Hartman, 1979; O'Shea y Kochman, 1990; Gibson, 1995; Morales-Vela *et al.*, 2000, Lefebvre *et al.*, 2001).

Los factores determinantes en su distribución parecen ser diferentes en ambas subespecies. Diversos estudios analizan los cambios en las poblaciones y tendencia a agregaciones durante el invierno en la subespecie de la Florida y los efectos de los frentes fríos en la distribución espacial de estos animales (Kinnaird, 1985; Reid *et al.*, 1991; Deutsch *et al.*, 2003). Esto se debe a que estas especies están pobremente adaptadas desde el punto de vista energético a las bajas temperaturas del agua (Irvine, 1983), por lo que adaptaciones conductuales han facilitado su supervivencia. Los individuos pueden migrar largas distancias (hasta 830 km) hacia el norte y sur, entre las temporadas de verano e invierno respectivamente, diariamente puede recorrer hasta 80 km (Deutsch *et al.*, 2003).

La demanda energética en la subespecie de las Antillas no ha sido estudiada. Sin embargo la tolerancia a temperaturas frías puede no ser tan elevada en este grupo si se consideran las características del clima de la región tropical (Powell y Rathbun, 1984; Kinnard, 1985; Garrott *et al.*, 1994; O'Shea y Langtimm, 1995). Esta subespecie, que no está limitada por la temperatura del agua, parece presentar movimientos estacionales relacionados con accesibilidad a fuentes de agua dulce (Auil, 2004). Los manatíes en general necesitan este recurso para prevenir la deshidratación (Ortiz *et al.*, 1998), y esta puede ser la causa de cambios en la distribución de la subespecie antillana entre hábitats (Auil, 2004).

La disponibilidad de alimento puede tener influencia en la distribución y abundancia de la especie (Morales-Vela *et al.*, 2000). Otros factores que también influyen en la distribución de estos animales han sido estudiados por muchos autores. Podemos citar variables como la salinidad, batimetría, corrientes, protección contra la acción de las olas (Lefevbre *et al.*, 1989; Axis-Arroyo *et al.*, 1998; Olivera-Gómez y Mellink, 2005). Según Axis-Arroyo *et al.* (1998), si se consideran las diferencias climáticas entre las zonas de distribución de la especie y la mayor incidencia de fenómenos meteorológicos en algunas regiones, las variables temperatura atmosférica, vientos y nubosidad también pueden incluirse en el análisis de factores limitantes de la distribución.

La topografía y profundidad de los cuerpos de agua, juegan un papel importante en la determinación de hábitats favorables. Al parecer en algunas áreas los animales prefieren sitios relativamente profundos (Smerthurst y Nietschmann, 1998; Olivera-Gómez y Mellink, 2005). Sin embargo se describe que la alimentación de la especie ocurre predominantemente en pastizales cercanos a la costa y ubicados en aguas someras (entre 1-3 metros) (Reep y Bonde, 2006).

La presencia humana y el desarrollo costero pueden presentar influencia en los patrones de distribución y conducta de los animales. El impacto sobre las poblaciones, de manera directa o indirecta, es negativo en la mayoría de los casos de ahí que este sea un factor importante para tener en cuenta en la evaluación de los sistemas de hábitats de la especie (Packard y Wetterqvist, 1986).

La amplitud del hábitat de los individuos y los movimientos diarios varían de acuerdo a las características de cada animal y puede estar determinado por factores como la proximidad a fuentes de agua dulce, hábitats de forrajeo, estado reproductivo, nivel de disturbio de la zona y temperatura. Estos animales pueden permanecer dentro de un área de 5 Km² de pastos de poca profundidad por días o desplazarse rápidamente una distancia de 30 km en busca de sitios adecuados (Reynolds *et al.*, 2009).

2.5. Alimentación:

Los manatíes son herbívoros generalistas que se alimentan de una gran variedad de plantas marinas, dulceacuícolas y terrestres (más de 60 especie descritas). Los individuos pueden consumir un 7 % de su peso corporal diariamente (Reynolds *et al.*, 2009).

Su herbivoría conlleva a que muchas veces sean considerados potenciales agentes controladores de plantas acuáticas invasivas (Etheridge *et al.*, 1985) y del crecimiento de angiospermas marinas (Jackson *et al.*, 2001).

Los requerimientos alimentarios deben ser conocidos para un exitoso manejo de los hábitats de la especie. Información sobre la conducta alimentaria y la composición de la dieta son aspectos claves y proveen una herramienta para la identificación de hábitat críticos de la especie (Castelblanco-Martínez *et al.*, en prensa).

Estudios de la composición botánica de la dieta del manatí puede realizarse a partir de la observación directa de la ingesta de los animales, procedentes de muestras de la boca, estómago o intestino. El análisis de material fecal es un procedimiento muy usado en estos estudios, entre otras características por la simpleza del método de colecta (Hurst y Beck, 1988). Este tipo de estudio ha demostrado una variación geográfica en las estrategias de forrajeo de la especie (Reich y Worthy, 2006).

La literatura refiere una gran diversidad de plantas consideradas alimento para la especie. En algunas zonas de la Florida se menciona el consumo de especies dulceacuícolas como *Eichhornia crassipes*, *Vallisneria americana*, *Pistia atratoides*, *Hydrilla* sp. y *Myriophyllum spicatum* (Etheridge *et al.*, 1985). Los pastos marinos presentan una significativa importancia entre las plantas que consume la especie en algunas regiones (Lefevbre *et al.*, 1989). Aparentemente estos animales parecen preferir parches de pastos con una biomasa relativamente elevada (Hartman, 1979),

aunque diversos estudios reflejan patrones de distribución relacionados con parches de *Syringodium* y *Halodule* (Provancha y Hall, 1991; Lefebvre *et al.*, 2000).

Existen varias formas de ramoneo de los grupos de manatíes en los parches de pastos marinos, lo que guarda relación con el impacto sobre estos recursos naturales. Se describe la alimentación a partir de las hojas únicamente (Hartman, 1979) y a partir de la planta completa, ingiriéndose raíz, tallo y hojas (Packard, 1984). Demostraciones substanciales del impacto del forrajeo sobre los pastos marinos se evidencian en algunas regiones como resultado de la alimentación de los dugones (Packard, 1984), en el manatí estos impactos no ha sido bien evaluados. A pesar de esto en algunas zonas de la Florida y Puerto Rico se han registrado significativas cicatrices de alimentación en la vegetación subacuática (Provancha y Hall, 1991, Lefebvre *et al.*, 2000).

2.6. Conservación:

Las actividades humanas representan la mayor amenaza para las poblaciones de manatí en el mundo (Reynolds *et al.*, 2009). La baja tasa reproductiva de la especie y alta inversión energética en el cuidado de las crías son desafíos para su conservación, debido a que aquellos factores que afecten levemente la supervivencia de los adultos o que representen presiones constantes pueden llevar a las poblaciones a la extinción (Bonde *et al.*, 2004; Gillespie, 2005). La vulnerabilidad de este grupo quedó demostrada con la extinción total de la Vaca Marina de Steller (*Hydrodamalis gigas*) en 1768, a solo 27 años de su descubrimiento por el hombre. Igualmente, la desaparición a escala local de la subespecie antillana (*T. m. manatus*) en las Antillas Menores desde el siglo XVIII, así lo demuestra (Lefebvre *et al.*, 1989, Reynolds *et al.*, 2009).

Los manatíes han sido históricamente cazados por el hombre, para el uso de su carne, piel y grasa (Jackson *et al.*, 2001; Powell, 2002). Estos constituían una fuente de alimento confiable y altamente apreciada por los habitantes pre-colombinos y los primeros exploradores de la región oeste del Atlántico (Dampiers, 1699; Lefebvre *et al.*, 1989). A pesar del trabajo de tradiciones locales para prevenir la caza en determinadas

áreas (Reynolds *et al.*, 2009), esta amenaza es, en muchos países del Caribe, la causa de mortalidad de manatíes más importante (Belitsky y Belitsky, 1980; Estrada y Ferrer, 1987; Smethurst y Nietschmann, 1999; Mignucci-Giannoni *et al.*, 2000; Montoya-Ospina *et al.*, 2001, Thoisy *et al.*, 2003; Castelblanco-Martínez *et al.*, 2005, Reynolds *et al.*, 2009). Al parecer, existen aún sitios en donde los esfuerzos de conservación, manejo y concientización pública no son suficientes. Un presumible efecto de esta amenaza, es el cambio en la conducta de algunas poblaciones de América tropical y África, donde los animales tienen hábitos mayormente nocturnos y/o crepusculares (Reynolds and Powell, 2002).

Los manatíes pueden sufrir capturas incidentales en artes de pesca (anzuelos o redes) (Powell, 2002; Reynolds *et al.*, 2009). El uso de redes de arrastre es causa de muerte en muchas áreas por el ahogamiento de los animales durante su empleo (Estrada y Ferrer, 1987; Mignucci-Giannoni *et al.*, 2000; Montoya-Ospina *et al.*, 2001).

La amenaza más persistente y significativa del manatí en la Florida ha sido la mortalidad directa producto de colisiones con botes a alta velocidad (O'Shea *et al.*, 1985). Los programas de recuperación y necropsia de cadáveres han demostrado que la muerte de estos animales por esa causa constituye un problema crónico, significativo y en crecimiento (O'Shea *et al.*, 2001). Este fenómeno puede afectar además, poblaciones de otras áreas (Mignucci-Giannoni *et al.*, 2000). El excesivo tráfico de embarcaciones en la zona costera y en los hábitats del manatí puede además tener impactos negativos en la disponibilidad de alimento usado por la especie, afectar la conducta de los individuos y provocar el desplazamiento de la población a otras zonas. Esto reduce la cantidad de hábitats disponibles para las especies (Nowacek *et al.*, 2004; Hodgson y Marsh, 2007; Reynolds *et al.*, 2009).

Eventos de mortalidad masiva han ocurrido, fundamentalmente en la Florida, debido a explosiones de algas marinas tóxicas, en lo que se denominan "mareas rojas". La condición de intoxicación por brevetoxina es producida por el dinoflagelado *Karenia*

brevis (Bonde *et al.*, 2004). Esta produce en los individuos que la padecen severas lesiones nasofaríngeas y pulmonares (Bossart *et al.*, 2002a; Bossart *et al.*, 2004).

La zona termoneutral de la especie, para temperaturas mínimas es entre 20 y 23 °C, muy diferente comparado con otros mamíferos marinos (8-15 °C). Esta característica del metabolismo explica el bajo grado de tolerancia de la especie para aguas con temperatura fría. La exposición continua de los individuos a temperaturas del agua muy bajas, produce una cascada de signos clínicos y procesos patológicos denominado “Síndrome de Estrés por frío” (con siglas en inglés “CSS”) (Bossart *et al.*, 2002b). Este fenómeno puede causar la muerte de los animales y ha sido frecuentemente registrada en estudios y análisis de mortalidad en la Florida (Powell, 2002; Bonde *et al.*, 2004; Bossart *et al.*, 2004).

Langtimm *et al.* (2006) plantea que la tasa de supervivencia de los adultos disminuye durante períodos intensos de tormentas y huracanes. Este fenómeno aún debe ser más estudiado.

Todas las especies de sirenios se listan como “vulnerables” a la extinción de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Baillie y Groombridge, 1996). Con excepción de *T. senegalensis*, el resto se encuentran dentro del apéndice I de la Convención Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas (CITES) (Inskipp y Gillett, 2003). Estas, además, están protegidas por leyes y regulaciones específicas en los países que ocupan, a pesar de que muchas veces su efectividad es mínima (Reynolds y Powell, 2002).

Los esfuerzos de conservación en muchos países tienden a la creación de santuarios y reservas, otros presentan áreas protegidas con hábitats importantes para la supervivencia de la especie (Reep y Bonde, 2006, Barlow, 2002; Barlow, 2009). La protección de un sitio natural propicia el incremento en el número poblacional del mismo, conjuntamente con un aumento en la reproducción y una alta tasa de supervivencia de los adultos (Reynolds y Powell, 2002; Reep y Bonde, 2006). Sin

embargo para llegar a seleccionar, delimitar y hacer efectiva un área protegida de este tipo es necesario tener un conocimiento profundo acerca de la abundancia, movimientos y hábitos (alimentarios y conductuales) de los manatíes en el área.

La especie es objeto focal de actividades ecoturísticas en muchas áreas, lo que constituye su principal valor económico (Halpenny, 2002). En los lugares con este tipo de interacción hombre-naturaleza, existe el potencial para incrementos de los beneficios locales, regionales y nacionales, así como de la especie en cuestión (Sorice *et al.*, 2006). En la Florida, estos animales representan un gran atractivo turístico. Cada año, cerca de 100 000 turistas visitan Cristal River, con el objetivo de interactuar con este amenazado animal (Sorice *et al.*, 2006). En otras áreas estas actividades están en crecimiento y el beneficio reportado a las comunidades locales es significativo (Reynolds *et al.*, 2009). Para el caso específico de Belice se conoce que cada turista paga alrededor de 80.00 USD con el objetivo de visitar aquellas áreas con potencialidades para el encuentro con estos animales (Auil, 1998).

De manera general la especie presenta una importancia ecológica elevada. Pueden ser usados como “indicadores”, debido a que son capaces de responder tempranamente ante cambios en las condiciones ambientales e indicar la presencia de amenazas que pueden afectar la vida silvestre y la población humana (Bonde *et al.*, 2004). La eliminación de estos herbívoros de sus hábitats tiene una repercusión negativa en la ecología de los pastos marinos existentes al incrementar la vulnerabilidad de estos ecosistemas ante diferentes eventos extremos (Jackson *et al.*, 2001). Sus características posibilitan su uso como especie sombrilla y especie bandera, para la conservación del ecosistema.

2.7. El manatí en Cuba:

El manatí formó parte de la dieta de los primeros pobladores de la isla (Gates, 1954). De acuerdo a los manuscritos de la época (“Historia General y Natural de las Indias” por Fernández de Oviedo, 1520), los aborígenes capturaban a los animales

fundamentalmente dentro de los ríos (Cuni, 1918). Se conoce que los manatíes fueron intensamente cazados en general por los asentamientos aborígenes y los primeros colonizadores de la región de las Antillas (Jackson *et al.*, 2001).

Registros de historiadores y naturalistas, mencionan la presencia y abundancia de la especie en las costas de Cuba (Lefebvre *et al.*, 1989). Cuni (1918), describe la preferencia de estas poblaciones por hábitats riberños y su frecuente uso de fuentes de agua dulce.

Ya desde 1866, se comienza a notar una reducción en número de los animales, por lo que en 1901, el presidente Roosevelt de los Estados Unidos dicta la primera resolución prohibitoria de la caza en Cuba (Cuni 1918). Años más tarde Varona (1975 citado por Lefebvre *et al.*, 1989) describe el estado del manatí en Cuba como raro, y plantea la existencia de un alarmante proceso de reducción poblacional, debido a la contaminación y a la caza ilegal para el uso de su carne, piel y grasa.

Los manatíes se encuentran tanto al sur como al norte de la isla y han sido avistados frecuentemente en el Río Hatiguanico y Ensenada de la Broa, en la Ciénaga de Zapata (Cuni, 1918; Boletín del Parque Zoológico Tropical de la Habana, 1954; Thornback and Jenkins, 1982).

El conocimiento acerca de las poblaciones de manatí en Cuba se restringe a materiales y documentos históricos (Cuni, 1918), registros de avistamientos casuales, y publicaciones de trabajos investigativos basados en la implementación de entrevistas a pescadores y otras personas vinculadas con la zona costera (Boletín del Parque Zoológico Tropical de la Habana, 1954; Estrada y Ferrer, 1987).

Un esfuerzo significativo para determinar la abundancia poblacional se realizó en 1992, a partir de la realización de cuatro censos aéreos en la Ciénaga de Zapata. Se contaron 20 manatíes en 4 h 40 min de vuelo. El muestreo se realizó en un avión biplano, modelo AN2, con un solo observador, a una altura de 50-100 metros y una

velocidad de 120-160 Km/h. Se sobrevolaron hábitats costeros, laguna, ríos y esteros (Ferrer, comunicación personal). Este caso ha sido el único reconocido que ha empleado esta técnica de muestreo en los estudios del manatí en el país.

En la actualidad los esfuerzos de conservación de la especie en nuestro país están dirigidos a la educación y concientización ambiental de las personas, la protección de los hábitats y la eliminación de amenazas a partir de regulaciones legales (Centro Nacional de Áreas Protegidas, 2004). Muy poco se realiza en el tema de la investigación. Existen procesos de declaración y fortalecimiento de áreas marinas protegidas, las cuales ocupan un 24,2 % de la plataforma insular. Estas áreas presentan programas de vigilancia y protección encaminados a conservar, vigilar, proteger y mantener sus recursos naturales (Centro Nacional de Áreas Protegidas, 2004).

También se ha implementado en el medio marino el establecimiento de zonas bajo régimen especial de uso y protección que regulan el uso de determinadas artes pesqueras nocivas para la especie y sus hábitats. Entre las técnicas reguladas se encuentra el uso de redes de arrastre y de tranques (Decreto de Ley 164, artículo 22).

La protección del manatí en Cuba, tiene amparo legal, con la regulación de la caza (Decreto de Ley 164 artículo 51 inciso a) y la conservación de la especie como recurso natural vivo y componente importante de la biodiversidad cubana (Ley 81 del Medio Ambiente). Así mismo la preservación y manejo de la zona costera y el diseño e implementación de áreas protegidas son elementos regulados en el país (Decreto de Ley 212 de la gestión de la Zona Costera; Decreto de Ley 201 del Sistema Nacional de Áreas Protegidas).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio:

El estudio se realizó en el sector sureste de la Ensenada de la Siguanea, Isla de la Juventud, desde la cayería de Los Pájaros hasta el extremo norte de la Bahía de San Pedro (Figura 1). El área aproximada de trabajo fue de 35 km².



Figura 1: Localización geográfica del área de estudio.

La Ensenada de la Siguanea presenta sedimentos superficiales que se describen como fangos arcillosos terrígenos (Claro, 2006). Predominan en la región los fondos fangosos con escasa vegetación aunque se pueden observar sitios con pastos marinos de mediana a alta densidad (Cerdeira-Estrada *et al.*, 2008).

La Bahía de San Pedro, constituye el desagüe oeste de la Ciénaga de Lanier, sus costas son bajas, anegadizas y cubiertas de mangle (fundamentalmente la especie *Rhizophora mangle*). Presenta esteros que penetran profundamente en la ciénaga, y al sur una laguna relativamente profunda en su parte central (~ 4-6 m). En época de lluvia son significativas las corrientes, a causa de la masa de agua que drena de la Ciénaga de Lanier (Instituto Cubano de Hidrografía, 1989).

El área de estudio forma parte del Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) “Sur de la Isla de la Juventud” (Centro Nacional de Áreas Protegidas, 2004). Actualmente se encuentra en espera de aprobación y con administración de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna (MINAGRI) (Centro Nacional de Áreas Protegidas, 2009). Además esta área es considerada sitio RAMSAR, al presentar humedales de importancia internacional (Centro Nacional de Áreas Protegidas, 2004). Se encuentra a aproximadamente 40 Km de Nueva Gerona y a 4 y 2 Km se localizan las instalaciones turísticas Hotel Colony y Marina Siguanea respectivamente.

3.2. Muestreo:

3.2.1. Recorridos y estaciones de observación:

Se realizaron 12 salidas entre noviembre de 2007 y enero de 2010. Debido a las condiciones logísticas estas no presentaron una periodicidad constante. Durante estas salidas se realizaron recorridos diarios en los que se cubrió total o parcialmente la zona seleccionada. Las campañas de trabajo fueron diurnas y por salida presentaron un promedio de 4 días (entre 1 y 13 días).

La búsqueda de los animales se realizó a través de recorridos (Smethurst y Nietschmann, 1999) y por observación en sitios fijos (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2003; Castelblanco-Martínez *et al.*, 2005).

Los recorridos se realizaron en tres embarcaciones diferentes lo que representó diferencias en las plataformas de observación. Se empleó en la mayoría de los muestreos un bote almendares con motor fuera de borda Yamaha de 9.9 HP. Se utilizaron además los yates plásticos, Neptuno (12.5 m de eslora y 0.6 m de calado) y Espuma (14 m de eslora y 0.8 m de calado) de la Marina del hotel Colony y el ferrocemento de la Universidad de la Habana Felipe Poey (18 m de eslora y 2.6 m de calado). La velocidad media de los recorridos se mantuvo entre 2 y 9 nudos, con el bote y yate respectivamente.

Para el muestreo en sitios fijos se seleccionaron previamente 20 estaciones de observación, situadas de manera homogénea en toda el área de trabajo (Figura 2). La observación en estas estaciones se realizó abarcando los 360° durante un tiempo de 30 minutos, para localizar a los animales que pudiesen estar sumergidos. Estos animales tienen intervalos de superficie de entre dos y seis minutos, en dependencia de los niveles de energía y raramente pueden permanecer sumergidos hasta 20 minutos (Powell, 2002).

En cada una de las estaciones de observación se tomaron los valores de temperatura ambiente (estación meteorológica portátil, marca Kestrel, ± 1 °C), temperatura del agua (superficie y fondo), salinidad (superficie y fondo) (ecosonda, marca Ecosense, ± 0.2 °C y ± 0.2 ‰, termómetro 0-50 °C y refractómetro de mano marca ATAGO), condiciones del mar (estación meteorológica portátil, Escala Beaufort, marca Kestrel, ± 0.1), profundidad (sonda portátil) y visibilidad en la columna de agua (disco Secchi).



Figura 2: Estaciones de observación seleccionadas para el monitoreo del manatí y la evaluación de sus hábitats.

La búsqueda de los animales se realizó con binoculares (Bushnell, 7x50), y un mínimo de 4 observadores. Al realizar los avistamientos se registraban, las coordenadas geográficas (empleando un equipo portátil de Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS), marca Garmin), la hora, el número de individuos, la presencia de crías, la conducta observada, la temperatura (aire y agua), la salinidad, las condiciones del mar, la profundidad, la visibilidad, la distancia a la embarcación y el ángulo del avistamiento con respecto a la embarcación.

Se denominó avistamiento al grupo de manatíes separados entre ellos por una distancia igual o menor que la longitud media de un individuo (aproximadamente 2.7 metros) (Auil, 2004; Bonde y Reep, 2006).

