



El Colegio de la Frontera Sur

Uso del hábitat de manatíes (*Trichechus manatus*) aislados en
la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México.

TESIS

presentada como requisito parcial para optar el grado de
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

por

Biol. Helda Herenia Ramírez Jiménez

2008

DEDICATORIAS.

A Ti, por no abandonarme, por cada una de las situaciones difíciles, por las maravillas que me has mostrado, y por todos los días que me has regalado.

A mi Familia.

A mis padres Horacio y Noemí

A mis pequeños amores Diego y Helena

A Magdalena[†], Adrián[†], Constantino, Guadalupe y Francisco

A Alejandro Ponce, Owen e Ian[†]

A ti, dónde quiera que estés.

AGRADECIMIENTOS.

A mi Consejo Tutelar.

Al Dr. León David Olivera Gómez, por la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo y para desarrollar este proyecto, por sus enseñanzas y por la confianza que ha depositado en mí.

Al Dr. David González Solís, por su invaluable amistad y orientación durante estos años de maestría.

Al Dr. Yahnn Henaut

Al Dr. Benjamín Morales Vela.

A las Instituciones.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca de manutención, durante el desarrollo de la maestría.

A la Secretaría de Desarrollo Social y Protección Ambiental, ahora Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del estado de Tabasco, a través del Departamento de Lagunas Urbanas.

A la Dirección General de Vida Silvestre por el permiso otorgado para la captura y marcaje de los manatíes. Permiso SGPA/DGVS/01103/07.

Proyectos que financiaron este estudio:

Ecología de una colonia aislada de manatíes en Laguna de Las Ilusiones y ensayo de técnicas alternativas de monitoreo de la especie en ambientes fluviolagunares. PROMEP Proyecto 103.5/04/2582.

Uso del espacio y los recursos del hábitat por los manatíes en la laguna de Las Ilusiones, implicaciones para el manejo de la población de la laguna. Proyecto Interno DACBIOL-UJAT Clave POA: 20070728.

A los que estuvieron en estos años a mi lado:

A Mariana Bobadilla, por su invaluable amistad y su apoyo incondicional.

Al Dr. Horacio de la Cueva por todas las horas que incondicionalmente ha invertido en mi bienestar intelectual y emocional; por su invaluable amistad y por haberme guiado hacia el Dr. León David Olivera una persona muy valiosa en mi formación académica.

A Alejandro, Adriel, Jaime, Willy y Gabriela, por los consejos, abrazos, regaños, por el gran amor y respeto; por creer en mí.

A Alejandra y Benoit, por hacer de cada momento recuerdos agradables, por su incondicional apoyo y amistad.

A los integrantes del proyecto manatí de Tabasco; por haber compartido conmigo sus experiencias con los manatíes, a mis amigos por su apoyo durante el trabajo de campo: Darwin, Suad, Jenny, Arturo, Gilberto, Israel, Armando y Octavio.

A Marianita, Brenda, Jhibran y Farah, por estos años que estuvieron en mi vida enseñándome lo maravilloso de estar vivo y por las experiencias que templaron mi carácter.

INDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
ANTECEDENTES.....	6
Generalidades de la especie.....	6
<i>Biología y Ecología.....</i>	6
<i>Conducta.....</i>	9
<i>Importancia ecológica.....</i>	10
Uso del hábitat.....	11
Investigaciones en el área de estudio.....	13
OBJETIVOS.....	15
<i>Objetivo general.....</i>	15
<i>Objetivos particulares.....</i>	15
HIPÓTESIS.....	15
MATERIALES Y METODOS.....	16
Área de estudio.....	16
Trabajo de campo.....	18
Análisis de los datos.....	22
<i>Distribución espacial de los manatíes en la Laguna de las Ilusiones.....</i>	22
<i>Modelación de las actividades en función de los recursos y condiciones del hábitat.....</i>	22
<i>Distribución de las actividades en los periodos de tiempo.....</i>	23
<i>Asociaciones con otros individuos.....</i>	23
<i>Relación Uso:Disponibilidad.....</i>	24
RESULTADOS.....	25
Caracterización de la laguna de las Ilusiones.....	25
<i>Características particulares de las zonas.....</i>	26

<i>Zona Uno.....</i>	26
<i>Zona Dos.....</i>	27
<i>Zona Tres.....</i>	28
<i>Zona Cuatro.....</i>	29
<i>Zona Cinco.....</i>	30
Seguimiento de los manatíes radiomarcados.....	30
Áreas de actividad de los manatíes.....	31
<i>Área de uso general.....</i>	31
<i>Áreas de uso por actividad realizada.....</i>	32
Relación de las actividades realizadas por los manatíes con las condiciones presentes del hábitat.....	34
<i>Análisis por actividad.....</i>	34
Patrones de actividad.....	39
Asociación entre individuos.....	41
Relación Uso:Disponibilidad.....	43
DISCUSION.....	46
CONCLUSIONES.....	55
RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	58
ANEXO.....	66