Las crías se definieron como animales en estrecha asociación con un adulto y con un tamaño menor que la mitad de la talla de dicho adulto (Irvine y Campbell, 1978).

El análisis de la conducta se realizó *ad libitum*, se anotaron las observaciones importantes y luego se establecieron categorías con el criterio de Irvine (1982) que incluyeron:

- Descanso (animales sin movimiento)
- Desplazamiento (animales nadando)
- Alimentación (reconocida por la presencia de un animal en una zona con vegetación y con abundante sedimento en la columna de agua)
- Socialización o apareamiento (grupo de animales chapoteando, nadando en círculos o con roces entre individuos)

El comportamiento evasivo de los animales ante la presencia de la embarcación también fue registrado.

Durante los muestreos se colectaron todas las heces fecales encontradas en la superficie del agua, para su posterior análisis en el laboratorio. Las mismas fueron conservadas en etanol al 70% y se registraron las coordenadas geográficas del lugar donde fueron colectadas.

3.2.2. Caracterización de los hábitats:

Se describió cualitativamente el porcentaje de cobertura vegetal en las estaciones de estudio. Para esto se establecieron 4 rangos, 75-100 % (muy abundante), 50-75 % (abundante), 25-50 % (media) y 0-25 % (poca, rara o nula).

Se analizaron cualitativamente las comunidades vegetales (John *et al.*, 1980). Para esto se realizaron prospecciones a nado y se colectaron e identificaron (Littler y Littler, 2000), las especies de algas y angiospermas encontradas en 12 estaciones del área (1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 17).

Se estimó la densidad ($D = \text{No. de vástagos/m}^2$) de *Thalassia testudinum* en 9 estaciones (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12), con 10 marcos de 25 cm² por estación (Burdick y Kendrick, 2001; Clero, 2003; Martínez-Daranas, 2007). En cada uno de estos marcos se determinó el número de vástagos. Para evaluar la calidad de los pastizales de *T. testudinum* como alimento potencial para el manatí, se seleccionaron, de cada marco, tres vástagos (30 por estación). De cada uno de estos se determinó el número de hojas

y el largo y ancho de cada hoja. Con los datos obtenidos se calculó el índice de área foliar (IAF).

$$D = \sum NoV / 0.0625$$

- No V (Número promedio de vástagos en 25 cm²)

$$IAF = D \times AF \times NoH$$

- D (Densidad promedio de la estación en m²)
- AF (Área Foliar promedio de la estación en m²)
- No H (Número promedio de hojas por vástagos)

Para determinar las zonas con mayor potencialidad para la alimentación de la especie se tuvo en cuenta la presencia de características, de influencia positiva en la distribución de la especie, en cada una de las estaciones (Provancha y Hall, 1991; Lefebvre *et al.*, 2000; Reep y Bonde, 2006). Las características seleccionadas para este análisis fueron:

- Cobertura vegetal subacuática elevada
- Dominancia de *Thalassia*
- IAF elevado (≥ 1)
- Presencia de *Halodule*
- Dominancia de *Halophylla*
- Dominancia de macroalgas

A cada estación estudiada se le asignó un número entre 1 y 4 en dependencia de las características presentes, en el que el 1 significó potencialidad elevada y el 4 potencialidad mínima.

3.2.3. Información tradicional y presencia humana en el área de estudio:

Se registraron las embarcaciones que hacen uso del área, la actividad que realizaban y las artes de pesca que usaban. Se caracterizó cada embarcación observada según su tamaño y tipo de motor atendiendo a las siguientes categorías (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2005):

1. Canoas y embarcaciones sin motor
2. Embarcaciones con motor pequeño, 2 HP- 50 HP
3. Embarcaciones con motor ≥ 50 HP

Se colectó información histórica y tradicional sobre la presencia del manatí en esta área y zonas adyacentes. La información se obtuvo a través de pescadores, buzos y patrones de embarcaciones pertenecientes al Hotel Colony y pobladores de comunidades cercanas que presentaban vínculo directo o indirecto con el área de estudio. Para esto se desarrollaron entrevistas individuales semi-estructuradas a pescadores y entrevistas grupales para indagar sobre la base de diversos temas relativos a la especie previamente elaborados (Anexo 1). Se emplearon además técnicas de observación participativas fundamentalmente con barcos de pesca. El objetivo de estos encuentros fue obtener información histórica que complementara nuestro estudio. Por esta razón las respuestas de los pescadores y buzos entrevistados, así como el conocimiento tradicional obtenido se agregaron dentro de la discusión de los resultados obtenidos. Los encuentros con estas personas sirvieron además de marco para la realización de actividades educativas a favor de la conservación de la especie.

3.3. Análisis micro-histológico de muestras de heces fecales:

Se implementó la técnica basada en la comparación directa de fragmentos de plantas encontrados en las heces fecales con preparaciones de las plantas existentes en el

área de estudio e ilustraciones de referencia (Hurst y Beck, 1988; Mignucci-Giannoni y Beck, 1998; Borges *et al.*, 2008; Castelblanco-Martínez *et al.*, en prensa).

Cada muestra colectada se caracterizó macroscópicamente, atendiendo a la textura y color. Se extrajeron los mayores fragmentos de plantas de la muestra para su identificación macroscópica a partir de características morfológicas como la forma de la hoja, tamaño, textura, color y venación. Para esto se revisó la literatura especializada (Littler *et al.*, 2008). El análisis microscópico se realizó a partir de la caracterización de los tejidos epidérmicos y conteo de puntos (Hurst y Beck, 1988).

En un recipiente se realizó una mezcla homogénea de la muestra fecal. Luego se retiraron 10 submuestras y se combinaron nuevamente en una masa homogénea. Se enjuagó con agua sobre un tamiz de 500 micras para eliminar suciedad, diatomeas y otras partículas que entorpecieran la identificación (Hurst y Beck, 1988; Castelblanco-Martínez *et al.*, en prensa). Se removi6 una pequeña submuestra del material enjuagado y se esparció en un portaobjeto con una rejilla de 11 x11. Al microscopio se identificaron los fragmentos que coincidían con cada punto de la rejilla, y para cada muestra se determinó el número de elementos diferentes presentes y la frecuencia de observación de dichos fragmentos. Para la identificación de las plantas se consideró la forma, talla y arreglo de las células epidérmicas, y la presencia y distribución de células taninas (Castelblanco-Martínez *et al.*, en prensa).

Se realizó el análisis de 100 puntos por preparación para determinar cuantitativamente la composición vegetal de cada muestra fecal colectada (Hurst y Beck, 1988). Galt *et al.* (1968) recomienda un mínimo de 400 puntos por muestra para la determinación de un elevado por ciento de las especies existentes. En el presente estudio se analizó un total de 800 puntos por muestra, para intensificar el esfuerzo de detección de las especies consumidas.

3.4. Procesamiento de datos:

Se comprobó la normalidad y homogeneidad de varianza de las variables analizadas.

Se compararon los valores de temperatura y salinidad de fondo y superficie obtenidos durante los muestreos y el tamaño de grupo entre las estaciones de seca y lluvia, con una prueba U (Mann-Whitney).

Se determinó la frecuencia de avistamientos en el área con cada técnica de trabajo (Número de avistamientos/unidad de tiempo) (Morales-Vela *et al.*, 2000; Castelblanco-Martínez *et al.*, 2003; Auil, 2004; Castelblanco-Martínez *et al.*, 2005). Para inferir la abundancia relativa (Ar) se analizó además el número de avistamientos por cada 10 millas náuticas recorridas.

El esfuerzo de muestreo por salida se comparó entre cada variante (horas en recorridos y estaciones) y entre estaciones de seca y lluvia (millas náuticas recorridas) a partir de una prueba t de student.

Se compararon las millas náuticas recorridas en cada día de muestreo entre las salidas realizadas a partir de un ANOVA.

Se correlacionó la abundancia relativa observada en cada salida de trabajo con el esfuerzo de muestreo realizado (millas náuticas) (R , Spearman).

Las cantidades de avistamientos se compararon entre estaciones (seca y lluvia), embarcación utilizada (bote y barco) y forma de agrupación (solitario y en grupo). Para ello se compararon las cantidades de avistamientos observadas dentro de cada alternativa y la cantidad esperada por azar como N/K , donde K es el número de alternativas y N el número total de avistamientos. Ambas cantidades se compararon entonces por una prueba de Chi cuadrado para determinar su coincidencia o diferencia. De igual modo se comparó el número de días de uso del bote y barco.

Los análisis estadísticos se realizaron en el programa STATISTICA 7. La elaboración de los mapas se realizó con los programas MapSource (6.10.2) y Google Earth (2009).

4. RESULTADOS y DISCUSION

4.1. Entrevistas a pescadores y buzos:

Se efectuaron encuentros con 11 embarcaciones de las modalidades pesca de langosta (cuatro), escama (tres) y bonito (cuatro). El promedio de edad de los entrevistados fue 55 años, con una experiencia laboral de 33 años como promedio y de ellos 24 años específicamente en el área de trabajo.

El área de pesquería de estas embarcaciones se extiende, de manera general, desde el Norte de Pinar del Río hasta Cayo Largo e incluye a San Felipe, Punta de los Barcos, Punta Francés, Cayo Diego Pérez y Costa Sur de Pinar del Río. Cada pesquería usa zonas específicas en dependencia de la especie que trabaje y la época del año. El número de tripulantes por embarcación fue de 10 a 11 para el caso de los boniteros y entre cuatro y seis en los barcos de escama y langosta.

De las embarcaciones entrevistadas, solo los boniteros refieren frecuentar el área de estudio (bahía y esteros de San Pedro) para la búsqueda de carnada que luego es utilizada en la pesca de bonito y atún. Estas capturas de carnada (sardina y manjúa) se realizan diariamente en horas de la mañana durante las campañas de trabajo.

Se entrevistaron a cuatro buzos del hotel Colony, los cuales realizan actividades de buceo en el área de Punta Francés, al suroeste de la Isla de la Juventud. Dichas actividades consisten en realizar de dos a tres inmersiones diarias de entre 30 y 45 min.

De manera general los entrevistados demostraron un elevado conocimiento sobre la especie.

Durante las entrevistas fueron reflejadas diversas áreas en la región con avistamientos frecuentes de manatíes (Anexo 2). Las más frecuentemente mencionadas con

presencia significativa de la especie resultaron la zona correspondiente al área de estudio y el área de Punta de los Barcos al noroeste de la Isla de la Juventud (Tabla I).

Tabla I: Zonas con referencias de avistamientos de manatíes y frecuencia con que se refirieron durante los encuentros con los barcos pesqueros.

Zonas de avistamientos	Número de veces mencionada
La Coloma	1
El Gato	3
Punta Carraguao	1
Dayaniguas	1
Punta de Los Barcos	6
Rio San Pedro-Estero de Las Piedras	8
Pasa del Cayuelo	2
Cayo Los Pájaros	1
Punta de Piedra	1
Rio Hatiguanico	3
Ensenada de la Broa	3
Los Indios	1

Otros sitios con avistamientos frecuentes de la especie se localizaron en el área de buceo de Punta Francés, aproximadamente a 21.5 km del área de estudio. En dichos sitios (seis diferentes) se han realizado avistamientos de manatíes al menos una vez (1-6). Los avistamientos han sido fundamentalmente de animales solitarios o en pareja y la mayoría se observaron desplazándose.

Algunos avistamientos entre los años 2007 y 2009 fueron registrados por pescadores y buzos del hotel Colony en la zona de trabajo y otras adyacentes (Anexo 3).

Otras informaciones obtenidas a partir de las entrevistas se incluyen a lo largo de todos los acápites de resultados.

4.2. Características del hábitat:

La bahía de San Pedro y áreas adyacentes presentan un conjunto de características adecuadas para la supervivencia de la especie. Estas se traducen en alimento disponible, temperatura adecuada, fuentes de agua dulce, potencialidad de refugios y bajo disturbio antrópico.

4.2.1. Alimento disponible:

El 70 % de las estaciones presentan una cobertura de fondo de media a muy abundante (25-100 %) (Figura 3). Se observaron además estaciones sin vegetación de fondo o con escasa vegetación formada por *Halophyla* y macroalgas.

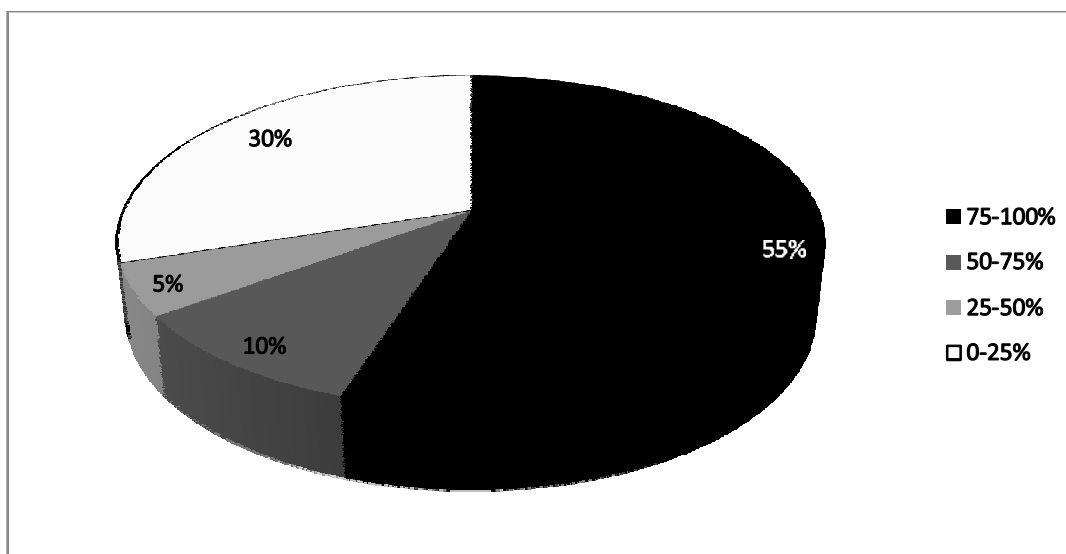


Figura 3: Representatividad de los rangos de cobertura preestablecidos para el análisis cualitativo de la distribución de la vegetación observada durante el estudio de *Trichechus manatus*, en la Ensenada de la Siguanea. Cobertura muy abundante= 75-100 % (estaciones 1-10, 12); Cobertura abundante= 50-75 % (estaciones 11, 16); Cobertura media= 25-50 % (17); Cobertura poca, rara o nula = 0-25 % (13-14, 18-20).

La disponibilidad de alimento (cantidad y calidad) constituye un factor modulador clave de la distribución de los manatíes (Packard y Wetterqvist, 1986; Axis-Arroyo *et al.*,

1998). A pesar de ser herbívoros generalistas con relación a sus hábitos alimenticios, estos animales pueden viajar largas distancias para alimentarse, preferiblemente, de angiospermas marinas, aún cuando las plantas dulceacuícolas locales son abundantes (Reep y Bonde,

2006). En toda su área de distribución la especie se asocia frecuentemente con lechos de pastos marinos (Provancha y Hall, 1991; Lefebvre *et al.*, 2000; Lefebvre *et al.*, 2001) y en determinadas regiones existe una preferencia por áreas dominadas por *Thalassia*, *Halodule* y *Syringodium* (Provancha y Hall, 1991; Lefebvre *et al.*, 2000). Estrada y Ferrer (1987) determinaron a partir de entrevistas realizadas a pescadores en la región occidental de Cuba que *Thalassia* y *Syringodium* constituyen las plantas más consumidas en la dieta de la especie en esta región del país.

Durante el estudio se identificaron cinco especies de angiospermas marinas en las estaciones analizadas, *Thalassia testudinum*, *Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme*, *Halophyla decipiens* y *Halophyla engelmannii*. Se colectaron e identificaron además 30 especies de macroalgas. *T. testudinum* y *H. wrightii* se observaron, respectivamente, en el 75 % y en el 42 % de las estaciones caracterizadas. *S. filiforme* se observó solamente en el 17 % de las estaciones por lo que esta especie resultó poco frecuente. *Halophyla decipiens*, estuvo presente en el 33 % de las estaciones evaluadas y resultó dominante en sitios con poca visibilidad (estaciones 13 y 17). Los géneros de macroalgas más frecuentes fueron *Caulerpa*, *Halimeda* y *Acetabularia*, representadas, en ese mismo orden, en el 67, 58 y 50 % de las estaciones muestreadas (Tabla II). El mayor porcentaje de las especies de algas encontradas pertenecen al phylum Chlorophyta (67%).

Tabla II: Especies de macrofitobentos colectadas e identificadas en el área de estudio y número de estaciones en las que se colectaron.

Grupo	Género	Especies	Estaciones
Chlorophyta	<i>Acetabularia</i>	<i>Acetabularia crenulata</i>	6
	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa paspaloide</i>	8
		<i>Caulerpa sertularioides</i>	
		<i>Caulerpa Mexicana</i>	
		<i>Caulerpa verticillata</i>	
	<i>Avrainvillea</i>	<i>Avrainvillea nigricans</i>	2
	<i>Rhipocephalus</i>	<i>Rhipocephalus phoenix</i>	2
		<i>Rhipocephalus oblongus</i>	
	<i>Udotea</i>	<i>Udotea looensis</i>	4
	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda incrassate</i>	7
		<i>Halimeda opuntia</i>	
		<i>Halimeda monile</i>	
	<i>Penicillus</i>	<i>Penicillus capitatus</i>	4
		<i>Penicillus dumetosus</i>	
		<i>Penicillus pyriformis</i>	
Rhodophyta	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>	2
	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora catenata</i>	1
	<i>Cladophorosis</i>	<i>Cladophorosis sp</i>	1
	<i>Dasycladus</i>	<i>Dasycladus</i>	1
		<i>vermicularis</i>	
	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	1
	<i>Ceramium</i>	<i>Ceramium sp</i>	2
	<i>Hypnea</i>	<i>Hypnea cervicornis</i>	1
	<i>Laurencia</i>	<i>Laurencia intricate</i>	1
	<i>Champia</i>	<i>Champia parvula</i>	4
Phaeophyta	<i>Acanthophora</i>	<i>Acanthophora spicifera</i>	1
	<i>Gracilaria</i>	<i>Gracilaria tikvahiae</i>	1
	<i>Spiridia</i>	<i>Spiridia hypnoides</i>	1
		<i>Spiridia filamentosa</i>	
Angiospermas	<i>Ceramium</i>	<i>Ceramium nitens</i>	2
	<i>Sargassum</i>	<i>Sargassum filipendula</i>	1
	<i>Halophyla</i>	<i>Halophyla decipiens</i>	4
		<i>Halophyla engelmannii</i>	
	<i>Syringodium</i>	<i>Syringodium filiforme</i>	2
	<i>Thalassia</i>	<i>Thalassia testudinum</i>	9
	<i>Halodule</i>	<i>Halodule wrightii</i>	5

T. testudinum resultó ser la especie dominante en el área, su densidad media estimada durante el estudio fue de 193 vástagos/m². Estos valores no se consideran elevados comparados con otras áreas como el norte de Ciego de Ávila (Clero, 2003) y de manera general en áreas del archipiélago Sabana-Camagüey (732 vástagos/m²) (Martínez-Daranas, 2007). Sin embargo, no se observó en las estaciones muestreadas valores

menores de 100 vástagos/m². El índice de área foliar (IAF) presentó valores mayores que 1 en las estaciones 5 y 7, los menores valores se encontraron en las estaciones 1 y 2 (Tabla III). A pesar de que los manatíes prefieren especies vegetales de rápido crecimiento, alternativamente, los elevados valores de biomasa de las hojas de *T. testudinum* constituyen una fuente de nutrición potencialmente significativa (Lefebvre *et al.*, 2000). Estos animales parecen seleccionar preferentemente plantas de *Thalassia* con hojas de mayor tamaño que aquella que presentan las hojas cortas (Lefebvre *et al.*, 2000).

Tabla III: Densidad promedio (D), Error de la media (E) e Índice de Área Foliar (IAF) encontrado durante el estudio de *Trichechus manatus*, en la Ensenada de la Siguanea.

Estaciones	D	E	IAF
1	156	11.3	0.3
2	150	15.3	0.3
4	242	19.9	0.7
5	138	13.7	1.2
6	223	27	0.3
7	294	37.7	1.2
8	153	16.3	1
9	233	10.3	0.6
12	152	17.6	0.6

El análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados obtenidos en la caracterización de los hábitats nos llevó a determinar y localizar zonas con potencialidades para la alimentación del manatí. Las estaciones con mayores potencialidades para constituir un sitio de alimentación fueron aquellas con cobertura vegetal elevada, dominancia de *Thalassia* y presencia de *Halodule*. Además de estaciones con un IAF ≥ 1 (Tabla IV). Las estaciones con menor potencial correspondieron a aquellos sitios en los que la cobertura vegetal fue nula. No obstante, en estas estaciones *Rhizophora mangle* pudiera representar una fuente de alimento alternativo.

Tabla IV: Potencialidad de las estaciones de estudio para la alimentación del manatí. Escala de importancia de 1-4 (1=mayor potencial, 4=potencial mínimo).

Escala	Características relacionadas con la vegetación	Estaciones
1	Cubrimiento vegetal elevado con dominancia de <i>Thalassia</i> y presencia de <i>Halodule</i> . IAF elevado.	4, 5, 7, 8, 9
2	Cubrimiento vegetal elevado con dominancia de <i>Thalassia</i>	1-3, 6, 10, 12
3	Cubrimiento vegetal bajo. Dominancia de <i>Halophyla</i> o macroalgas	11, 13-17
4	Cubrimiento vegetal nulo	18-20

Estos sitios con cobertura vegetal elevada, mayores valores de densidades de *Thalassia* y presencia de *Halodule*, presentaban, frecuentemente, cicatrices de alimentación. Las cicatrices producidas por la alimentación de manatíes en un área determinada se describen como fragmentos del pastizal con reducción significativa de la altura de la canopia en comparación con áreas adyacentes o zonas en las que el pasto fue removido completamente incluyendo la raíz (Packard, 1984; Provanha y Hall, 1991). Lo que guarda relación con la forma de ramoneo de los individuos (Packard, 1984).

4.2.2. Temperatura del agua:

Los valores promedios de temperatura ambiente (T_a) registrados durante las salidas de trabajo oscilaron entre 16 y 32 °C (Figura 4). El promedio mensual (T_m) correspondiente a cada salida osciló entre 21.5 y 29 °C (Datos de archivo del Instituto de Meteorología). Los valores más bajos se observaron en la salida 12, correspondiente al mes de enero de 2010.

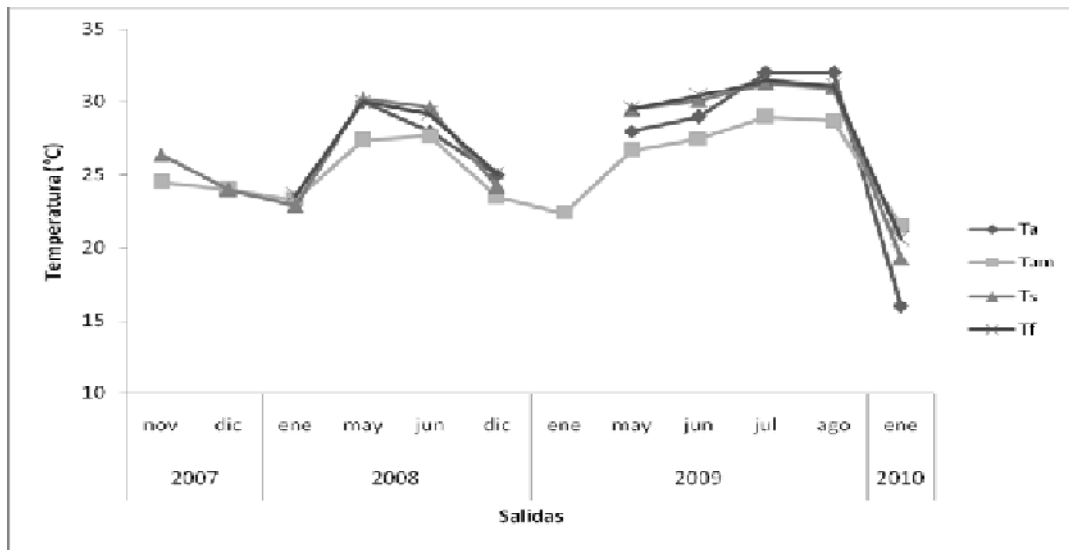


Figura 4: Valores de promedios de temperatura ambiente (Ta), temperatura superficial del agua (Ts) y temperatura de fondo (Tf) obtenidos durante los muestreos en el área de estudio. Valores promedios mensuales de temperatura ambiente (Tam) (Datos de archivo del Instituto de Meteorología).

La temperatura del agua en fondo ($U=0$, $Z= -8.35$, $p<0.05$) y superficie ($U=0$, $Z= -9.19$, $p<0.05$) presentó diferencias significativas entre temporadas de seca y lluvia (Figura 5). La temperatura media del agua en temporada de seca alcanzó los 23°C y se observó un mínimo de 18°C (Tabla V).

Tabla V: Valores promedio (Tfm y Tsm), máximos (Tf máx y Ts máx) y mínimos (Tf mín y Ts mín) de temperatura de fondo y superficie ($^{\circ}\text{C}$) registrados en los períodos de seca y lluvia, durante el estudio. Diferencia máxima positiva encontrada entre temperatura de fondo y superficie, $^{\circ}\text{C}$ (ΔT máx).

Temporada	Tfm	Tf máx	Tf mín	Ts m	Ts máx	Ts mín	ΔT máx
Seca	23	26	18	23	27	18	5.1
Lluvia	31	33	27	31	33	28	2.8

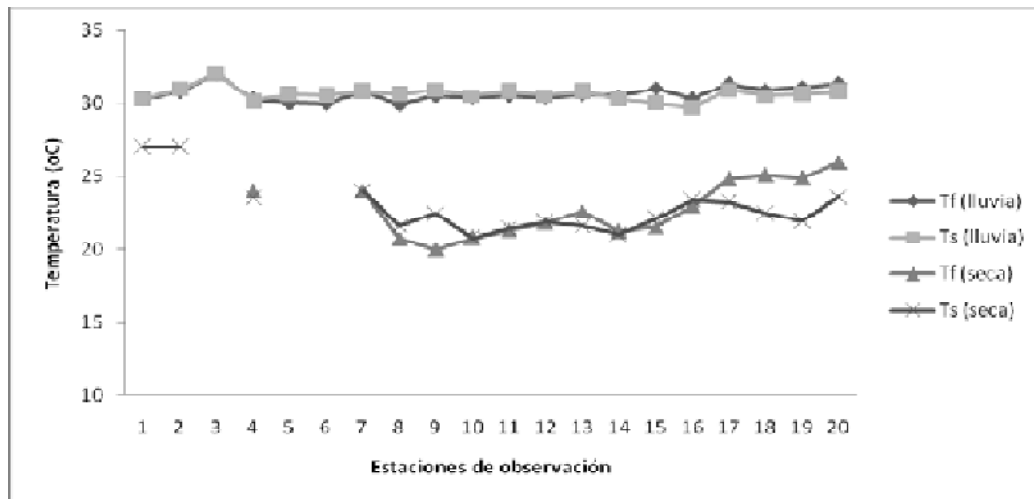


Figura 5: Valores promedios de temperatura de fondo (Tf) y superficie (Ts) encontrados en cada estación de muestreo durante las temporadas de seca y lluvia.

La temperatura en la columna de agua (fondo y superficie) se observó relativamente estable en todas las estaciones durante el período de lluvia (Figura 5). Contrario a esto en la época de seca, se registró un aumento significativo en la temperatura de fondo con respecto a la de superficie, en aquellas estaciones de muestreo que se encuentran en el interior de la ciénaga (17-20). Esta diferencia entre las temperaturas de fondo y superficie ($\Delta T = T_f - T_s$) alcanzó un máximo de 5.1 °C (Tabla V), lo que indica que en algunos sitios la temperatura del agua del fondo se mantuvo relativamente mayor.

La temperatura es uno de los factores con mayor influencia en la distribución, patrones de movimiento e incluso la supervivencia de la especie (Powell y Rathbun, 1984; Deutsch *et al.*, 2003; Bossart *et al.*, 2004; Reep y Bonde, 2006). Esta se asocia fundamentalmente a aguas con temperaturas superiores a los 22 °C (Lefebvre *et al.*, 2001). Su baja tolerancia a disminuciones en la temperatura del agua es debido a que el nivel mínimo de su zona termoneutral se encuentra entre los 20 y 23 °C (Costa y Williams, 1999). Poblaciones de la Florida tienden a buscar refugios de aguas cálidas cuando la temperatura desciende por debajo de los 20 °C (Powell y Rathbun, 1984, Deutsch *et al.*, 2003).

En la salida 12 (enero de 2010) se observaron valores extremadamente bajos de temperatura, debido a la incidencia de varios sistemas frontales sucesivos que de manera general provocaron disminución en la Ta y T del agua en todo el occidente del país. A partir de mediciones realizadas en varios puntos de la región comprendida entre la Coloma, Pinar del Rio y Punta de los Barcos, Isla de la Juventud, entre el 10 y 11 de enero de 2010, se registró un promedio de 15.6 °C y 18.7 °C de Ta y T del agua respectivamente. En esta salida en particular se realizaron en el área de estudio mediciones para determinar el comportamiento de la temperatura del agua en diversos puntos con características diferentes (Tabla VI).

Tabla VI: Valores de temperatura de fondo (Tf) y superficie (Ts) registrados durante la última salida del estudio (11-12 enero de 2010) en 13 puntos.

Sitios	Fecha	Tf (°C)	Ts (°C)	Característica del habitat	distintiva
punto costa	11/01	19	19	Zona costera	
15		18.8	18.8	Estero rocoso	
Punto a 200m de 16		18.6	18.7	Estero rocoso	
16		22.5	21.4	Afloramiento subterráneo	
14		19	19.2	Estero rocoso	
Ojo de agua boyá	12/01	20.2	19.1	Afloramiento subterráneo	
19		23.7	18.6	Canal de mangle	
18		23.4	18.8	Canal de mangle	
17		22.8	19.4	Canal de mangle	
12		20.9	19.6	Canal de mangle	
11		19.4	19.5	Canal de mangle	
10	13 /01	18.6	18.6	Estero	
punto entrada 1er estero		17.7	17.9	Estero	

En determinados sitios se encontró que la temperatura del agua, fundamentalmente en el fondo, era relativamente más cálida. En sitios más cercanos a la ciénaga mientras que la Ts disminuía la Tf permanecía relativamente mayor. Esto quizás se deba a la marcada estratificación provocada por diferencias en los valores de salinidad a partir del escurrimiento de agua dulce desde tierra. Se observó además, durante esta salida, como en zonas de afloramientos de agua subterránea los valores de T se mantuvieron por encima de los 20 °C, con registros de aguas más cálidas a nivel del fondo. Al ser la temperatura del agua un factor determinante en la distribución de la especie (Deutsch *et*

al., 2003), es posible que sitios con estas características puedan constituir potenciales refugios para los manatíes, especialmente en períodos con eventos meteorológicos extremos o disminuciones drásticas de la temperatura del agua.

4.2.3. Fuentes de agua dulce:

Se observaron diferencias significativas en los valores de salinidad encontrados en el fondo ($U=873$, $p<0.05$) y superficie ($U=870$, $p<0.05$) del agua entre los períodos seca y lluvia (Figura 6).

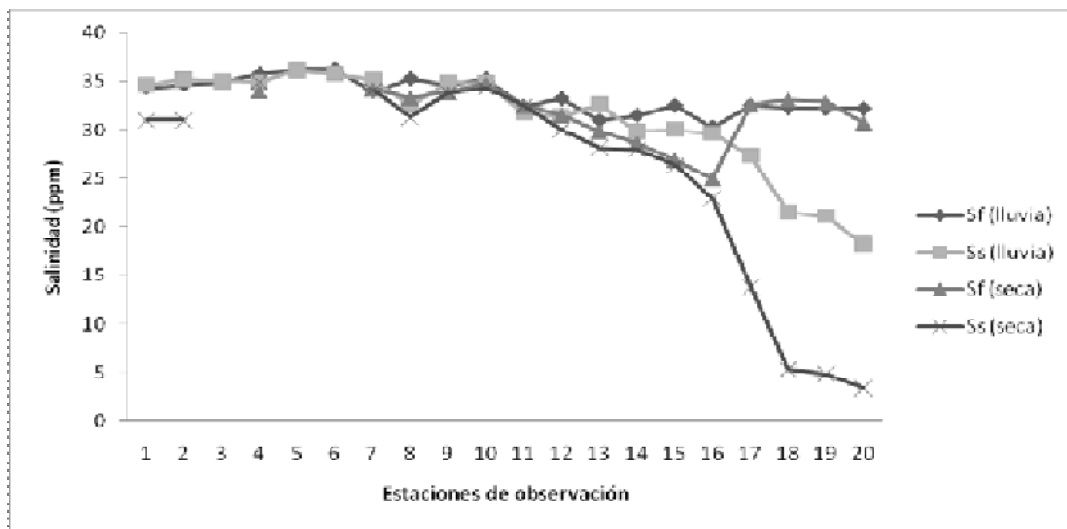


Figura 6: Valores promedio de salinidad de fondo (Sf) y superficie (Ss) encontrados en cada estación de muestreo durante las temporadas de seca y lluvia.

Los valores máximos y mínimos de salinidad encontrados se reflejan en la tabla VII.

Tabla VII: Valores promedio (Sfm y Ssm), máximos (Sf máx y Ss máx) y mínimos (Sf min y Ss min) de salinidad de fondo y superficie (ppm) registrados en los períodos de seca y lluvia, durante el estudio.

Temporada	Sfm	Sf máx	Sf min	Ssm	Ss máx	Ss min
Seca	31	35	20	23.5	35	3.4
Lluvia	34	39	27	31	38	5.4

La salinidad de superficie presenta un gradiente hacia las últimas estaciones de muestreos (a partir de la estación 12-20). Esta porción del área de estudio recibe

significativa influencia del escurrimiento oeste de la ciénaga de Lanier y al parecer representa una fuente importante de agua dulce para la especie en el área.

Se detectaron cuatro sitios con presencia de manantiales (Anexo 5). Tres de ellos en el Estero de las Piedras y un cuarto en el primer estero, situado en la estación 8. Los afloramientos del Estero de las piedras, se caracterizan por ser superficiales y no puntuales. Los afloramientos localizados en la estación 8 presentan una profundidad de hasta 9 metros, en las zonas adyacentes inmediatas crece el pasto marino dominado por (*Thalassia testudinum*). La salinidad mínima registrada en estos afloramientos fue de 18 ppm y la máxima de 34 ppm, de ahí que el aporte de agua dulce no sea significativo. Según los pescadores existen en zonas afloramientos de importancia para la especie. El río San Pedro, situado al norte de la zona de estudio presenta aproximadamente 1 km de largo transitable. En este, se registraron valores de salinidad de 3 ppm.

A pesar de que muchos autores plantean que los manatíes se mueven libremente entre hábitats marinos y dulceacuícolas (Lefebvre *et al.*, 2001; Powell, 2002; Deutsch *et al.*, 2003; Reep y Bonde, 2006), muchos estudios demuestran el uso preferente de hábitats estuarinos y ríos (Colmenero-R y Zárate, 1990; Montoya-Ospina *et al.*, 2001; Auil, 2004; Olivera-Gómez *et al.*, 2005). La cercanía a fuentes de agua dulce es una variable que modula significativamente la distribución espacial y temporal de esta especie (Auil, 2004; Olivera-Gómez *et al.*, 2005). La razón por la cual los animales buscan este recurso es aún desconocida, no obstante se piensa que esta adaptación conductual resulta energéticamente menos costosa que las adaptaciones fisiológicas de los individuos que permanecen en aguas con salinidades elevadas (Olivera-Gómez *et al.*, 2005). Es posible que las diversas fuentes de agua dulce existentes en el área (ríos, escurrimiento de la ciénaga, afloramientos de agua subterránea) suplan las necesidades de los animales en este sentido. No obstante la naturaleza de estas fuentes, fundamentalmente aquellos sitios de afloramientos subterráneos o manantiales, deberán ser mejor estudiadas.

4.2.4. Complejidad topográfica y potencialidad de refugios:

Las profundidades en el área de estudio varían aproximadamente entre 0.7 y 9 metros. Los canales de la ciénaga son relativamente profundos debido quizás a la corriente provocada por la descarga de agua dulce. Seis de las 20 estaciones no presentaron un 100 % de visibilidad horizontal, estas se localizan en el interior de la ciénaga, en sitios de canales de mangle. La visibilidad mínima encontrada para estos sitios fue de un 30 %. La estratificación de la salinidad y la temperatura, en la columna de agua de estos sitios, dificulta la detección de los manatíes cuando estos están en el fondo.

El área de estudio presenta una elevada complejidad topográfica en las lagunas, canales y el río, reflejado en la variabilidad de las profundidades registradas (Anexo 5). La abundancia de canales de mangle de ancho variable, presencia de lagunas internalizadas en la ciénaga y de las denominadas “pozas” (sitios de mayor profundidad comparados con zonas adyacentes) pudiera representar refugios naturales o áreas de resguardo ante condiciones climatológicas adversas (Axis-Arroyo *et al.*, 1998). En Quintana Roo, México, al aumentar la intensidad del viento durante la temporada de nortes los manatíes tienden a buscar resguardo en zonas más protegidas y abandonan zonas más abiertas (Axis-Arroyo *et al.*, 1998). El frecuente uso de sitios o canales profundos por la especie ha sido también documentado por diversos autores (Smethurst y Nietschmann, 1999; Morales-Vela *et al.*, 2000; Olivera-Gómez y Mellik, 2005), de ahí la importancia de esta característica en la determinación de hábitats potenciales para la especie.

Durante nuestro estudio los valores del estado del mar se mantuvieron entre 0 y 4, según la escala Beaufort, lo que corresponde con condiciones de calma y briza moderada. La complejidad de la zona con respecto al número de canales podría estar relacionada con la disponibilidad de refugio para los individuos, a lo que contribuye además la poca visibilidad existente en la zona.

4.3. Esfuerzo de muestreo y consideraciones metodológicas:

Se recorrieron 629 millas náuticas en búsqueda activa de manatíes dentro del área de estudio durante 48 días de muestreos (Figura 8). Por las características del lugar, no se siguieron transeptos lineales sino recorridos, durante los cuales se invirtieron 159.43 horas. Se emplearon 102.36 horas en estaciones de observación. Se trato de cubrir toda la zona de estudio en cada salida, no obstante en ocasiones las condiciones climáticas adversas y el tiempo de muestreo disponible no lo permitió. Por estas mismas razones y motivos logísticos, en todas las salidas no se realizó el mismo esfuerzo de muestreo (Tabla VIII).

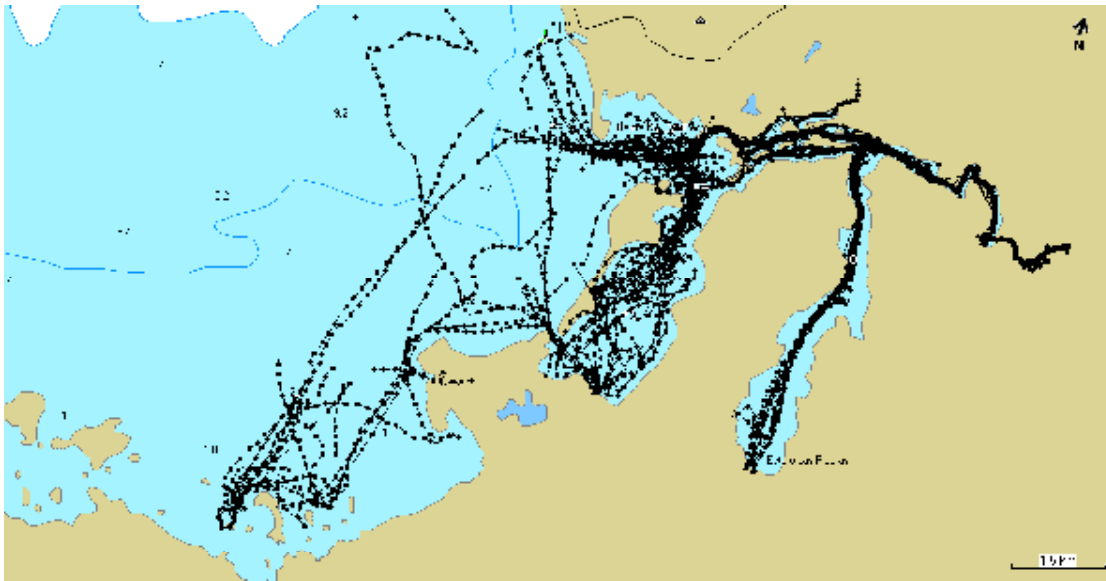


Figura 8: Recorridos realizados durante el estudio de *Trichechus manatus*, en la Ensenada de la Siguanea.

Tabla VIII: Esfuerzo de búsqueda realizado en cada salida, en las dos variantes de muestreo utilizadas (Hr: horas en recorridos, He: horas en estaciones de observación y Mn: millas náuticas recorridas).

Salidas	Año	Mes	Días	Hr	Mn	He
1	2007	Noviembre	4	15.92	50.00	11.00
2	2007	Diciembre	2	8.32	34.00	1.58
3	2008	Enero	2	9.67	33.20	4.08
4	2008	Mayo	3	13.83	72.00	14.43
5	2008	Junio	4	14.82	46.30	10.86
6	2008	Diciembre	2	5.37	27.60	3.53
7	2009	Enero	1	3.67	21.00	0.00
8	2009	Mayo	2	8.73	48.00	0.75
9	2009	Junio	3	13.10	39.00	7.27
10	2009	Julio	13	30.00	111.86	27.78
11	2009	Agosto	10	26.00	108.00	20.00
12	2010	Enero	2	10.00	38.00	1.08
				159.43	628.96	102.36

No existieron diferencias significativas en el número de horas de muestreo realizadas durante las salidas para cada variante ($t= 1.41$, $p=0>0.05$). Sin embargo el número de avistamientos obtenidos durante los recorridos (83% del total de avistamientos) resultó significativamente mayor que el obtenido durante los muestreos en estaciones de observación ($\chi^2=16$, $p<0.05$).

En el estudio de Castelblanco-Martínez *et al.* (2005) el muestreo desde puntos fijos resultó más ventajoso fundamentalmente por el hecho de que permite abarcar una importante área de observación, ocasionan bajo disturbio visual y acústico y facilita la proximidad a los animales. Estas características aumentan las probabilidades de detección visual (avistamientos) y acústica (respiraciones, vocalizaciones, etc.). Sin embargo en nuestro trabajo la búsqueda durante recorridos resultó más efectiva para la detección de los animales. Esta variante permite cubrir una mayor área de muestreo en menos tiempo. Muchos autores utilizan esta técnica al ser efectiva en agua turbias y propiciar un mejor aprovechamiento del tiempo de monitoreo (Reynolds, 1981; Axis-Arroyo, 1998; Smethurst y Nietschmann, 1999; Castelblanco-Martínez *et al.*, 2003; Thoisy *et al.*, 2003; Castelblanco-Martínez *et al.*, 2005).

No se observaron diferencias entre las millas náuticas recorridas en el período de seca y lluvia ($t=1.07$; $p<0.05$). La distancia recorrida (mn) en cada salida fue

significativamente diferente ($F=4.34$, $p<0.05$). No obstante no existe correlación entre esta distancia y la abundancia relativa observada (avistamientos/10 mn) por salida ($R=0.19$, $p>0.05$). Esto puede deberse a varios motivos:

1. La población de manatíes en el área es pequeña, demostrado por el bajo número de animales detectados en cada salida durante el estudio.
2. El muestreo se realizó solamente en un fragmento del área de distribución de los animales estudiados, por lo que su presencia en el área de estudio podría estar siendo modulada por otros factores.
3. La técnica de muestreo empleada, las características físicas de la zona y la conducta evasiva de los animales disminuyen significativamente sus posibilidades de detección.