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Ubicación taxonómica del manatí del Caribe.....	6
Cuadro 2.	Datos particulares de los animales marcados.....	19
Cuadro 3.	Conductas generales observadas por los manatíes en la laguna de las Ilusiones.....	20
Cuadro 4.	Parámetros ambientales que fueron evaluados durante los seguimientos de los animales.....	21
Cuadro 5.	Uso general del espacio por los manatíes radiomarcados.....	32
Cuadro 6.	Uso del espacio por los manatíes radiomarcados en este estudio, en la Laguna de las Ilusiones, para el caso de actividades específicas.....	34
Cuadro 7.	Modelos resultantes de regresión logística (utilizando el método forward stepwise) para cada tipo de actividad.....	35
Cuadro 8	Distribución del uso del espacio para las ubicaciones donde los manatíes radiomarcados se encontraron asociados con otro u otros individuos.....	42
Cuadro 9.	Representación gráfica de las asociaciones (índice de Cole) entre los individuos marcados en la Laguna de las Ilusiones.....	42
Cuadro 10.	Modelo resultante de regresión logística (utilizando método forward stepwise) para los datos de uso contra puntos aleatorios.....	43

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1.	Distribución del manatí del Caribe (<i>Trichechus manatus</i>). (tomado de UICN, 2008).....	8
Figura 2.	Distribución y abundancia de Manatí Antillano (<i>Trichechus manatus manatus</i>) en México (Mapa tomado de Colmenero y Hoz, 1985).....	9
Figura 3.	Laguna de las Ilusiones en Villahermosa, Tabasco (tomado de Pablo-Rodríguez, 2006).....	17
Figura 4.	Zonificación de la Laguna de las Ilusiones.....	25
Figura 5.	Vegetación y Batimetría de la zona uno (Z1).....	26
Figura 6.	Vegetación y Batimetría de la zona dos (Z2).....	27
Figura 7.	Vegetación y Batimetría de la zona tres (Z3).....	28
Figura 8.	Vegetación y Batimetría de la zona cuatro (Z4).....	29
Figura 9.	Vegetación y Batimetría de la zona cinco (Z5).....	30
Figura 10.	Distribución del uso por los manatíes durante este estudio en la época de secas.....	31
Figura 11.	Distribución del uso del espacio de los manatíes, para distintas actividades.....	33
Figura 12.	Distribución de las observaciones de Alimentación de los manatíes estudiados en la Laguna de las Ilusiones, en las variables incluidas en el modelo final significativo de regresión logística.....	36
Figura 13.	Distribución de las observaciones de Descanso de los manatíes estudiados en Laguna de las Ilusiones, en las variables incluidas en el modelo final significativo de regresión logística.....	37
Figura 14.	Distribución de las observaciones de Exploración, de los manatíes estudiados en Laguna de las Ilusiones, en las variables incluidas en el modelo final significativo de regresión logística.....	38
Figura 15.	Distribución de las observaciones de Desplazamiento, de los manatíes estudiados en Laguna de las Ilusiones, en las variables incluidas en el modelo final significativo de regresión logística.....	38

Figura 16.	Distribución de las Actividades Generales mostradas por los individuos en los tres segmentos de tiempo abarcados en el estudio.....	40
Figura 17.	Actividad de los manatíes observados en los tres segmentos del día diferenciados en el estudio.....	40
Figura 18.	Distribución de uso, para ubicaciones con dos o más individuos asociados espacialmente.....	41
Figura 19.	Proporción de tiempo de actividades representativas en asociación (C= Alimentación, D= Descanso, Ex= Exploración, Dp= Desplazamiento).....	43
Figura 20.	Distribución de las observaciones para los sitios usados y para los 196 sitios aleatorios.....	44
Figura 21.	Distribución de los 196 sitios seleccionados aleatoriamente	45

INDICE DE ANEXOS.