A pesar de que los recorridos en bote se realizaron durante una mayor cantidad de días con respecto a los muestreos en barco ($X^2= 27$, $p<0.05$), se detectó una mayor cantidad de avistamientos desde los barcos (Tabla IX). La plataforma de observación en el caso de los barcos utilizados presentó aproximadamente entre 2 y 3 metros de altura. Esto puede facilitar la detección de los animales, fundamentalmente, aún cuando se encuentran alejados de la embarcación. La búsqueda durante los recorridos en bote se realizó al nivel de superficie del agua, por lo que el alcance visual disminuía en este caso.

Tabla IX: Frecuencia de días de uso de bote y barco durante el estudio.

	Días	Avistamientos
Bote	42	13
Barco	6	17

El uso de plataformas elevadas deberá tenerse en cuenta en posteriores investigaciones y monitoreos de la especie, como posible herramienta para aumentar las probabilidades de detección de los animales.

4.4. Abundancia relativa y uso de hábitat:

El 73 % de los pescadores entrevistados afirman que son frecuentes los encuentros con manatíes. El resto, sin embargo, plantean que estos son animales raros e incluso algunos dicen no haberlos observado nunca, aunque en algunos casos las respuestas de los entrevistados parecieron estar influenciadas por temor a que fuesen penalizados.

Durante el estudio se realizaron 36 avistamientos de manatíes que totalizaron 59 animales (Tabla X). De estos, 30 fueron detectados durante los recorridos y 6 en las estaciones de observación. La frecuencia de avistamientos (avistamientos/hora) durante los recorridos fue de 0.20 y en las estaciones de observación 0.06. Resultados significativamente bajos comparados con los obtenidos por Castelblanco-Martínez *et al.* (2005) para la especie en el río Orinoco, 1 y 4 respectivamente. El mayor número de avistamientos quizás se deba a que la investigación de la autora se realizó en un sector del río que parece presentar un grupo residente permanente del lugar. Unido a esto la relativa calma del estado del mar en el lugar parece haber favorecido la detección de los animales (Castelblanco-Martínez, comunicación personal). Las características de este hábitat pueden haber influido además en las diferencias en cuanto a la efectividad de las técnicas de muestreo empleadas. La Abundancia relativa promedio obtenida durante el estudio fue de 0.55 avistamientos/10 millas náuticas.

Tabla X: Avistamientos, individuos y muestras fecales colectadas durante el estudio de *Trichechus manatus*, en la Ensenada de la Siguanea.

Salidas	Año	Mes	Avistamientos	Individuos	Muestra fecal
1	2007	Noviembre	1	3	1
2	2007	Diciembre	1	1	0
3	2008	Enero	1	1	0
4	2008	Mayo	4	4	0
5	2008	Junio	0	0	0
6	2008	Diciembre	1	1	0
7	2009	Enero	2	4	1
8	2009	Mayo	0	0	1
9	2009	Junio	1	1	0
10	2009	Julio	8	19	1
11	2009	Agosto	4	5	3
12	2010	Enero	13	20	0
Total			36	59	7

El número de avistamientos, la frecuencia de observación de los mismos y la abundancia relativa, a pesar de no constituir estimados poblacionales absolutos son indicadores significativos de la presencia de la especie en el área. Al tratarse de una población que históricamente ha sido sometida a presiones de caza y que han desarrollado conductas adaptativas crípticas y evasivas, los valores obtenidos ofrecen indicios saludables de la presencia de manatíes en la zona. Es evidente que se necesitan estudios más específicos en este sentido, con el empleo de técnicas de monitoreo más eficientes como censos aéreos y marcaje de animales con marcas satelitales y radiales.

El número de avistamientos detectados durante nuestro estudio resultó mayor que el encontrado en Costa Rica (Smethurst y Nietschmann, 1999). Estos autores en 79 días de muestreos registraron solamente 29 avistamientos. Thoisy *et al.* (2003) registraron durante su período de estudio (junio 2000-junio 2001) en Guyana Francesa solamente 10 avistamientos. Por otra parte los valores obtenidos para el río Orinoco en 164 horas de observación más 44 horas de recorridos resultaron significativamente mayores (165 avistamientos) (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2005).

Se cuantificaron 59 animales durante los muestreos, aunque estos no pudieron ser individualizados, de ahí que nuestro estudio no puede ofrecer un valor absoluto de abundancia. Sin embargo, de acuerdo con la observación simultánea de dos grupos, de cinco y tres adultos respectivamente, unido a la observación de al menos una madre con su cría, fue posible identificar que un número mínimo de 10 animales diferentes frecuentó el área durante la salida 10 (julio de 2009) en nuestro estudio. El análisis de simultaneidad en los avistamientos permitió identificar, igualmente, un número mínimo de 8 animales en el área durante la salida 12.

Los animales fueron detectados por visualización directa (el hocico al salir a superficie, dorso, aleta caudal) o por evidencias físicas indirectas (rastro de sedimento, marcas

circulares en el agua) con posterior confirmación del animal lo que coincide con lo descrito por Reynolds (1981).

La presencia de animales en el lugar durante los muestreos pudo ser inferida además por la colecta de las heces fecales. Este material tarda horas en desintegrarse completamente en la columna de agua de ahí que pueda ser usado como evidencia indirecta (Beck, comunicación personal).

Se observó además en varias ocasiones rastros de vegetación subacuática (*Thalassia*, *Halodule* y *Syringodium*) flotando en superficie con indicios de haber sido arrancada del fondo y masticada, lo que puede constituir, otra evidencia indirecta de la presencia de animales en la zona. El proceso de alimentación en estos individuos puede muchas veces provocar desprendimientos de fragmentos de plantas hacia la superficie (Powell, comunicación personal).

La presencia de manatíes en el área fue confirmada en el 92 % de las salidas y se visualizaron los animales en el 83 % de estas. Este resultado pudiera indicar el frecuente uso de esta área por la especie, a pesar de la baja abundancia del grupo de animales detectados. Los manatíes parecen preferir estos sistemas marinos-costeros debido a que se encuentran protegidos de la incidencia del océano abierto, presentan abundante vegetación acuática y baja degradación ambiental (Rathbun *et al.*, 1983; Smerthurst y Nietschmann, 1999). Puede ser posible entonces, que con la aplicación de técnicas más eficientes de muestreo se incremente el número de avistamientos y el número de animales observados. Asimismo, las observaciones conductuales podrán ser documentadas de forma más realista.

Debido a la gran diferencia en el número de avistamientos detectados con cada variante de muestreo, se analizó el uso de hábitat entre salidas (Figura 9) a partir del análisis de la abundancia relativa (Avistamientos/10 mn).

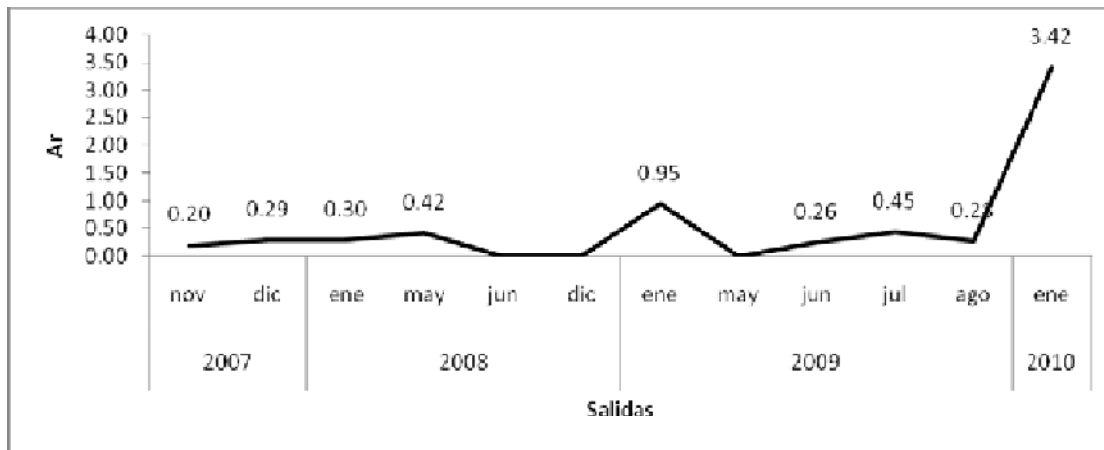


Figura 9: Abundancia relativa (Ar: Avistamientos/10 mn) de *Trichechus manatus* estimada durante su estudio, en la Ensenada de la Siguanea.

El número de avistamientos detectados en los recorridos durante los períodos de seca (18) y lluvia (12) no mostraron diferencias significativas ($\chi^2=1.2$, $p>0.05$). De acuerdo a los planteamientos de los pescadores los encuentros con estos animales pueden ocurrir durante todo el año. No obstante debe señalarse que en caso de incidencia fuerte de sistemas frontales puede ser posible esperar un incremento notable en el número de avistamientos ya que, como pudo ser comprobado, estos organismos tienden a agregarse en áreas donde la temperatura del agua sea superior a los 20 °C.

Resulta interesante el hecho de que los mayores valores de Ar se observaron en las salidas 7 y 12 correspondientes al mes de enero de 2009 y 2010 (Figura 11). Meses en los que la temperatura ambiente y temperatura superficial del agua presentaron valores relativamente bajos (Figura 4). El aumento en la abundancia relativa en el mes de enero pudiera indicar el posible uso de esta área por la especie como refugio térmico o por representar una zona más protegida de las inclemencias del mar abierto. Los refugios térmicos naturales en la Florida, se caracterizan por mantener valores de temperatura relativamente estables (23,5 °C) cuando existe una disminución drástica en otras zonas (hasta 20 °C). Asimismo en nuestro estudio mientras que en algunos sitios la temperatura del agua alcanzó valores mínimos de 18 en otras se observaron valores de hasta 23.7 °C.

Con disminuciones en la temperatura del agua, los manatíes comienzan a desplazarse a estos refugios en donde se mantienen durante todo el invierno (Powell y Rathbun, 1984). Estos animales son extremadamente susceptibles a cambios ligeros en la temperatura (Powell, 2002). Según Anderson (1986) los dugones abandonan sus áreas habituales cuando la temperatura del agua alcanza los 19°C y Hartman (1979) plantea que los manatíes en la Florida buscan aguas cálidas cuando la temperatura disminuye por debajo de 18°C.

En muchos hábitats de la región tropical los valores de temperatura del agua permanecen por encima del límite mínimo de tolerancia para la especie y no parecen incidir mucho en su distribución (Axis-Arroyo *et al.*, 1998; Auil, 2004). No obstante, se debe realizar un seguimiento continuo de esta variable en aras de detectar cambios drásticos que puedan afectar la supervivencia de estos animales en esta región. La demanda energética de *T. m. manatus* no ha sido estudiada, pero es posible que la tolerancia a aguas frías sea menor en esta subespecie (Auil, 2004).

Otra explicación de que la Ar se haya incrementado en los meses fríos podría ser el hecho de que en poblaciones con distribución tropical, no es la temperatura sino la accesibilidad al agua dulce lo que más influya sobre el uso de un determinado hábitat (Axis-Arroyo *et al.*, 1998; Montoya-Ospina *et al.* 2001; Olivera-Gómez y Mellik, 2005; Auil, 2004). Auil (2004) encontró que en Belice, la probabilidad de observación de manatíes aumenta durante la temporada de seca fundamentalmente en áreas menos salinas (ríos y estuarios). Según la autora, debido a la mayor necesidad de encontrar agua dulce durante esa época del año en que las lluvias son escasas. El uso elevado de ríos y estuarios en temporada de seca y de hábitats más salinos (cayos) en temporada de lluvia puede indicar la marcada influencia del agua dulce en los movimientos y uso de hábitats de los animales (Powell *et al.*, 1981; Ortiz *et al.* 1998). Sin embargo se requiere aún mayor información acerca de la importancia de la conectividad entre hábitats marinos y dulceacuícolas (Auil, 2004).

4.5. Descripción de los avistamientos, tamaño de los grupos y conducta:

Todos los avistamientos se detectaron en el área correspondiente a las lagunas y canales (Figura 10), no se observaron animales en la zona de costa y cayos. El alto uso de dichas zonas por los animales puede guardar relación con la cercanía a las fuentes de agua dulce. Se observó durante nuestro estudio además una mayor tendencia a la agregación de los animales, fundamentalmente durante la época de seca, en zonas que podrían constituir refugios térmicos (Anexo 5), por las diferencias en los valores de temperatura observados durante el paso de frentes fríos.

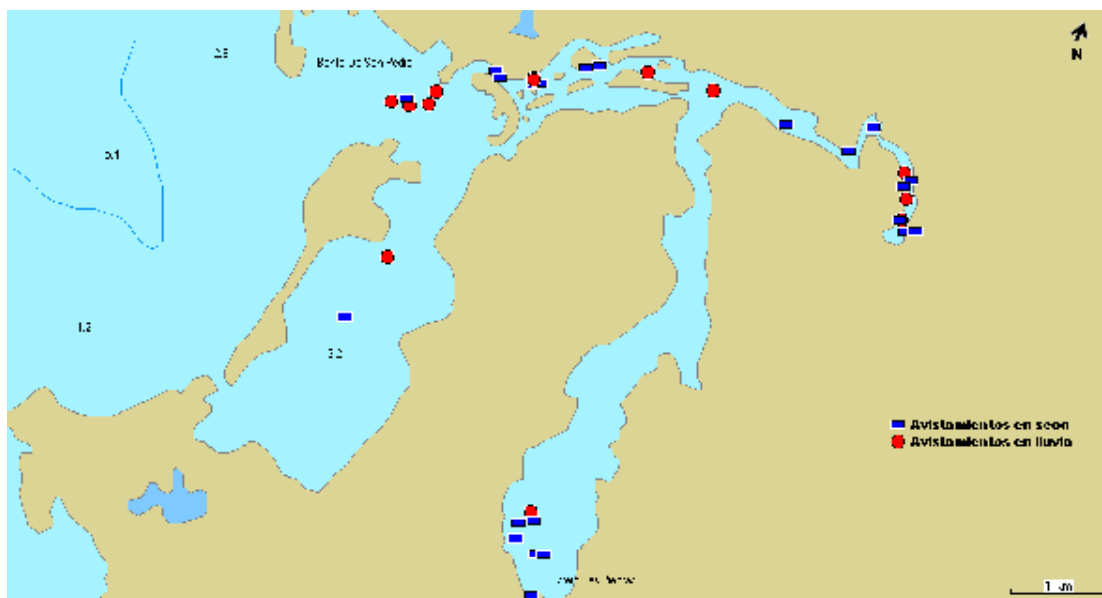


Figura 10: Distribución de los avistamientos de *Trichechus manatus* realizados en las temporadas de seca y lluvia, en la Ensenada de la Siguanea.

Es probable que en las zonas de canales y lagunas estrechas se facilite la observación de los animales mientras que en zonas más abiertas resulte difícil su detección. Por otra parte estos animales podrían tener preferencia por este tipo de hábitat con poca visibilidad ya que en estos resulta más difícil su caza. Aguas profundas y oscuras cercanas a parches de alimento podrían ser preferidas a zonas someras y de agua claras (Anexo 5). La proximidad a los manglares con sistemas de raíces en donde se puedan esconder con facilidad parece ser beneficioso (Powell, comunicación personal).

El intervalo de profundidades observadas en los sitios de avistamientos, 1.7-6.8 m (4 como promedio) (Anexo 5), resultó mayor que el observado en Quintana Roo (0.8-2 metros) (Axis-Arroyo *et al.*, 1998). Nuestros resultados parecen coincidir con los obtenidos en similares estudios (Smerthurst y Nietschmann, 1999; Olivera-Gómez y Mellik, 2005), y sugieren que los animales prefieren zonas relativamente profundas. En algunas áreas la topografía de fondo juega un papel importante en la preferencia de hábitats (Smerthurst y Nietschmann, 1999). El 74% de los avistamientos se realizaron en sitios con visibilidad vertical parcial.

El promedio de temperatura de fondo y superficie observado en los sitios de los avistamientos fue de 26.6 °C y 25.9 °C respectivamente. El valor mínimo de temperatura superficial y de fondo del agua medido en los sitios de avistamientos fue 18.4 °C y 18.5 °C respectivamente.

Los avistamientos se detectaron entre los 4 y 39 ppm de salinidad. El promedio de salinidad de los sitios de avistamientos fue de 26 ppm.

Los observadores fueron capaces de detectar avistamientos a una distancia entre 2 y 300 metros. Aunque avistamientos a una distancia > de 100 metros se realizaron con mayor frecuencia desde plataformas de observación elevadas (~ 2 metros de altura) durante los muestreos realizados en barco (figura 11). El hecho de que un mayor número de avistamientos se haya detectado a menos de 100 metros de la embarcación puede deberse a la concentración de los mismos en zonas de canales de mangles.

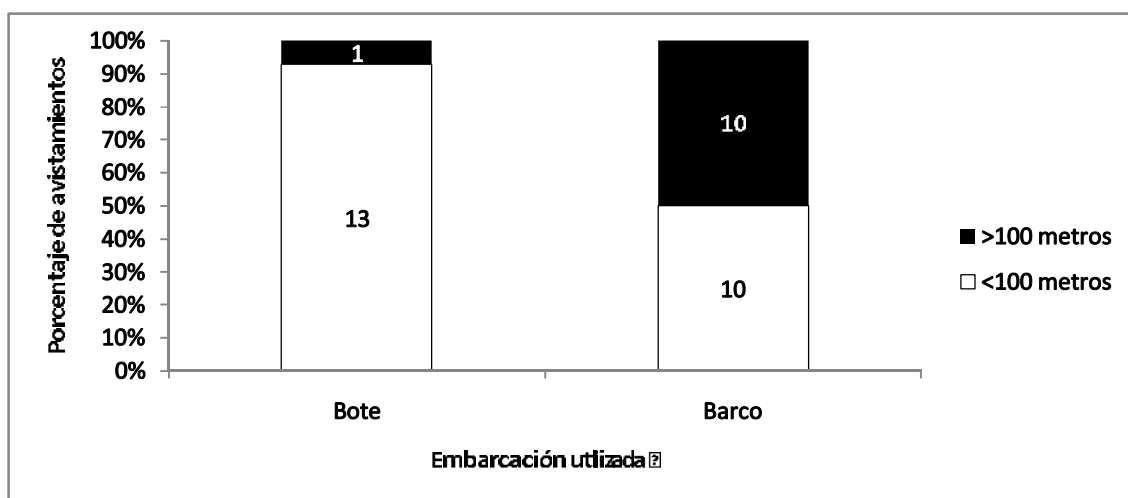


Figura 11: Proporción de avistamientos observados en dos intervalos de distancias (<100 y >100 metros) obtenidos durante el muestreo en bote y barco.

El valor promedio del tamaño de grupo fue 1.6. Este valor osciló entre 1 y 5 animales (Figura 12). Tamaño similar al obtenido por Morales-Vela *et al.* (2000) durante el estudio realizado en Belice y Chetumal en México (1.7). Para las poblaciones de la Florida se han registrado valores promedio de tamaño relativamente mayores 2.6 (Reynolds, 1981) y 2.19 (Miller *et al.*, 1998). No se observó diferencias entre el tamaño de grupo entre estaciones de seca y lluvia ($U=152$, $p>0.05$).

No se observó diferencias en la frecuencia de observación de animales solitarios y en grupo ($X^2=1$, $p>0.05$). Sin embargo un 58 % de los avistamientos fue de solo un individuo. Este patrón coincide con el observado para Belice y Chetumal en donde la mayoría de las observaciones fueron animales solitarios, sin embargo en estas áreas se observa una mayor variabilidad en el tamaño de los grupos registrados (Morales-Vela *et al.*, 2000; Auil, 2004). La estructura social anterior difiere de la observada para la especie en la Florida, en donde la agregación de los animales tiende a ser más frecuente (Reynolds, 1981).

El número máximo de animales observados en un grupo resultó menor (5) que el registrado en otros estudios de la región; 8 en Miami (Reynolds, 1981), 11 en la costa

este de Florida (Miller *et al.*, 1998), 11 en Belice y Chetumal (Morales-Vela *et al.*, 2000), 22 en Belice (Auil, 2004).

Las personas entrevistadas durante nuestro estudio afirman que resulta común observar animales solitarios o grupos de entre 2 y 3 individuos. Grupos de entre 6 y 15 animales han sido observados en determinadas ocasiones pero se dice que estos grupos numerosos no son frecuentes en la actualidad.

Solamente en tres avistamientos realizados durante el período de lluvia se registró la presencia de crías (8.3 %). En estos casos se pudo comprobar la presencia de dos animales estrechamente unidos que salían a superficie de manera sincronizada. Todos los avistamientos con cría fueron realizados en el año 2009. La proporción de crías detectadas resultó baja, 5.08 % (3) comparado con otras áreas relativamente cercanas, 7.4 % en Belice y Chetumal (Morales-Vela *et al.*, 2000), 13 % en Belice (Auil, 2004). La proporción de crías, es uno de los indicadores de la salud de una población determinada y resulta crítico para determinar su éxito (Powell, 2002).

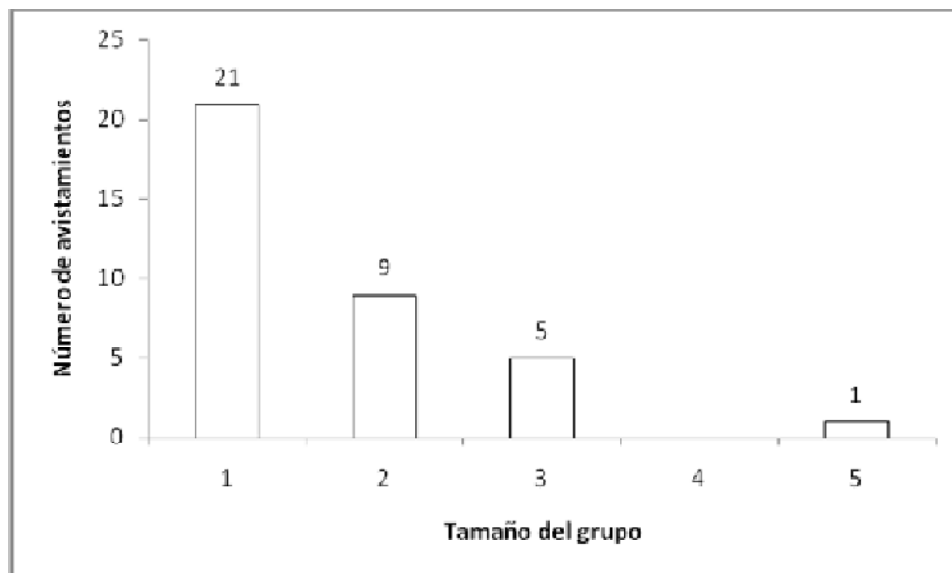


Figura 12: Histograma de frecuencia de tamaño de grupo observado durante el estudio de *Trichechus manatus* en la Ensenada de la Siguanea.

Se pudo identificar la actividad que realizaban los animales solamente en el 50 % de los avistamientos. En el resto las conductas resultaron no identificables pues la observación y descripciones *ad libitum* no correspondieron a ninguna categoría descrita.

En el 58% de los avistamientos se evidenció un comportamiento evasivo de los animales que se manifestaron en las siguientes respuestas:

- Nado a zonas profunda
- Salida pronunciada a superficie acompañada de una prolongación del tiempo sumergido
- Separación de la embarcación
- Aumento de la velocidad de nado acompañada de impulso con la aleta caudal
- Separación de grupos

Nowacek *et al.* (2004) demostró que los manatíes responden a acercamientos de embarcaciones fundamentalmente con un movimiento hacia zonas profundas y un incremento en la velocidad de natación.

En los avistamientos registrados durante las estaciones de observación no se detectó evasión en los animales, debido a que el disturbio acústico fue nulo. En aquellos avistamientos obtenidos durante los recorridos la respuesta evasiva de los animales se obtuvo a partir de los 150 m de distancia. En poblaciones de la Florida respuesta evasivas comienzan a observarse a una distancia de 25-50 m de las embarcaciones. Para los dugones se ha descrito que este tipo de respuestas comienzan a partir de los 50 metros. En Belice, los animales parecen tener mayor sensibilidad en la detección de embarcaciones (800 m) (Nowacek *et al.*, 2001).

La intensa presión de caza a la que históricamente han sido sometidas las poblaciones en el país podría ser la causa de la frecuente observación de este comportamiento inusual en los animales.

Se registraron las conductas de desplazamiento (movimiento), alimentación y descanso. La conducta de socialización no fue detectada, aunque la presencia de un grupo de 5 animales en el mes de julio pudiera indicar la posibilidad de actividades de apareamiento en el área.

La conducta observada con mayor frecuencia fue el desplazamiento (83% de las conductas identificadas) (Tabla XI). Esta conducta se observó en ambas temporadas. La conducta de alimentación fue detectada solamente en dos avistamientos durante la temporada de lluvia. Ambos se detectaron en zonas con presencia de pasto marino dominado por *Thalassia* y con la presencia de parches de *Halodule*. Se observaron a los animales nadando en un mismo sitio y se detectó la presencia de sedimentos en la columna de agua.

Tabla XI: Cantidad de avistamientos (N) en las conductas desplazamiento, alimentación y descanso registradas durante el estudio de *Trichechus manatus*, en la Ensenada de la Siguanea.

	Desplazamiento	Alimentación	Descanso	
Seca	9	0	1	
Lluvia	6	2	0	
Total	15	2	1	18

En el avistamiento categorizado como descanso, se observaron a dos individuos en un sitio de afloramientos de agua subterránea (estación 16). Estos animales permanecieron en el lugar por más de una hora y manifestaron durante la observación, 10 salidas simultáneas a superficie con un intervalo de tiempo promedio de 10 minutos. Esta conducta se observó solamente en temporada de seca.

Kinnaird (1985) encontró, en el este de la Florida, que la conducta de descanso resultó más frecuente en hábitats de río, mientras que los animales observados en zonas estuarino-costera se observaron fundamentalmente desplazándose.

Es probable que en el área de estudio el desplazamiento indique el movimiento mayormente entre sitios de descanso y alimentación, aunque no se determinó ningún patrón en este sentido. De acuerdo a las observaciones de los pescadores del área, estos animales realizan movimientos al interior de los canales y lagunas en la tarde-noche y salen a la costa en la mañana a buscar alimento. Se han registrado avistamientos en el interior de las lagunas y canales durante la noche, según lo expresado por algunos de los entrevistados.

Debido a la marcada influencia que parece tener la presencia de embarcaciones, en las que se realizó el trabajo, es muy difícil establecer patrones de comportamiento definitivos de los animales en el área.

4.6. Análisis de heces fecales:

Se detectaron 13 componentes diferentes en las 7 muestras fecales colectadas. Se encontraron 8 elementos como promedio en cada muestra, con un intervalo de 4 a 9. De los elementos encontrados, 10 constituyeron especies vegetales, de las cuales 7 fueron identificados solamente hasta nivel de género y tres hasta nivel de especie. El número de elementos por muestra coincide con el registrado para otras regiones y especies, a partir del uso de técnicas similares: 1-7 para *Trichechus inunguis* (Colares y Colares, 2002), 1-5 para *Dugong dugon* (Heinsohn y Birch, 1972), 2-9 para *Trichechus manatus* en Brasil (Borges *et al.*, 2008), 2-8 para *Trichechus manatus* en Puerto Rico (Mignucci-Giannoni y Beck, 1998) y 1-7 para *Trichechus manatus* en Chetumal, México (Castelblanco-Martínez *et al.*, en prensa). Las especies registradas (90 %) en la dieta coinciden con la diversidad general encontrada durante los muestreos en el área. De manera general se plantea que una elevada variedad en los componentes encontrados en la dieta ha sido reportada para sirenios que habitan zonas de alta biodiversidad (Marsh *et al.*, 1982; Borges *et al.*, 2008).

El grupo predominante en todas las muestras analizadas fueron los pastos marinos. Se encontraron cuatro especies de angiospermas marinas, una de mangle y cinco de algas. Se observó también una especie de esponja perteneciente a la clase Demospongiae.

El elemento predominante en las muestras analizadas fueron los rizomas, que incluyen fragmentos de raíces y tallos que no pudieron ser identificados hasta género o especie (44 % de la media de puntos detectados en las muestras). Esto podría indicar que el modo de alimentación de los animales que frecuentan el área, es a partir de la remoción de la planta completa (incluidas raíces y tallos), comportamiento descrito por algunos autores para la especie en otras regiones (Packard, 1984; Provancha y Hall, 1991).

La especie más abundante que pudo ser identificada resultó *Halodule wrightii* (35 %) (Figura 13). *Thalassia testudinum* fue la segunda especie más observada (9.1 %). *Syringodium filiforme* presentó una baja frecuencia de observación (0.34 %). En el área natural, *Thalassia* se observó en un mayor número de estaciones (9 de las 12 muestreadas) (Figura 14). No se realizaron comparaciones en cuanto a la cobertura entre especie no obstante esta última predomina en el área. A pesar de la elevada abundancia de *Thalassia* observada en área, los animales parecen tener selectividad por *Halodule*. La preferencia de *T. manatus* por *Halodule* ha sido documentada para varias regiones: Puerto Rico (Mignucci-Giannoni y Beck, 1998), Brasil (Borges *et al.*, 2008), Florida (Provancha y Hall, 1991; Lefebvre *et al.*, 2000) y México (Castelblanco-Martínez *et al.*, en prensa). Lefebvre y Powell (1990), observaron animales alimentándose preferentemente sobre parches de *Halodule* mientras que zonas adyacentes con *Syringodium* permanecieron intactas. *Halodule* se establece en sedimentos que contienen cantidades notables de turba. El autor infiere entonces que la preferencia por esta planta sea en parte debido a su alto valor nutricional y a su mejor sabor o quizás que la suavidad de los sedimentos facilite el consumo de las raíces. Esto garantiza que la especie obtenga mayor nutrición con una menor cantidad de biomasa ingerida. Esto modula significativamente su distribución en las zonas estuarinas (Powell, comunicación personal).

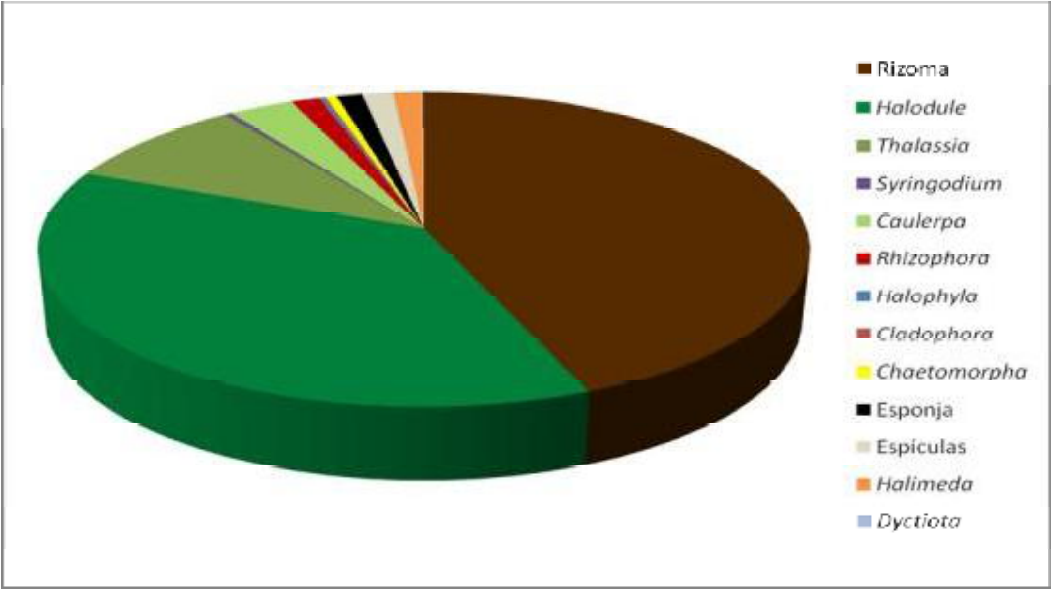


Figura 13: Proporción de elementos encontrados en el análisis de las siete muestras fecales colectadas durante el estudio de *Trichechus manatus* en la Ensenada de la Siguanea.

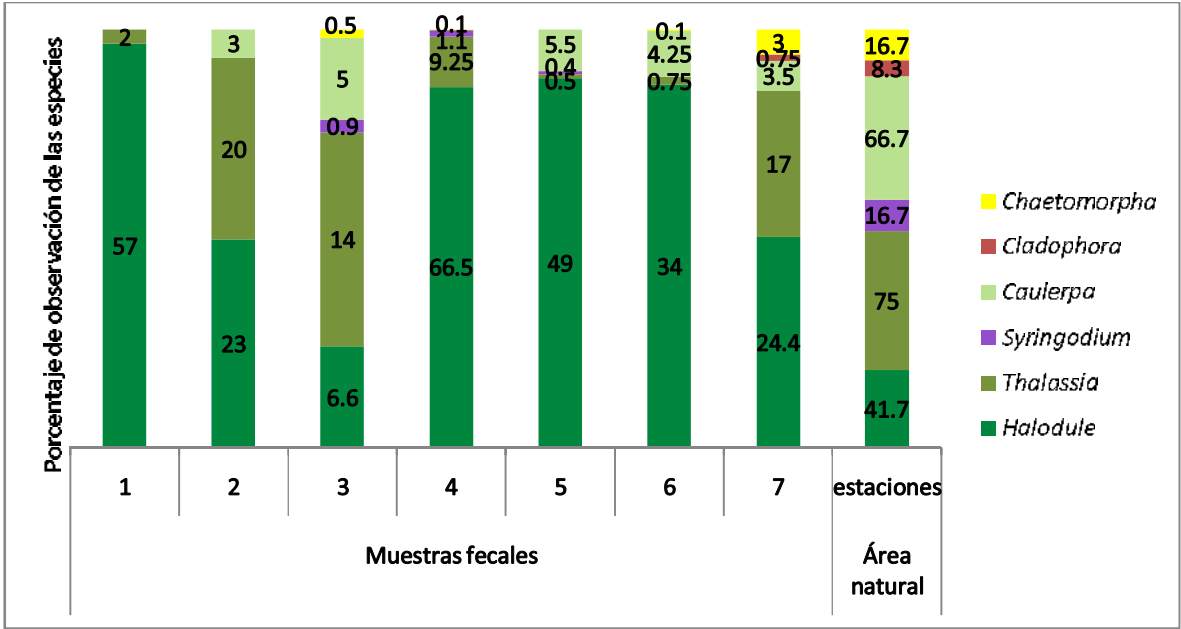


Figura 14: Porcentaje de cinco especies vegetales observados en las muestras de heces fecales (1-7) (800 puntos de conteo por muestra) y su representatividad en las estaciones de muestreo del hábitat natural (12 estaciones).

Otras especies de pastos como, *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* y *Halophyla* han sido reportadas además como componentes de la dieta de la especie (Lefebvre *et al.*, 2000; Borges *et al.*, 2008; Castelblanco-Martínez *et al.*, en prensa).

En nuestro estudio, *Syringodium* presentó una baja representatividad, lo que quizás se deba a su escasa presencia en el área. Esta especie ha sido reportada como alimento fundamental del manatí en la Florida conjuntamente con *Halodule* (Packard, 1984; Provancha y Hall, 1991). *Halophyla*, tampoco resultó un componente abundante dentro de la dieta de estos animales. Estas especies son de pequeño tamaño con relación a otros pastos, forman canopias de poca altura y están adaptadas a condiciones de poca luz, por lo que la competencia con otras especies es poca (Williams, 1988). No obstante es probable que constituya una fuente de alimento alternativa.

Los pescadores de la zona plantean que estos animales se alimentan frecuentemente de las denominadas yerbas de fideos, identificadas como (*Halodule* o *Syringodium*).

No se encontró ningún fragmento de planta dulceacuícola en las muestras analizadas. En determinadas áreas de la Florida la alimentación de la especie está basada fundamentalmente en vegetación dulceacuícola (*Vallisneria americana*, *Hydrilla verticillata*, *Myriophyllum aquaticum*) (Etheridge *et al.*, 1985; Reep y Bonde, 2006), no obstante se piensa que exista preferencia de la especie por los pastos marinos (Reep y Bonde, 2006; Alves-Stanley *et al.*, 2010).

Algunas plantas marinas tienen significativamente más proteínas que cantidades similares de vegetación dulceacuícola (Dawes y Lawrence, 1980; Vicente *et al.*, 1980). El contenido de proteínas de los pastos marinos tiende a ser mayor en las hojas frescas y en la base de las hojas (Provancha y Hall, 1991). Específicamente, *Halodule* y *Syringodium*, son dos especies colonizadoras con elevada tasa de recambio, presentan raíces poco profundas y sus hojas son cualitativamente superior para la alimentación de los herbívoros (Cebrian y Duarte, 1998).

Alternativamente, la elevada biomasa de *Thalassia*, puede ser una fuente potencial de alimento (Lefebvre *et al.*, 2000). Los manatíes parecen preferir parches con biomasa relativamente alta (Hartman, 1979), lo que tiende a reducir el impacto en áreas previamente perturbadas y minimizar el impacto en parches de *Halodule* (Packard, 1984). Es probable que la especie haya desarrollado estrategias de “cultivo” de aquellas plantas de su preferencia, de manera similar a los dugones (Preen, 1995). Packard (1984) notó que en sitios en los que parches de *Thalassia* son removidos de raíz, el fragmento desocupado es invadido rápidamente por *Syringodium* y *Halodule*. Esta última especie, al menos en aguas someras, parece re-colonizar de manera más rápida (Packard, 1984). Los disturbios provocados por los animales al alimentarse tienden a mantener la diversidad de especies en las comunidades de pastos, al crear espacio nuevos que puedan ser colonizados por especies crecimiento rápido (Packard, 1984). De manera general el efecto de ramoneo de estos organismos sobre los parches de fanerógamas marinas permite mantener la salud de los pastos, al eliminar el exceso de biomasa que provoca condiciones para el desarrollo de bacterias que condicionan la mortalidad de los pastos marinos (Jackson *et al.*, 2001)

Los componentes rizomas, *Thalassia testudinum* y *Halodule wrightii* se observaron en todas las muestras colectadas durante nuestro estudio. El género *Caulerpa* fue detectado en el 71.4 % de las colectas, del mismo fue posible identificar la especie *Caulerpa paspaloides*, no obstante para el análisis solamente se tuvo en cuenta el género. Los géneros *Rhizophora*, *Syringodium* y *Halimeda* se observaron en el 42.9 % de las muestras (Figura 15).

La especie de alga observada con más frecuencia en las muestras fecales resultó *Caulerpa*, aunque al igual que lo encontrado por Beck (1989) citado por Provancha y Hall (1991), este componente se encontró en pequeñas cantidades. Provancha y Hall (1991) encontraron que la abundancia de manatíes presentó una correlación negativa con la este género. Al parecer, en respuesta de los componentes anti-herbívoros encontrados en esta planta (Ogden, 1976).

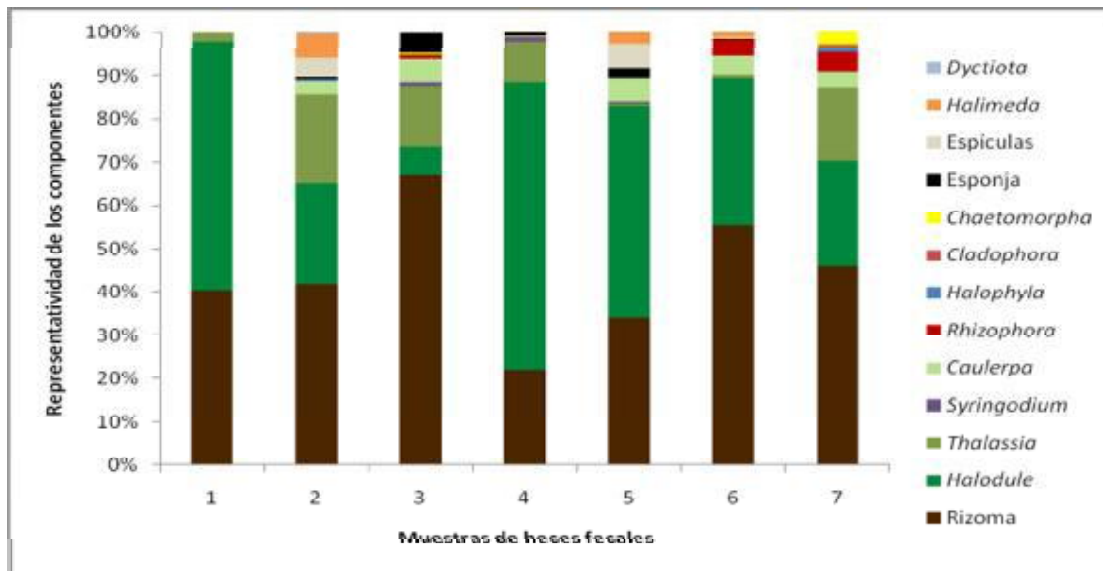


Figura 15: Representatividad de los componentes encontrados en el análisis de cada una de las siete muestras fecales colectadas durante el estudio de *Trichechus manatus* en la Ensenada de la Siguanea. Muestra 1 (noviembre 2007), muestra 2 (enero 2009), muestra 3 (mayo 2009), muestra 4 (julio 2009), muestra 5, 6, 7 (agosto 2009).

Otras especies de algas encontradas fueron *Halimeda*, *Chaetomorpha*, *Cladophora* y *Dycliota*. Esta última, con el más bajo porcentaje de representatividad. Hartman (1979) observó en los animales la ingestión de algas epifitas de los géneros *Enteromorpha*, *Spirogyra*, *Cladophora*, *Oscillatoria*, *Gracilaria*, y *Ectocarpus*. Por otra parte se ha registrado la alimentación de la especie en parches *Halimeda opuntia*, fundamentalmente debido a la calidad y valor nutricional de las plantas de *Thalassia* de dicha área (Lefevbre *et al.*, 2000).

El consumo de algas es observado frecuentemente en la especie (Borges *et al.*, 2008; Castelblanco-Martínez *et al.*, en prensa) aunque parece deberse a ingestión incidental (Reynolds y Rommel, 1996). La resistencia de la planta al proceso de digestión, tiene influencia en la cantidad de fragmentos que aparezcan en las muestras fecales, de ahí que muchas veces la presencia de plantas menos resistentes como las algas es subestimado (Castelblanco-Martínez *et al.*, en prensa).

Se observó en nuestro estudio una especie de esponja, identificada por la presencia de fibras esponginas y espículas, perteneciente a la clase Demospongiae. Se observó

también fragmentos de conchas de moluscos. Se han registrado, como componente de la dieta, diversos invertebrados (esponjas, cnidarios, briozoos, larvas de insectos, anfípodos, moluscos, camarones), los cuales pueden proveer proteínas adicionales a las que obtienen de la dieta herbívora (Hartman, 1979; Hurst y Beck, 1988). De manera general, es probable que durante el proceso de forrajeo estos animales ingieran accidentalmente diversas especies de invertebrados y algas (Smith, 1993).

4.7. Análisis de las amenazas para la conservación de la especie:

En 262 horas totales de muestreo, solamente se realizaron 15 encuentros con embarcaciones, para una frecuencia 0.06 encuentros/hora. Se observaron embarcaciones de las tres categorías preestablecidas, sin embargo las correspondientes a la categoría 1 (embarcaciones sin motor) fueron observadas con mayor frecuencia (Figura 7). A pesar del pequeño tamaño del área de estudio, se puede considerar que no existe un tráfico de embarcaciones significativo. Los niveles de incidencia de embarcaciones observados en el área difieren de los obtenidos en el Parque Nacional Tortuguero de Costa Rica en los que se cuantificaron 669 botes en un período de 36 horas (Smethurst y Nietschmann, 1999).

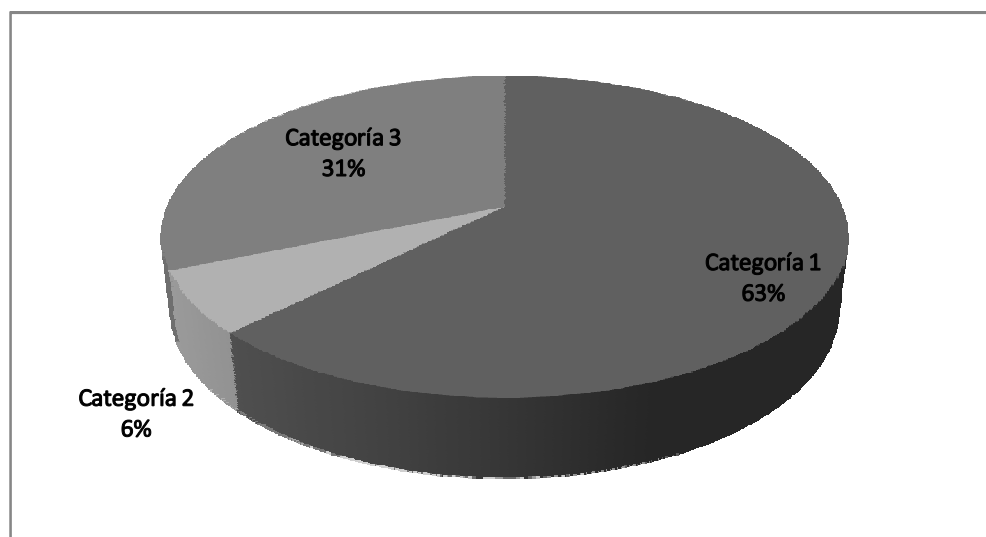


Figura 7: Categorías de embarcaciones detectadas durante el estudio de *Trichechus manatus* en la Ensenada de la Siguanea (categoría 1: embarcaciones rústicas y sin motor, categoría 2: embarcaciones con motor pequeño, categoría 3: embarcaciones grandes con motor ≥ 50 HP).

La categoría 1 incluyó embarcaciones rústicas elaboradas con palma corcho y botes a remo. Pertenecientes fundamentalmente a asentamiento humanos cercanos. Pobladores de comunidades como La Loma, La Victoria, La Fé, Argelia, Nueva Gerona, entre otras, realizan pesca de consumo y caza de jutías en el área de estudio. El acceso a estas zonas se realiza a través de caminos rústicos y a través de la marina del hotel Colony. Otras comunidades cercanas al área de estudio son Cocodrilo, Maceo, Julio Antonio Mella y Granja Libertad.

Dentro de la categoría 2 clasificaron los botes con motor fuera de borda, que en todos los casos pertenecían a embarcaciones pesqueras incluidas en la categoría 3. Dentro de esta última categoría se observaron durante el estudio boniteros y escameros. En todos los casos las embarcaciones se encontraban en actividades de pesca de carnada. Estos barcos fueron detectados solamente en la bahía de San Pedro y el estero inmediato, aunque los mismos tienen acceso hasta el Estero de las Piedras.

Se conoce que en temporada ciclónica el área es usada como refugio de barcos ya que es de fácil acceso debido a su profundidad y ofrece protección contra el viento y el oleaje.

Históricamente el choque con embarcaciones ha constituido una causa de muerte significativa para la especie y en la actualidad esta amenaza continúa incrementándose (O'Shea *et al.*, 2001; Bonde *et al.*, 2004). En la Florida en un período de 25 años murieron 1253 animales como resultado de estos eventos (Rommel *et al.*, 2006). El incremento en el tráfico de embarcaciones, muchas veces como resultado de un incremento en las actividades turísticas, es un fenómeno que ocurre actualmente y que puede afectar en gran medida a las poblaciones de manatíes en muchas regiones (Smethurst y Nietschmann, 1999; Nowacek *et al.*, 2004). En nuestro país existen escasas evidencias de eventos de mortalidad por esta causa, lo que quizás se deba al poco desarrollo de la industria turística con relación a las actividades náuticas. El área de estudio no presenta un tráfico de botes significativo, a pesar de la existencia de instalaciones turísticas en sus cercanías. Las embarcaciones que hacen uso del área

son relativamente lentas y durante su estancia en el lugar se mantienen en un sitio fijo. La influencia de las mismas sobre las poblaciones de manatíes deberá ser estudiado a profundidad en posteriores investigaciones.

La naturaleza de los factores que amenazan la supervivencia de la especie es variable (O'Shea *et al.*, 2001; Bonde *et al.*, 2004). La interacción de estos con el hombre, negativa en la mayoría de los casos (Reynolds *et al.*, 2009), es un fenómeno de interés a evaluar para la conservación de la especie.

Según la información obtenida a partir de las entrevistas con pescadores y buzos, los eventos de mortalidad son poco frecuentes en el área de estudio y otras zonas adyacentes. Los pescadores plantean haber encontrado en raras ocasiones restos de huesos. Sin embargo el 75 % de los que comentaron acerca del estado general de la población actual (8 de los entrevistados), afirma que la tendencia está dirigida a su disminución.

La información tradicional y anecdótica colectada, así como el reporte y descripción de tres eventos de mortalidad en el invierno del 2009, podría indicar que la caza furtiva para el consumo y venta de la carne representa una amenaza potencial. Uno de los registros de mortalidad pudo ser confirmado y en ese caso se colectó un set de huesos pertenecientes a un juvenil.

La baja incidencia del fenómeno de caza en el área puede deberse al carácter prístino y poco antropizado del lugar. El impacto humano en el área se puede considerar bajo debido a que el acceso hacia esta región de la Isla de la Juventud es restringido. Existen además un bajo número de asentamientos humanos y estos a su vez son de poca densidad poblacional (Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, 1978).

El hecho de que, aunque con baja intensidad, esta represente una de las causas potenciales de mortalidad en el área de estudio, puede deberse a la ausencia de acciones de conservación dirigidas al manejo de la especie y sus hábitats. Esta zona

pertenece al Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) Sur de la Isla de la Juventud. Sin embargo, la vigilancia dentro del área no existe debido a la ausencia de infraestructuras y recursos humanos disponibles para esta actividad.

Se pudo percibir en los entrevistados una elevada tradición de consumo y experiencia en cuanto a las técnicas usadas para la caza. Estos plantean que para el caso de esta especie en particular su captura es muy fácil debido a su docilidad. Para ello se utilizan redes de mallas medianas o se arponea al animal por el hocico y su posición se marca con una boya. En este proceso los animales son perseguidos hasta su cansancio y capturados. En todos los entrevistados la percepción de estas personas hacia la importancia de la especie es únicamente su uso como alimento para el consumo humano

Se plantea que la caza furtiva era menor en épocas anteriores debido a que no existía la necesidad de obtener alimentos por esta vía. Además los pescadores de manera general recibían mejor atención por lo que la captura ilegal de estos animales no constituía su modo de subsistencia. No obstante, se pudo percibir de manera general, que a pesar de no existir conciencia conservacionista con respecto a esta especie existe un respeto propiciado por la severidad de los castigos impuestos a todo aquel que viole lo establecido por el Decreto de Ley 164. Dicho decreto contempla como sanciones aplicables a las infracciones y violaciones: las multas, obligación de hacer, decomisos y suspensión o cancelación de la autorización de pesca (Decreto de Ley 164, artículo 50).

A pesar de que el ahogamiento de los animales en paños de pesca y redes de arrastre, fue una causa de muerte mencionada, esta no parece ser frecuente. En la zona de trabajo no se observó el desarrollo de una intensa actividad de pesca. No obstante, al sur de la Isla de la Juventud se localizan las áreas de pesca de escama, para lo cual se emplean artes potencialmente peligrosas para el manatí como el chinchorro y los tranques (Baisre, 2004).

De acuerdo con la información colectada en los encuentros con los pescadores, otras amenazas a las que actualmente se enfrenta la especie son la disminución de fuentes de alimentación y de agua dulce, el disturbio de los animales en su hábitat, los choques con embarcaciones y la contaminación de los ríos.

Las causas naturales de mortalidad de la especie incluyen, entre otras, estrés por frío, enfermedades infecciosas e intoxicación por las denominadas mareas rojas (Bonde *et al.*, 2004; Bossart *et al.*, 2002b; Bossart *et al.*, 2004). Pero estas son más frecuentes en la subespecie de la Florida. Para la subespecie antillana se registran generalmente causas de muerte relacionadas directa o indirectamente con la acción de los seres humanos (Lefebvre *et al.*, 2001). El conocimiento de estas amenazas o de los factores que potencialmente afectaría la supervivencia de la especie resulta esencial en las evaluaciones de los hábitats, con vistas a ofrecer recomendaciones para el manejo.

La caza furtiva es un fenómeno que siempre ha incidido sobre las poblaciones de manatí y que ha sido en parte, responsable de la disminución del número de manatíes a lo largo de todo su área de distribución (Thornback y Jenkins, 1982). Los usos de la carne, grasa, piel y huesos han sido descritos por muchos autores (Lefebvre *et al.*, 2001, Powell, 2002). En la actualidad, la caza ilegal y el comercio con los animales continúa poniendo en peligro la supervivencia de la especie en algunas regiones del Caribe (Smethurst y Nietschmann, 1999; Morales-Vela *et al.*, 2000; Montoya-Ospina *et al.*, 2001; Thoisy *et al.*, 2003; Bonde *et al.*, 2004).

4.8. Consideraciones para la conservación y manejo de *Trichechus manatus* en el área:

4.8.1. Protección de la especie y sus hábitats:

Definir prioridades es uno de los pasos de mayor importancia para la conservación de los recursos naturales. Para esto se toman en cuenta aspectos ecológicos y sociales, aunque muchas veces la información necesaria para tomar decisiones resulte insuficiente (Sutherland, 2000). La conservación y manejo de especies individuales se

prioriza generalmente utilizando criterios de vulnerabilidad a la extinción, importancia evolutiva e interés popular (Sutherland, 2000).

El manejo de mamíferos marinos puede promover una amplia variedad de objetivos y uno de ellos es la conservación de especies por su valor intrínseco (Barlow, 2002; 2009). Áreas protegidas pequeñas, establecidas como santuarios parecen ser una herramienta efectiva en el manejo de manatíes y sus hábitats críticos (Barlow, 2002; 2009).

El manejo de esta especie en particular, altamente carismática, puede tener repercusiones positivas a diferentes niveles, si se analizan los conceptos de especie focal (especies individuales seleccionadas para el monitoreo en programas de manejo a nivel ecosistémico) (Armstrong, 2002); y más específicamente el de especie sombrilla (especie cuya protección propicia la protección de muchas otras especie) (Lambeck, 1997). Aunque, el término más comúnmente utilizado es el de “especie bandera”, cuya protección y conservación usualmente genera beneficios para especies menos espectaculares (Sutherland, 2000).

La definición de Áreas Marinas Protegidas (AMP) incluye componentes del ambiente marino asociados a aspectos biológicos, físicos y sociales (Angulo-Valdés, 2007). Estas pueden ser implementadas en una amplia gama de condiciones sociales y económicas y poseen variables diseños en cuanto a su planificación. Proveen además un marco legal e institucional para lidiar con los problemas complejos existentes en la zona costera (Angulo-Valdés y Hatcher, 2010). El diseño de áreas marinas protegidas en Cuba puede enfocarse en la protección y manejo de determinadas especies de interés y sus hábitats (Centro Nacional de Áreas Protegidas, 2004). Para el caso del manatí de la Florida y poblaciones de la subespecie antillana de Belice, ha resultado efectiva la implementación de determinadas áreas con características esenciales como zonas protegidas o refugios para sus poblaciones. Es probable que la protección en estos sitios haya propiciado el incremento en el número de animales que hacen uso de los mismos (Reep y Bonde, 2006). En nuestro país deben focalizarse las acciones de

conservación dirigidas a la especie en aquellas áreas que pueden ser consideradas críticas.

4.8.2. Tendencias en el uso de la especie como atractivo turístico:

Las percepciones negativas, con relación a la conservación del manatí, observadas durante nuestro estudio, son producto de una arraigada cultura y tradición de consumo. Con sus inicios en las culturas aborígenes (Cuni, 1918; Gates, 1954), como ha sucedido en la mayoría de los países del Caribe (Jackson *et al.*, 2001). Esta práctica ha disminuido considerablemente en algunas regiones del planeta (Powell, 2002), sin embargo, las condiciones socioeconómicas de nuestro país, en parte, ha impedido su eliminación total. Se podría considerar efectivo para el manejo de la especie en el área, generar alternativas al uso que históricamente ha presentado y minimizar así el impacto que representa dicha presión.

La necesidad de obtener beneficio social y económico con una disminución de los impactos negativos sobre los recursos naturales, es una tendencia común en la actualidad e impulsan el desarrollo del denominado turismo sostenible (Angulo-Valdés, 2007). Como parte de esta nueva corriente, la observación de la fauna silvestre, en particular, es una actividad altamente atrayente para un gran número de personas, que viajan grandes distancias para observar, ya sea por su belleza, rareza o importancia biológica, especies de diversos grupos zoológicos (peces, aves, mamíferos marinos, tortugas etc.) (Simonds, 1991; Halpenny, 2002; Sorice *et al.*, 2006).

Principalmente el encuentro con animales de gran tamaño es un evento de elevada popularidad (Sorice *et al.*, 2006). Cuando este tipo de interacción entre el hombre y la fauna silvestre ocurre en un contexto turístico, se produce un incremento potencial de los beneficios en las economías locales, regionales y nacionales. Los impactos económicos positivos este tipo de turismo pueden ser significativos (Kerlinger y Brett, 1995; Hoyt, 2001).

El manatí (*Trichechus* sp.) ha sido una de las especies focales en actividades de observación de vida silvestre (Halpenny, 2002). En la Florida, estos animales, cuyas poblaciones han incrementado considerablemente en los últimos 20 años (Powell, 2002), constituyen un gran atractivo turístico. Cada año, cerca de 100 000 turistas visitan Cristal River, Florida, con el objetivo de interactuar con este amenazado animal (Sorice *et al.*, 2006). El acercamiento con esta rara especie, conjuntamente con el ambiente físico que constituye su hábitat, hacen de esta una popular atracción (Reynolds y Braithwaite, 2001).

El uso de la especie como atractivo turístico es desarrollado también con poblaciones de Belice. Se han diseñado recorridos turísticos en el país que incluyen viajes naturales a lagunas y ríos, en botes pequeños, para observar a los animales y sus hábitats (O'Shea y Salisbury, 1991). En esta región la especie presenta un estado legal protegido y es considerada objeto focal en muchos proyectos de conservación. Adicionalmente posee un importante valor económico, ya que cada turista paga hasta 80.00 USD por visitar áreas con probabilidades de encuentro con los animales (Auil, 1998).

El producto turístico de la región del Caribe y de Cuba es altamente dependiente de los recursos naturales, y está comercializado en el mundo como destino de mar, arena y sol (Angulo-Valdés, 2005). No obstante, cada vez aumenta más el número de turistas que vienen de países industrializados a regiones del Caribe, con una demanda del turismo de naturaleza (Gössting, 1999), un porcentaje considerable motivados, específicamente, por atracciones naturales marinas (Silva, 2002).

Al evaluar la tendencia del mercado mundial y las potencialidades naturales del área de estudio, es probable que el diseño de un producto turístico que promueva la protección de la especie y produzca incentivos económicos que puedan ser revertidos en dicha área protegida, sea una opción eficiente para la conservación.

4.8.3. Recomendaciones para la conservación del manatí en el Refugio de Fauna “Ciénaga de Lanier en la Isla de la Juventud”:

Nuestra área de trabajo se enmarca dentro de Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) “Sur de la Ciénaga de Lanier” y constituye además un área de significación internacional, al ser considerada sitio RAMSAR (Centro Nacional de Áreas Protegidas, 2004). Según el Decreto ley 201 en su artículo 31 las APRM deben contener en su interior áreas con categorías de protección más estrictas. El Refugio de Fauna Ciénaga de Lanier constituye una de las propuestas de área protegida de significación nacional dentro del APRM, que aún no ha sido sometida a análisis y en la actualidad se encuentra sin administración (Centro nacional de Áreas Protegidas, 2009) (Anexo 4). Uno de los objetivos de dicha categoría, es el de mantener o manejar el hábitat de forma que se garanticen las condiciones necesarias para proteger a importantes especies, grupos de especies o comunidades zoológicas (Decreto de Ley 201, artículo 26).

El presente trabajo recomienda, en primer lugar, la aprobación definitiva de este refugio de fauna, y propone, además, que sea considerado dentro de esta propuesta el manejo de la especie *Trichechus manatus* como objeto fundamental de conservación. Al constituir dicha especie objeto de especial protección por el Estado cubano (Ley 81, capítulo 2, artículo 85). La presente propuesta se fundamenta en los siguientes aspectos:

- La Ensenada de la Siguanea puede ser considerada un área de uso frecuente por la especie. No obstante se desconocen valores de abundancia absoluta.
- Esta área presenta hábitats con características esenciales para la supervivencia de estos animales (disponibilidad de alimento, refugio y fuentes de agua dulce).
- Existe una baja influencia humana por lo que los impactos negativos sobre las poblaciones de manatíes son bajos (caza, tráfico de botes y contaminación).

Para la confección de esta propuesta se siguió la metodología de elaboración de Plan de Manejo (Gerhartz *et al.*, 2007). Se tuvo en cuenta solamente los aspectos

relacionados con la población de manatí, dentro de los límites del área de trabajo. Otras especies y zonas de importancia relevante para este refugio de fauna no fueron analizadas al no contar con los conocimientos necesarios.

a) Límite: Se propone que se incluya como área prioritaria para el manejo de la especie la porción de río, canales, lagunas costeras, cayos y costa que corresponde al área de trabajo de la presente tesis. (Anexo 5)

b) Problemática actual:

- Ecológica (salud y amenazas del objeto de conservación): Se valora la protección de una especie autóctona de Cuba y endémica de la región del Caribe, de estado de conservación vulnerable (Baillie y Groombridge, 1996); con requerimientos ecológicos y biología reproductiva complejos, susceptibilidad a cambios en sus hábitats y diversidad de amenazas (Reep y Bonde, 2006; Reynolds *et al.*, 2009). Se determinó como presión principal en el área la caza furtiva para su consumo y como causa inmediata directa de esta presión la ausencia de vigilancia y protección. Otras presiones potenciales pueden guardar relación con el tráfico de embarcaciones y uso de técnicas de pescas nocivas.
- Capacidad de manejo: Son insuficientes los conocimientos existentes sobre la abundancia y distribución de la especie en el área. Ausencia de personal capacitado para el manejo, monitoreo y protección de las poblaciones de manatíes. Falta de financiamiento.

c) Los objetivos del área protegida, dirigidos a la conservación del manatí y acordes a los estipulado en el Decreto de Ley 201, artículo 26, son:

- Proteger la población de *T. manatus* que hace uso del área y sus hábitats críticos.
- Realizar campañas de educación ambiental dirigidas a mejorar la percepción actual de los usuarios de la zona sobre la especie y promover su conservación.

- Promover el uso de la especie como atracción turística como alternativa de mitigación de las presiones negativas sobre su población.
 - Realizar monitoreos periódicos de los animales e investigaciones que tributen a la efectividad del manejo de la especie en el área.
- d) La zonificación propuesta corresponde a las áreas usadas directamente por la especie, estudiadas en el presente trabajo. Entendemos que la protección y manejo de otras áreas dentro del refugio repercuten positivamente en la conservación del manatí, sin embargo su estudio no fue objetivo de nuestra investigación.
- Zona de Administración: Sitio en donde se ubicará la estación biológica y de monitoreo. La misma debe tener un fácil acceso a las zonas usadas por las poblaciones de manatíes. Además, controlar efectivamente las actividades realizadas por el personal que hace uso de la zona.
 - Zona de observación de la vida silvestre: Zonas de canales, lagunas costeras, ríos, cayos y costa con potencialidad para la alimentación, descanso, posibles refugios para los animales y fuentes de agua dulce. Se valorará la efectividad de esta zona y su impacto sobre la especie para su establecimiento definitivo. Las actividades ecoturísticas se implementarán como estrategia de mitigación, control y monitoreo de las presiones negativas sobre la especie al ser incompatibles con la caza ilegal de los animales y la pesca. Consideramos que estas actividades resultan necesarias para el manejo y conservación de este recurso natural y que en la mayoría de los casos se complementarán con las acciones de vigilancia, educación ambiental y monitoreo e investigación.

Es necesario tener en cuenta que para esto deberán existir mecanismos de regulación y control bien establecidos, debido al estado de amenaza actual de la especie en cuestión (Sorice *et al.*, 2006).

- e) Propuesta de programas para la conservación de manatí:

En la metodología de planes de manejo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba existen 17 programas para la conservación, de los cuales cinco repercuten directamente sobre la problemática observada en el área y los objetivos de la misma (Gerhartz *et al.*, 2007).

- Programa de vigilancia y protección: Debe tener como prioridad el control del principal agente de amenaza detectado en el área (caza furtiva). Asimismo se realizará seguimiento de los diferentes factores antrópicos que tienen lugar (actividades de pesca y uso de técnicas de pesca nocivas, tráfico de embarcaciones con exceso de velocidad). Este programa deberá contar con el desarrollo de infraestructuras que apoyen sus objetivos, como la construcción de torres de vigilancia, plataforma de observación marina y la compra de embarcaciones para recorridos del personal de conservación. Una vez establecido el programa de vigilancia favorecerá y se complementará con el de observación de vida silvestre.
- Programa de información, educación e interpretación ambiental: Deberá estar dirigido fundamentalmente a comunidades costeras cercanas, pescadores que realicen actividades de pesca en el área o zonas adyacentes y visitantes del área protegida. Este programa conjuntamente con el de vigilancia puede tener un impacto significativo en la reducción de los factores de origen antrópico que esté afectando la supervivencia de la especie en el área (Mignucci-Giannoni *et al.*, 2000).
- Programa de recreación y ecoturismo: Se propone la planificación de un paquete ecoturístico cuyo objeto sea la observación de la vida silvestre y ecosistemas naturales, con vistas a promover el uso alternativo del recurso (Halpenny, 2002). Se recomienda específicamente el establecimiento de senderos con recorridos en kayak, debido a que el disturbio acústico en este caso es mínimo. El diseño específico de dicha actividad deberá analizarse con posterioridad una vez establecida la administración del área y el programa de vigilancia. Se recomienda que dicha actividad sea coordinada y ejecutada por el Hotel Colony (Marlin S.A.),

institución que podría cubrir servicio de mercadeo del producto y búsqueda de clientes. Esto favorecería al hotel al contar con una opción más para ofertar al público.

- Programas de investigación científica y monitoreo: Se desarrollará para determinar tendencias en el uso de hábitat y realizar seguimiento del alimento disponible y fuentes de agua dulce. Unido a esto se debe monitorear los impactos humanos (influencia de la pesca y actividades ecoturísticas sobre las poblaciones) y los fenómenos de mortalidad. De manera general los métodos para llevar a cabo estos programas conllevan a la realización de: muestreos en bote, censos aéreos, entrevistas a comunidades y pescadores, evaluación de los pastos marinos, evaluación de la calidad de agua, desarrollo de técnicas de telemetría, estudios genéticos entre otros.

Los programas de administración y desarrollo deben estructurarse teniendo en cuenta las acciones del área y sus objetos de conservación. Es necesario garantizar con estos programas, la infraestructura necesaria para que el área cumpla sus objetivos y sea efectiva. Se recomienda establecer convenios de colaboración y trabajo con las instituciones turísticas y científicas vinculadas directa o indirectamente a la conservación de la especie y sus hábitats.

5. CONCLUSIONES

- El área de estudio muestra una elevada cobertura vegetal dominada por cinco especies de angiospermas marinas: *Thalassia testudinum* (densidad promedio de 193 vástagos/m²), *Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme*, *Halophyla decipiens* y *Halophyla engelmannii*. Presenta además potencialidad de refugios y disponibilidad de agua dulce, características que resultan esenciales para la especie.
- El área es mayormente frecuentada por embarcaciones rústicas y botes procedentes de comunidades cercanas y por embarcaciones estatales de pesca de bonito y escama. No obstante no se observa un significativo tráfico de embarcaciones (0.06 encuentros/hora). Se determinó que la caza furtiva para el consumo y venta de la carne representa la amenaza potencial más importante para la especie en el lugar.
- El área es usada frecuentemente por la especie, sin embargo los valores de abundancia no parecen ser muy elevados. Durante el estudio se realizaron 36 avistamientos de manatíes que totalizaron 59 animales. La frecuencia de avistamientos (avistamientos/hora) durante los recorridos fue de 0.2 y en las estaciones de observación 0.06. La abundancia relativa fue 0.55 avistamientos/10 millas náuticas.
- Los animales se observaron en sitios relativamente profundos (> 1.7 m), los cuales se corresponden a las lagunas costeras y canales de mangle del área de estudio.
- El valor promedio del tamaño de grupo fue 1.6 y osciló entre 1 y 5 animales. El 58 % de los avistamientos fueron animales solitarios. La proporción de crías detectadas presentó valores bajos (5.08 %).
- Se registraron las conductas de desplazamiento (movimiento), alimentación y descanso. En el 58% de los avistamientos se evidenció un comportamiento evasivo de los animales lo que pudiera resultar evidencia de la presión histórica de caza a la que han estado sometidas las poblaciones de esta especie.

- Se identificaron 10 especies vegetales diferentes en la dieta del manatí en el área. El grupo predominante en todas las muestras analizadas fueron los pastos marinos y la especie identificada de mayor frecuencia de observación fue *Halodule wrightii*. La elevada frecuencia de observación de fragmentos de rizomas y tallos en el contenido fecal y la observación de cicatrices en el pastizal podrían indicar una conducta de alimentación basada en la remoción de la planta completa y excavación en el sedimento. Un elevado porcentaje de las especies encontradas en la dieta coinciden con la diversidad general de vegetación observada en el hábitat.
- El correcto funcionamiento de un área protegida de categoría estricta (Refugio de Fauna) en la zona de estudio puede ser considerada como la mejor vía para la conservación de la especie y sus hábitats en la Ensenada de la Siguanea, Isla de la Juventud. Se propone la implementación de actividades ecoturísticas en el área como estrategia de mitigación, control y monitoreo de la especie.

6. RECOMENDACIONES

- Continuar el estudio con vistas a detectar variaciones estacionales en la abundancia del manatí y determinar aquellas variables que más inciden en el uso de esta área por los animales. Hacer énfasis en los períodos de frente fríos.
- Complementar los resultados obtenidos con estimaciones de abundancia poblacional y distribución a partir de censos aéreos.
- Determinar patrones y tendencias en los movimientos y uso de hábitats de los animales con el uso de técnicas de telemetría.
- Profundizar en el estudio de los hábitos alimentarios con vistas a determinar sitios más usados para la alimentación en el área y comparar la composición de la dieta observada con otras áreas de país.
- Realizar estudios dirigidos a evaluar el impacto de acciones antrópicas sobre la especie.
- Priorizar el establecimiento del Refugio de Fauna “Ciénaga de Lanier” como estrategia para la conservación del manatí en la provincia Isla de la Juventud.
- Estudiar los resultados y efectividad de las acciones de conservación que se desarrollen en el área.
- Comparar los resultados obtenidos con otros estudios en los que se empleen metodologías similares.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Ackerman, B.B. (1995): Aerial Surveys of Manatees: A Summary and Progress Report. En: O'Shea, Ackerman and Percival (eds.) Population Biology of the Florida Manatee. National Biological Services, Washington, D.C. P 98-119. P 13-33.
- Alvarez-Alemán, A., Angulo-Valdés. J.A, García-Alfonso, E. and J.A. Powell, (2009): Estudio y Conservación del manatí antillano (*Trichechus manatus*) en la Ensenada de la Siquanea, Isla de la Juventud. Congreso ColacMarCuba, La Habana, Cuba. P 1821.
- Alvarez-Alemán, A., Beck, C.A. and J.A. Powell, (2010): First report of a Florida manatee in Cuba. Aquatic Mammals. 36 (2): 148-153.
- Alves-Stanley, C.D., Worthy, G.A.J. and R.K. Bonde, (2010): Feeding preferences of West Indian manatees in Florida, Belize, and Puerto Rico as indicated by stable isotope analysis. Mar Ecol Prog Ser. 402: 255-267.
- Anderson, P.K. (1986): Dugongs of Shark Bay, Australia. Seasonal migration, water temperature and forage. National Geographic Research. 2: 473-490.
- Angulo-Valdés, (2005): Effectiveness of a Cuban Marine Protected Area in Meeting Multiple Management Objectives. A thesis Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, Dalhousie University, Halifax. 284 pp.
- Angulo-Valdés, (2007): Ecotourism and Marine Protected Areas: A Possible Synergy to Achieve the Sustainable Tourism Paradigm in the Insular Caribbean. Ocean Yearbook. 21: 339-363.
- Angulo-Valdés, J.A. and B.G. Hatcher, (2010): A new typology of benefits derived from marine protected areas. Marine Policy. 34 (3): 625-644.
- Armstrong, D. (2002): Focal and surrogate species: getting the language right. Conservation Biology. 16:285-286.
- Auil, N. E. (1998): Belize Manatee Recovery Plan. UNDP/GEF Coastal Zone Management Project. UNEP Caribbean Environment Programme, Kingston, Jamaica.
- Auil, N.E. (2004): Abundance and distribution trends of the West Indian Manatee in the Coastal Zone of Belize: Implication for conservation. A thesis Submitted in partial

- fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, Texas A&M University. 94 pp.
- Axis-Arrollo, J., Morales-Vela, B., Torruco-Gómez, D. y E. Vega-Cendejas, (1998): Variables asociadas al uso de hábitat del manatí del Caribe (*Trichechus manatus*), en Quintana Roo, México (Mammalia). Rev. Bio. Trop. 46(3): 791-803.
- Baillie, J. and B. Groombridge, (1996): IUCN Red List of threatened animals. World Conservation Union (IUCN), Switzerland. 368 pp.
- Baisre, J.A. (2004): La pesca marítima en Cuba. Editorial Científico-Técnica, La Habana. 372 pp.
- Barlow, J. (2002): Management. En: Perrin, Würsig and Thewissen (eds.) Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press, San Diego. P 706-709.
- Barlow, J. (2009): Management. En: Perrin, Würsig and Thewissen (eds.) Encyclopedia of Marine Mammals, 2nd ed. Academic Press, San Diego. P 679-682.
- Belitsky, D.W. and C. L. Belitsky, (1980): Distribution and abundance of manatees *Trichechus manatus* in the Dominican Republic. Biological Conservation. (17): 313-319.
- Boletín del Parque Zoológico Tropical de la Habana, (1954): Zoológico. (2): 1-3.
- Bonde, R.K., Aguirre, A.A. and J.A. Powell, (2004): Manatees as Sentinels of Marine Ecosystems Health: Are They the 2000-pounds Canaries? EcoHealth. (1): 255-262.
- Borges, J.C.G., Araújo, P.G., Anzolin, D.G. and G.E.C. de Miranda, (2008): Identificação de itens alimentares constituintes da dieta dos peixes-boi marinhos (*Trichechus manatus*) na região Nordeste do Brasil. Biotemas. 21 (2): 77-81.
- Bossart, G.D., Baden, D., Ewing, R.Y. and S. Wright, (2002a): Manatees and brevetoxicosis. En: Pfeiffer (ed.) Molecular and Cell Biology of Marine Mammals. Krieger Publishing Co, Malabar, FL. pp 205–212.
- Bossart, G.D., Meisner, R. A., Rommel, S.A., Ghim, S. and A. B. Jenson, (2002 b): Pathological features of the Florida manatee cold stress syndrome. Aquatic Mammals. 29 (1): 9-17.
- Bossart, G.D., Meisner, R.A., Rommel, S.A., Lightsey, J.D., Varela, R.A. and R.H. Defran, (2004): Pathologic Findings in Florida Manatees (*Trichechus manatus latirostris*). Aquatic Mammals. 30 (3): 434-440.

- Burdick, D.M. and G.A. Kendrick, (2001): Standars for seagrass collection, identification and sample design. En: Short and Coles (eds.) Global Seagrass Research Methods. Elseiver Science, B.V. P 79-100.
- Castelblanco-Martinez, D.N., Aguirre, B. y V.F. Holguín, (2003): Uso del hábitat del manatí antillano *Trichechus manatus manatus* en el Magdalena Medio (Santander, Colombia). VI Congreso de Ecología do Brasil, Fortaleza, Brasil. P 254-255.
- Castelblanco-Martinez, D.N., Gómez-Camelo, I. y A.L. Bermúdez, (2005): Ecología y Conservación del manatí antillano *Trichechus manatus manatus* en la zona comprendida entre Puerto Carreño, Colombia y Puerto Ayacucho, Venezuela (2004-2005). Informe Final presentado a Sirenian International. 44pp.
- Castelblanco-Martínez, D.N., Morales-Vela, B., Hernández-Arana, H. A. and J. Padilla-Saldivar, (In press): Diet of manatees *Trichechus manatus manatus* at Chetumal Bay, México. Latin American Journal of Aquatic Mammals.
- Cebrian, J. and C. M. Duarte, (1998): Patterns in leaf herbivory on seagrasses. Aquat. Bot. 60: 67-82.
- Centro Nacional de Áreas Protegidas, (2004): Áreas Protegidas de Cuba: Para Todos. Centro Nacional de Áreas Protegidas, CITMA. 112 pp.
- Centro Nacional de Áreas Protegidas, (2009): Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, 2009-2013. Informe del Centro nacional de Áreas Protegidas. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. 180 pp.
- Cerdeira-Estrada, S., Lorenzo-Sánchez, S., Areces-Mallea, A. y C. Martínez-Bayon, (2008): Cartografía de la distribución espacial de los hábitats bentónicos en el Golfo de Batabanó utilizando imágenes Landsat-7. Ciencias Marinas. 34 (2): 213-222.
- Cicin-Sain, B. and R.W. Knecht, (1998): Integrated Costal and Ocean Management: concept and practices. Island Press, Washington DC. 517 pp.
- Claro, R. (2006): Diversidad ecológica. En: Claro (ed) La biodiversidad marina de Cuba. Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana. 39 pp.
- Clero, L. (2003): Demografía y Crecimiento de las praderas submarinas (*Thalassia testudinum*, Banks ex König) en Cayo Coco, Ciego de Ávila, Cuba. Tesis de

- Maestría, Programa "Análisis de Ecosistemas Acuáticos". Universidad Internacional de Andalucía. 32 pp.
- Colares, I.G. and E.P. Colares, (2002): Food plants eaten by Amazonian manatee (*Trichechus inunguis*, Mammalia: Sirenia). Brazilian Archives of Biology and Technology. 43 (2): 165-171.
- Colmenero-R, L.C. and B.E. Zárate, (1990): Distribution, Status and Conservation of the West Indian Manatee in Quintana Roo, México. Biological Conservation: 52: 27-35.
- Costa, D.P. and T.M. Williams, (1999): Marine Mammals energetics. En: Reynolds III and Rommel (eds.) Biology of Marine Mammals. P 167-217.
- Cuni, L.A. (1918): Contribución al estudio de los mamíferos acuáticos observados en las costas de Cuba. Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural "Felipe Poey". (3): 83-126.
- Dampier, W.A. (1699): A New Voyage Round the World. Vol.I, 4th ed. James Knapton, London.
- Dawes, C.J. and J. M. Lawrence, (1980): Seasonal Changes in the proximate constituents of the seagrasses, *Thalassia testudinum*, *Halodule wrightii*, and *Syringodium filiforme*. Aquatic Botany 8, (4): 371-380.
- Decreto de Ley No. 164: Reglamento de Pesca. 28 de mayo de 1998.
- Decreto de Ley No. 201: Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. 23 de diciembre de 1999.
- Decreto de Ley No. 212: Del Gestión de la Zona Costera. En: Ley No. 81 de Medio Ambiente y Decretos Leyes Complementarios. Dirección Política Ambiental. Junio, 2001.
- Deutsch, C.J., Reid, J.P., Bonde, R.K., Easton, D.E., Kochman, H.I. and T.J. O'Shea, (2003): Seasonal movements, migratory behavior and site fidelity of West Indian manatees along the Atlantic coast of the United States. Journal of Wildlife Management. 67:1-77.
- Domning, D.P. and L.-A.C. Hayek, (1986): Interspecific and intraspecific morphological variation in manatees (Sirenia: *Trichechus*). Marine Mammal Science. 2 (2):87-144.
- Estrada, A.R. y L.T. Ferrer, (1987): Distribución del manatí antillano, *Trichechus manatus* (Mammalia: Sirenia), en Cuba. I. Región Occidental. Poeyana. (354): 1-12.

- Etheridge, K., Rathbun, G.B., Powell, J.A. and H. I. Kochman, (1985): Consumption of Aquatic Plants by the West Indian Manatee. J. Aquat. Plant Manage. 23: 21-25.
- Falcón-Matos, L., Mignucci-Giannoni, A.A., Toyos-González, G.M., Bossart, G.D., Meisner, R.A. and R.A. Varela, (2003): Evidence of a shark attack on a West Indian manatee (*Trichechus manatus*) in Puerto Rico. J. Neotrop. Mamm. 10: 161-166.
- Flora y Fauna, (2009): Plan Operativo APRM Sur-Sitio RAMSAR. Ciénaga de Lanier. Empresa Nacional para la Protección De la Flora y la Fauna, MINAGRI, Isla de la Juventud. 41 pp.
- Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, (2009): FWC records high counts during statewide manatee survey. Disponible en: www.myfwc.com/NEWSROOM/09/statewide/News_09_X_ManateeSynptic.htm.
- Galt, H.D., Ogden, P.R., Ehrenreich, J.H., Theurer, B. and S.C. Martin, (1968): Estimating botanical composition of forage samples from fistulated steers by a microscope point method. J. Range Manage. 21: 397-401.
- Garcia-Rodriguez, A.I., Bowen. B.W., Domning, D.P., Mignucci-Giannoni, A.A., Marmontel, M., Montoya-Ospina, R.A., Morales-Vela, B., Rudin, M., Bonde, R.K. and P.M. McGuire, (1998): Phylogeography of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*): how many populations and how many taxa? Molecular Ecology. 7:1137-1149.
- Garrott, R. A., Ackerman, B. B., Cary, J. R., Heisey, D. M., Reynolds III, J. E., Rose, P. M. and J. R. Wilcox, (1994): Trends in counts of Florida manatees at winter aggregation sites. Journal of Wildlife Management. 58:642-653.
- Gates, R.R. (1954): Studies in race crossing. The Indians remnants in eastern Cuba. Genetica. XXVII: 65-96.
- Gerhartz, J. L, Estrada, R., Hernández, E., Hernández, A y A. González, (2007): Metodología para la elaboración de los planes de manejo de las áreas protegidas de Cuba. Editorial Feijoo, Villa Clara. 102 pp.
- Gibson, J. (1995): Managing manatees in Belize. M. S. thesis. Department of Marine Sciences and Coastal Management. University of Newcastle upon Tyne, Newcastle, United Kingdom.

- Gillespie, A. (2005): The dugong action plan for the south pacific: An evaluation based on the need for international and regional conservation of sirenians. Ocean Development & International Law. 36:135–158.
- Gonzalez-Socoloske, D. (2007): Status and Distribution of Manatees in Honduras and the Use of Side-Scan Sonar. A Thesis submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Master of Science in Biology, Loma Linda. 101 pp.
- Gösling, S. (1999): Ecotourism: a means to safeguard biodiversity and ecosystem functions?. Ecological Economics. 29: 303-320.
- Griffin, R.B. and N.J. Griffin, (2004): Temporal Variation in Atlantic Spotted Dolphin (*Stenella frontalis*) and Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*) Densities on the West Florida Continental Shelf. Aquatic Mammals. 30(3): 380-390.
- Halpeny, E. (2002): Marine Ecotourism: Impacts, Internacional Guidelines and Best Practice Case Studies, a resource for tourism operators and coastal planners and managers. The international Ecotourism Society, Vermont. 95 pp.
- Hartman, D.S. (1974): Distribution, status, and conservation of the manatees in the United States. Document number PB81-140725, National Technical Information Service, Springfield, Va. 246 pp.
- Hartman, D.S. (1979): Ecology and Behavior of the manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. Am. Soc. Mammal. Spec. Publ. Ser. 5: 1-153.
- Heinsohn, G. E. and W. R. Birch, (1972): Food and feedings habits of the dugong, *Dugong dugon* (Erxleben), in Northern Queensland, Australia. Mammalia. 36: 414-422.
- Hodgson, A.J. and H. Marsh, (2007): Response to dugongs to boat traffic: The risk of displacement. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. (340): 50-61.
- Hoyt, E. (2001): Whale watching 2001: Worldwide tourism numbers, expenditures, and expanding socioeconomic benefits. International Fund for Animal Welfare, Yarmouth Port, Massachusetts. 158 pp.
- Hurst, L.A. and C.A. Beck, (1988): Microhistological characteristics of selected aquatic plants of Florida with techniques for the study of manatee food habits. U.S. Fish and Wildlife Service. Biological Report. No. 88 (18): 145 pp.

- Inskipp, T. and H.J. Gillett, (2003): Lista de Especies CITES. Compiladas por UNEP-WCMC. Secretaría de la CITES, Ginebra, Suiza, y UNEP-WCMC, Cambridge, Reino Unido. 339 pp.
- Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, (1978): Atlas de Cuba. La Habana. 143 pp.
- Instituto Cubano de Hidrografía, (1989): Derrotero de las costas de Cuba. Región Marítima del Sur, tomo II. Editorial Científico Técnica, La Habana. 260 pp.
- Irvine, A. B., and H. W. Campbell, (1978): Aerial census of the West Indian manatee, *Trichechus manatus*, in the southeastern United States. Journal of Mammalogy. 59: 613-617.
- Irvine, A.B. (1982): West Indian Manatee. En: Davis (ed.) Handbook of census methods for terrestrial vertebrates. CRC Press, Boca Ratón. P 241-242.
- Irvine, A. B. (1983): Manatee metabolism and its influence on distribution in Florida. Biological Conservation. 25: 315-334.
- Jackson, J.B.C., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J.A., Hughes, T.P., Kidwell, S., Lange, C.B., Lenihan, H.S., Pandolfi, J.M., Peterson, C.H., Steneck, R.S., Tegner, M.J. and R. R. Warner, (2001): Historical overfishing and the Recent Collapse of coastal ecosystem. Science. 5530 (293): 628-638.
- John, D.M., Lieberman, D. and M. Lieberman, (1980): Strategies of data collection and analysis of subtidal vegetation. En: Price, Irvine and Farnham (eds.) The shore environment, vol. I. Academic Press, London. P265-284.
- Kellogg, M.E., Pause, K.C., Clark, A., Bonde, R.K., Mignucci-Giannoni A.A. and P.M. McGuire, (2008): Preliminary genetic comparisons of the Florida and Puerto Rico manatee populations. Abstract only. International Association of Aquatic Animal Medicine Conference, Rome, Italy, 10-14 May 2008.
- Kerlinger, P., and J. Brett, (1995): Hawk Mountain Sanctuary: A case study of birder visitation and birder economics. En: Knight and Gutzwiller (eds.) Wildlife and recreationists: Coexistence through management and research. Island Press, Washington DC. P 81-92.
- Kinnaird, M.F. (1985): Aerial census of Manatees in Northeastern Florida. Biological Conservation. (32): 59-79.

- Kochman, H.I., Rathbun, G.B. and J.A. Powell, (1985): Temporal and spatial distribution of manatees in Kings Bay, Cristal River, Florida. Journal of Wildlife Management. 49 (4): 921-924.
- Lambeck, R. J. (1997): Focal Species: A multi-species umbrella for nature conservation. Conservation Biology. 11: 849-856.
- Langtimm, C.A., Krohn, M.D., Reid, J.P., Stith, B.M. and C.A. Beck, (2006): Possible Effects of the 2004-2005 Hurricanes on Manatee Survival Rates and Movement. Estuaries and Coasts. 29 (6A): 1026-1032.
- Lefebvre, L. W., O'Shea, T. J., Rathbun, G. B. and R. C. Best, (1989): Distribution, Status, and biogeography of the West Indian manatee. En: Woods (ed.) Biogeography of the West Indies. Sandhill Crane Press, Gainesville, FL. P 567-609.
- Lefebvre, L.W., and J.A. Powell, (1990): Manatee grazing impacts on seagrasses on Hobe Sound and Jupiter Sound in southeast Florida during the winter of 1988-1989. U.S. Fish and Wildlife Report PB90-271883. 36 pp.
- Lefebvre, L.W., Reid, J.P., Kenworthy, W.J. and J.A. Powell, (2000): Characterizing Manatee Habitat use and seagrass grazing in Florida and Puerto Rico: Implications for conservation and management. Pacific Conservation Biology. 5: 289-298.
- Lefebvre, L. W., Marmontel, M., Reid, J.P., Rathbun, G. B. and D.P. Domning, (2001): Status, and biogeography of the West Indian manatee. En: Woods (ed.) Biogeography of the West Indies. Pattern and Perspectives. CRC Press, New York. P 425-473.
- Ley No. 81: Del Medio Ambiente. 11 de julio de 1997.
- Littler, D.A. and M.M. Littler, (2000): Caribbean Reef Plants. An identification guide to the Reef Plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of México. OffShore Grafics, Inc, Washington DC. 542 pp.
- Littler, D.A, Littler, M.M., and M.D. Hanisak, (2008): Submersed Plants of the Indian Lagoon. A floristic inventory and field guide. OffShore Grafics, Inc, Washington DC. 286 pp.
- Marmontel, M. (1995): Age and Reproduction in Female Florida Manatees. En: O'Shea, Ackerman and Percival (eds.) Population Biology of the Florida Manatee. National Biological Services, Washington, D.C. P 98-119.

- Marsh, H. E., Channells, P. W., Heinsohn, G. E. and J. Morrissey, (1982): Analysis of stomach contents of dugongs from Queensland. Australian Wildlife Research. 9: 55-67.
- Martínez-Daranas, B. R. (2007): Estado de conservación de los pastos marinos en áreas de interés del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas, La Habana. 103 pp.
- Mignucci-Giannoni, A.A. and C.A. Beck, (1998): The diet of the manatee (*Trichechus manatus*) in Puerto Rico. Marine Mammal Science. 14 (2): 394-397.
- Mignucci-Giannoni, A.A., Montoya-Ospina, R.A., Jiménez-Marrero, M.N., Rodríguez-López, M.A., Williams, E.H. and R.K. Bonde, (2000): Manatee Mortality in Puerto Rico. Environmental Management. 25 (2): 189-198.
- Miller, K.E., Ackerman, B.B., Lefebvre, L.W. and K.B. Clifton, (1998): An evaluation of strip-transect aerial surveys methods for monitoring manatee population in Florida. Wildl. Soc. Bull. 26 (3): 561-570.
- Montoya-Ospina, R.A., Caicedo-Herrera, D., Millán-Sánchez, S.L., Mignucci-Giannoni, A.A. and L.W. Lefebvre, (2001): Status and distribution of the West Indian manatee, *Trichechus manatus manatus*, in Colombia. Biological Conservation. (102): 117-129.
- Morales-Vela, B., Olivera-Gómez, D., Reynolds III., J. E. and G. Rathbun, (2000): Distribution and habitat use by manatees (*Trichechus manatus*) in Belize and Chetumal Bay, México. Biological Conservation. (95): 67-75.
- Morales-Vela, B., Suárez-Morales, E., Padilla-Saldívar, J. and R.W. Heard, (2008): The tanaid *Hexapleomera robusta* (Crustacea: Peracarida) from the Caribbean manatee, with comments on other crustacean epibionts. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 88 (3): 591–596.
- Nowacek, S.M., Nowacek, D.P., Johnson, M.P. and R.S. Wells, (2001): Manatee behavioural responses to vessel approaches: results of digital acoustic data logger tagging of manatees in Belize. Final Report to the Florida Fish and Wildlife Conservation Commission Contract, Florida. 49 pp.
- Nowacek, S.M., Wells, R.S., Owen, E.C.G., Speakman, T.R., Flamm, R.O. and D.P. Nowacek, (2004): Florida manatees, *Trichechus manatus latirostris*, respond to approaching vessels. Biological Conservation. (119): 517-523.

- Ogden, J.C. (1976): Some aspects of herbivore-plant relationships on Caribbean reefs and seagrass beds. Aquat Bot. 2: 103-116.
- Olivera-Gómez, L.D. and E. Mellik, (2005): Distribution of Antillean manatee (*Trichechus manatus*) as function of habitats characteristics, in Bahía de Chetumal, México. Biological Conservation. (121): 127-133.
- Olivera-Gómez, L.D., Jiménez-Dominguez, D., Jorge-Vargas, S. y D. González-Socoloske, (2007): Telemetría y técnicas acústicas para el monitoreo de manatíes en ambientes fluviolagunares en el sureste de México. Mesoamericana. 11(1): 28.
- Ortiz, R. M., Worthy, G. A. J. and D. S. MacKenzie, (1998): Osmoregulation in wild and captive West Indian manatees (*Trichechus manatus*). Physiological Zoology. 71:449-457.
- O'Shea, T. J., Beck, C. A., Bonde, R. K., Kochman, H.I. and D.K. Odell, (1985): An analysis of manatee mortality patterns in Florida, 1976-81. Journal of Wildlife Management. 49 (1): 1-11.
- O'Shea, T. J. and H. I. Kochman, (1990): Florida manatees: distribution, geographically referenced data sets, and ecological and behavioral aspects of habitat use. En: Reynolds III, Kenneth and Haddad (eds.) Report of the workshop on geographic information systems as an aid to managing habitat for West Indian manatees in Florida and Georgia. Florida Marine Research Institute, St. Petersburg, Florida. P 11-22.
- O'Shea, T. J. and C. A. L. Salisbury, (1991): Belize, a last stronghold for manatees in the Caribbean. Oryx. 25 (3): 156-164.
- O'Shea, T. J. and C. A. Langtimm, (1995): Estimation of survival of adult Florida manatees in the Crystal River, at Blue Springs, and on the Atlantic. En: O'Shea, Ackerman and Percival (eds.) Population biology of the Florida manatee. National Biological Service Information and Technology Report, Washington, D.C. P 194-222.
- O'Shea, T. J., L.W. Lefebvre and C.A. Beck, (2001): Florida Manatees: Perspectives on Population, Pain, and Protection. En: Dierauf and Gulland (eds.) Marine Mammal Medicine. CRC Press. P 31-43.
- Packard, J.M. (1984): Impact of manatees *Trichechus manatus* on seagrass communities in eastern Florida. Acta Zool. Fennica. 172: 21-23.

- Packard, J. M. and O.F. Wetterqvist, (1986): Evaluation of Manatee Habitat Systems on the Northwestern Florida Coast. Coastal Zone Management Journal. 14 (4): 279-309.
- Packard, J. M., Siniff, D.B. and J.A. Cornell, (1986): Use of replicate counts to improve indices of trends in manatee abundance. Wildl. Soc Bull. 14: 265-275.
- Powell, J. A., Belitsky, D. W. and G. B. Rathbun, (1981): Status of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*) in Puerto Rico. Journal of Mammalogy. 62: 642-646.
- Powell, J.A. and G.B. Rathbun, (1984): Distribution and abundance of manatees along the northern coast of the Gulf of México. Northeast Gulf Science. 7 (1): 1-28.
- Powell, J.A. (2002): Manatees. Natural History and Conservation. Voyageur Press, Vancouver. 72pp.
- Preen, A. (1995): Impact of dugongs foraging on seagrass habitats: observational and experimental evidence for cultivation grazing. Mar. Ecol. Progr. Ser. 124: 201-213.
- Provancha, J.A. and C.R. Hall, (1991): Observations of associations between seagrass beds and manatees in east central Florida. Biological Sciences. 54 (2): 85-86.
- Quintana-Rizzo, E. and J III. Reynolds, (2007): Regional management plans for the West Indian manatee (*Trichechus manatus*). Caribbean Environment Programme, United Nations Environment Programme. CEP Tech Rep. Disponible en: <http://cep.unep.org/events-and-meetings/4th-spawstac> 1/IV%20SPAW%20STAC%20(WG31)/English/WG31-inf5en.pdf
- Rathbun, G. B., Powell, J. A. and G. Cruz, (1983): Status of the West-Indian Manatee in Honduras. Biological Conservation. 26: 301-308.
- Reep, R. and R. Bonde, (2006): The Florida Manatee. Biology and Conservation. University Press of Florida, Tampa. 189 pp.
- Reich, K. and G.A.J. Worthy, (2006): An isotopic assessment of the feeding habits of free-ranging manatees. Marine Ecology Progress Series. 322: 303-309.
- Reid, J.P., Rathbun, G.B. and J.R. Wilcox, (1991): Distribution pattern of individually identifiable West Indian Manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. Marine Mammal Science. 7(2): 180-190.
- Reynolds III, J.E. (1981): Aspects of the social behaviour and herd structure of semi-isolated colony of West Indian manatees, *Trichechus manatus*. Mammalia. (4): 431-451.

- Reynolds, J. E. and S. A. Rommel, (1996): Structure and function of the gastrointestinal tract of the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris*. The Anatomical Record. 245(3): 539 - 558.
- Reynolds III, J.E. and J.A. Powell, (2002): Manatees. En: Perrin, Wursig and Thewissen (eds.) Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press, San Diego. P 709-720.
- Reynolds III, J.E. and R.S. Wells, (2003): Dolphin, Whales and Manatees of Florida. A guide to sharing their world. University Press of Florida, Tampa. 149 pp.
- Reynolds III, J.E., Powell, J.A. and C.R. Taylor, (2009): Manatees. *Trichechus manatus*, *Trichechus senegalensis* and *Trichechus inunguis*. En: Perrin, Wursig y Thewissen (eds.) Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press, San Diego. P 682-691.
- Reynolds, P. C., and D. Braithwaite, (2001): Towards a conceptual framework for wildlife tourism. Tourism Management. 22(1):31–42.
- Romero. A., Hayford, K.T., Romero, A. and J. Romero, (2002): The marine mammals of Grenada, W.I., and their conservation status. Mammalia. (4): 479-494.
- Rommel, S.A., Costidis, A.M., Pitchford T.D., Lightsey J.D., Snyder R.H. and E.M Haubold, (2006): Forensic Methods for Characterizing watercraft from watercraft-induced wounds on the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). Marine Mammals Science. 1-23.
- Silva, M. (2002): Perspectivas del turismo en el Caribe. Caribbean Tourism Organization. Disponible en: <http://www.onecaribbean.org/information/documentview.php?rowid=478>.
- Simonds, M.A. (1991): Dolphins and Ecotourism: Determining Impacts. En: Kusler, J. A. (Ed) Ecotourism and Resource Conservations. 2nd International Symposium, Florida. P 662-675.
- Slone, D.H., Reid, J.P., Bonde, R.K., Butler, S.M. and B.M. Stith, (2006): Summary of West Indian manatee (*Trichechus manatus*) tracking. Report from the USGS-FISC Sirenia Project in Puerto Rico, with additional information on aerial surveys, carcass recovery, and genetics research, USGS-FISC, Gainesville, FL.
- Smethurst, D. and B. Nietschmann, (1999): The distribution of manatees (*Trichechus manatus*) in the coastal waterways of Tortuguero, Costa Rica. Biological Conservation. (89): 267-274.

- Smith, K.N. (1993): Manatee Habitat and Human-related Threats to Seagrass in Florida: A Review. Report developed for: Department of Environmental Protection Division of Marine Resources Office of Protected Species Management, Florida. 32 pp.
- Sorice, M. G., Shafer, C. S. and R. B. Ditton, (2006): Managing Endangered Species within the Use–Preservation Paradox: The Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*) as a Tourism Attraction. Environmental Management. 37(1):69–83.
- Sutherland, W.J. (2001): The Conservation Handbook: Research, Management and Policy. Blackwell Science, London. 278 pp.
- Thoisy, B., Spiegelberger, T., Rousseau, S., Talvy, G., Vogel, I. and J.C, Vié, (2003): Distribution, habitat, and conservation status of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in French Guiana. Oryx. 37 (4): 431-436.
- Thornback, J. and M. Jenkins, (1982): Caribbean manatee. En: Red Data Book. Vol 1. Mammalia. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Morges, Switzerland. P 429-438.
- United Nations Environment Program, (1995): Global Biodiversity Assessments. Cambridge University Press, Cambridge, P 381–387.
- Vicente, V.P., Arroyo-Aguilu, J.A, and J.A. Rivera, (1980): *Thalassia* as a food source: importance and potential in the marine and terrestrial environments. Journal of the Agricultural University of Puerto Rico. 64: 107-120.
- Walker, R.S., Novaro, J.A. y J.D. Nichols, (2000): Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. Mastozoología Neotropical. 7(2): 73-80.
- Williams, S.L. (1988): Disturbance and recovery of a deep-water Caribbean seagrass bed. Mar. Ecol. Prog. Ser. 42: 63-71.
- Zárate, B.E. (1993): Distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en la porción sur de Quintana Roo, México. Rev. Inv. Cient. 1 (Número especial SOMMEMA 1).

ANEXOS

Anexo 1: Guía de temas para las entrevistas realizadas a pecadores y buzos.

Pescadores:

Datos de la embarcación:

1. Nombre de la embarcación:
2. Tipo de embarcación:
3. Puerto de salida:
4. Cantidad de pescadores:
5. Zona de trabajo (con mapa):
6. Artes de pesca usadas:
7. Frecuencia de visita al área de trabajo:
8. Tiempo de estancia en el área de trabajo en cada campaña:
9. Frecuencia de visita al área de búsqueda de carnada (área de estudio):

Datos personales del entrevistado:

10. Edad:
11. Sexo:
12. Edad laboral:
13. Experiencia en la zona de estudio:

Datos de manatí:

14. Frecuencia con la que se observan los manatíes
15. Zonas en las se han realizado avistamientos frecuentemente
16. Época del año en que se observan con mayor frecuencia
17. Se observan en grupos o solitarios
18. Se han observado individuos muertos
19. Causas de mortalidad en el área
20. Motivaciones de la caza

- 21. Tendencia actual de la población
- 22. Importancia de la especie en la naturaleza
- 23. Avistamientos en los últimos 12 meses
- 24. De recordar diga de cada avistamiento
 - Ø Lugar del avistamiento (definirlo)
 - Ø Fecha
 - Ø Momento del día (mañana o tarde)
 - Ø Número de individuos
 - Ø Presencia de crías
 - Ø Actividad que realizaba

Buzos:

Características de su trabajo:

- Experiencia como buzo
- Frecuencia del buceo
- Tiempo promedio de cada inmersión
- Sitios de buceo que más se usan

Sobre observación de manatíes en los puntos de buceo:

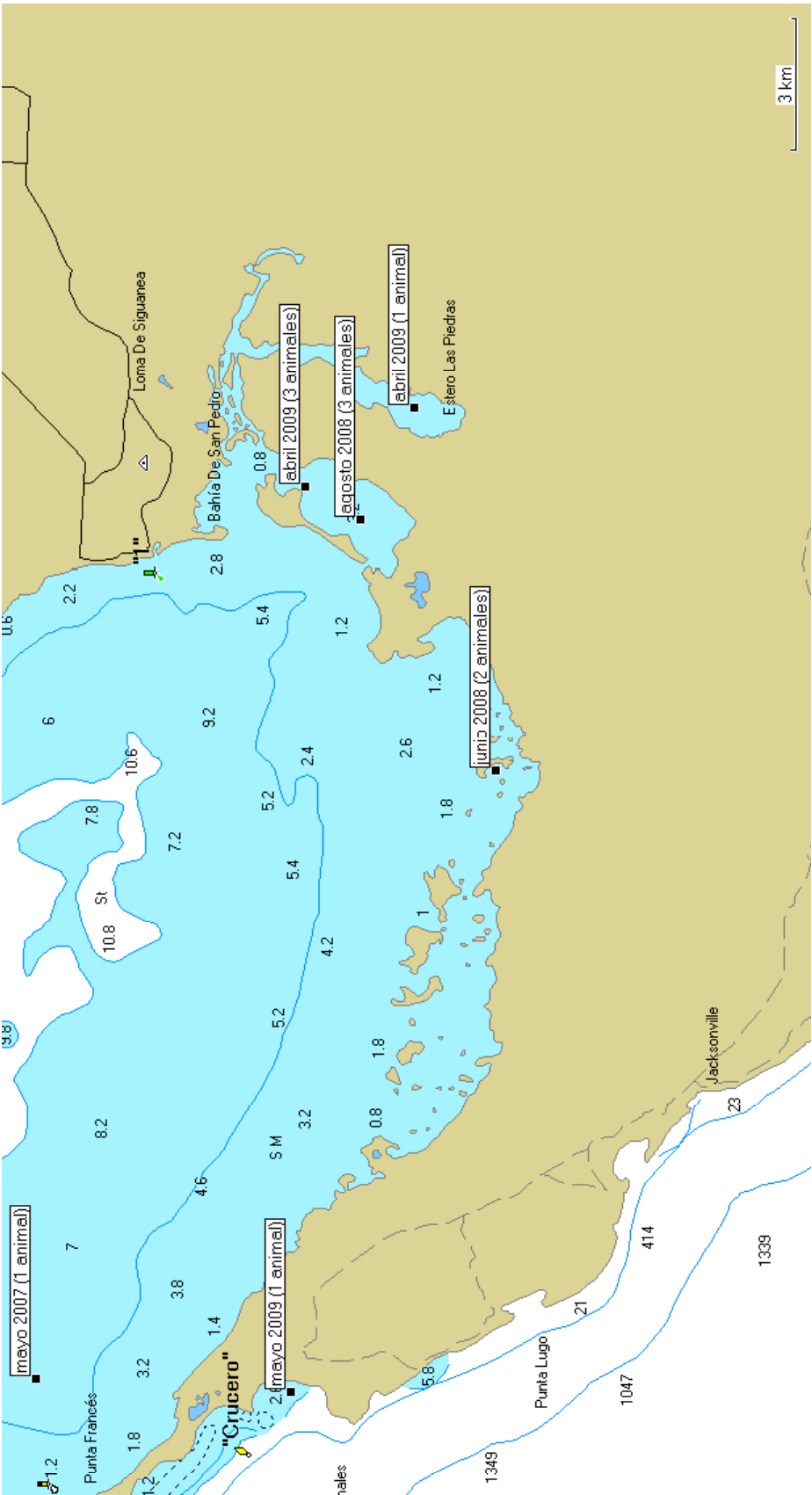
- Frecuencia de las observaciones de manatíes
- Sitio de las observaciones
- Actividad que realizaba el animal
- Otras informaciones

Anexo 2:



Áreas con registros de *T. manatus*: 1- La Coloma, 2- El Gato-Dayaniguas-Punta Carraguao, 3- Ensenada de la Broa-Río Hatiguanico, 4- Punta de Los Barcos, 5- Los Indios, 6- San Pedro-Estero de las Piedras, 7- Cayo Los Pájaros, 8- Cayuelo-Punta de Piedra, 9- Sitios de buceo Punta Francés.

Anexo 3:



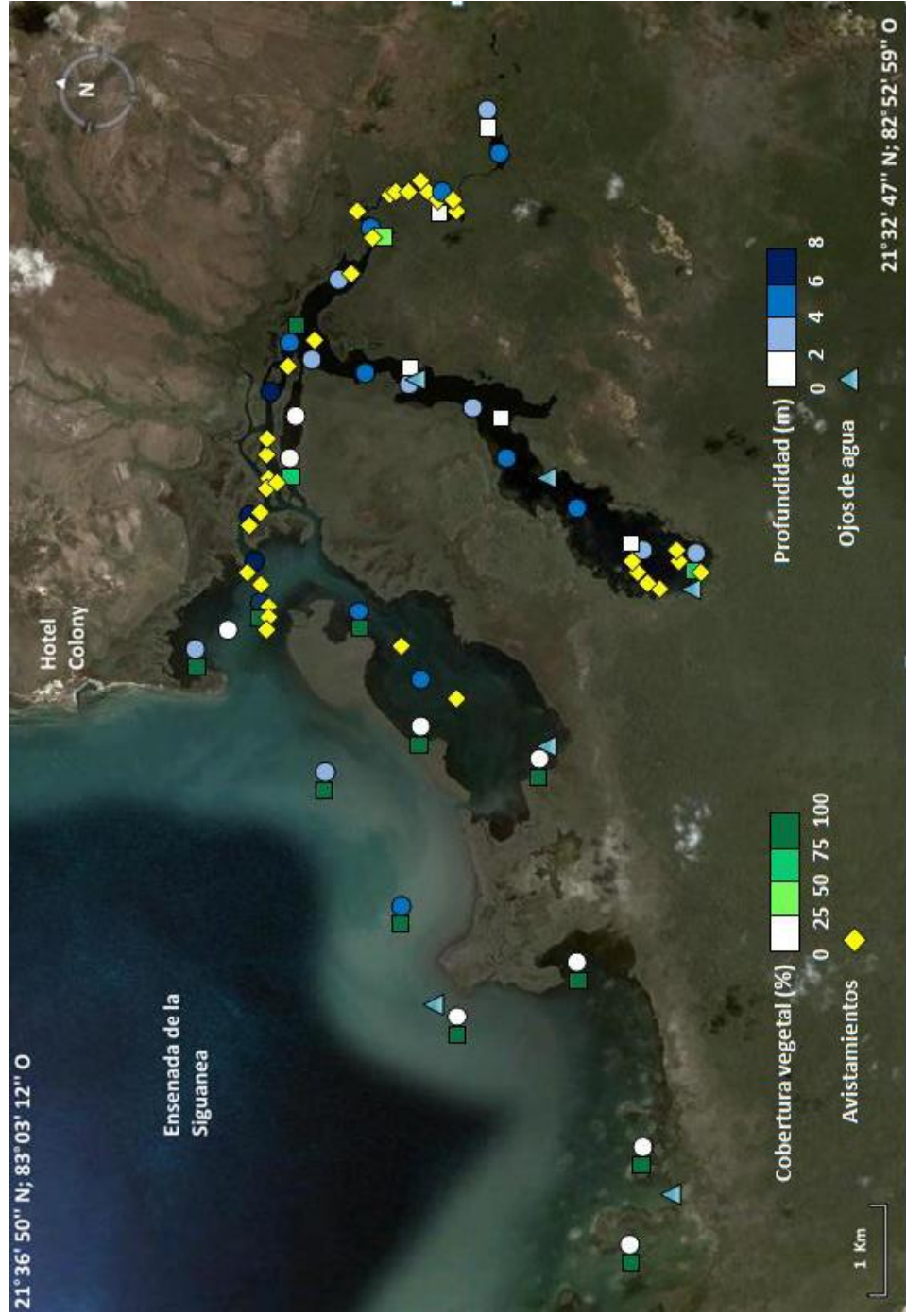
Avistamientos registrados por los buzos y pescadores entrevistados entre los años 2007 y 2009.

Anexo 4:



Límites del Refugio de Fauna "Ciénaga de Lanier" (Centro Nacional de Áreas Protegidas, 2009)

Anexo 5:



Distribución de los avistamientos, profundidades, cobertura vegetal y sitios de ojos de agua en el área de estudio.