Figura 1	Clasificación de la Laguna de las Ilusiones en 4 zonas (Pablo-Rodríguez, 2006).....	66
Artículo	Habitat use by an isolated population of Antillean manatees (<i>Trichechus m. manatus</i>) within an urban lake, management lessons.....	67

RESUMEN

El manatí Antillano (*Trichechus m. manatus*) es una especie en peligro de extinción en México y a nivel internacional. En la actualidad los casos registrados de aprovechamiento directo son muy esporádicos, pero la presión sobre su hábitat se ha vuelto cada vez más importante. La planeación para la conservación del manatí antillano requiere de mayor conocimiento sobre su conducta y uso de hábitat. Tabasco alberga una población importante de manatíes, pero acompañada de una gran diversidad de factores de amenaza que inciden sobre la especie. Existe preocupación sobre las poblaciones aisladas por procesos naturales y artificiales, pero a la vez, estas ofrecen una oportunidad de estudiar a estos animales que normalmente son difíciles de acceder y seguir para registrar datos ecológicos. El objetivo del estudio fue determinar el uso diferencial del hábitat en manatíes aislados en una laguna urbana de 260 hectáreas, distinguiendo entre actividades de alimentación, descanso, exploración y desplazamiento. Entre abril y agosto de 2007, se realizaron 56 sesiones de observación de 6 hrs cada una, de cuatro manatíes radiomarcados. Simultáneamente se midió la profundidad, vegetación disponible, cobertura arbórea, presencia de otros individuos, y tipo y duración de la actividad realizada. Se determinaron las áreas de mayor actividad en general y para cada actividad, generando polígonos Kernel de 95, 75, 50, y 25% (n= 263). La relación de las condiciones ambientales sobre cada actividad se determinó con una regresión logística. Los animales utilizaron el 80% del área, pero el 50% de las observaciones estuvieron concentradas en la zona norte, siendo también esta la zona de mayor actividad para la alimentación. Las variables asociadas con esta actividad fueron la cobertura arbórea, profundidad, distancia a la orilla y el estar en compañía de otros individuos ($p < 0.001$). Modelando los sitios ocupados contra 196 tomados de forma aleatoria, nuevamente la vegetación de orilla, la cobertura arbórea y la profundidad fueron las variables que se incluyeron el modelo final. En el 53% de los casos, el animal focal se encontraba acompañado, lo que sugiere que los individuos tienen más interacción que la reportada en poblaciones no aisladas. Se encontró una diferencia significativa entre las actividades observadas en compañía ($p < 0.001$), siendo la alimentación y desplazamiento las actividades más frecuentes (comportamiento observado en otras poblaciones semi-aisladas). El área de mayor actividad (zona 1) coincide con mayor vegetación en la orilla, mayor cobertura arbórea y profundidades entre 50 y 150 cm. Medidas destinadas a conservar la vegetación de orilla y el establecimiento de una zonificación derivada de los resultados de esta tesis son elementos de manejo que se sugieren para esta y otras poblaciones bajo condiciones de aislamiento.

Palabras clave. Manatí Antillano, *Trichechus m. manatus*, ecología, conducta, uso de hábitat, Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México.

INTRODUCCIÓN

El manatí del Caribe (*Trichechus manatus*) es considerado como una especie en peligro de extinción en México (NOM-059-ECOL-2001). Está enlistada en el Apéndice I del CITES (Convention on International Trade of Endangered Species) con la categoría de “en peligro de extinción” (CITES, 2007), lo mismo que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2008) Como uno de los primeros esfuerzos de conservación en México, en mayo de 1991 se incluyó a la subespecie *Trichechus m manatus* (manatí Antillano) en el estatus de Protección Especial, estableciéndose la obligación del estado Mexicano para puntualizar criterios tendientes a su conservación y recuperación (SEMARNAT, 1997). En 1994, se actualizó su estatus y se le colocó en la lista de Especies en Peligro de Extinción (NOM-059-ECOL-1994), lo cual se ratifica en el 2001 (NOM-059-ECOL-2001). Dos de las actividades principales propuestas por el plan de Recuperación del Manatí en México son investigar y monitorear poblaciones en estado silvestre para su conservación y la reintroducción a su hábitat original (SEMARNAT, 1997).

La carencia de recursos y la falta de visión respecto al cuidado de las especies, es una realidad que se aplica a México. Aún cuando, desde principios del siglo pasado, en nuestro país se ha protegido legalmente al manatí, en algunas zonas todavía hay caza esporádica y alteración constante de su hábitat, resultado de una falta de seguimiento y aplicación de las leyes, como lo apuntaba ya Colmenero en 1981. Esta situación dificulta, aun más, el que se lleven a cabo eficientemente las acciones y estrategias encaminadas a la recuperación del manatí en toda su área de distribución.

Por otro lado, desde la perspectiva de la conservación de las especies, es primordial identificar las características de las áreas que utilizan los organismos para proveerse de alimento, refugio, entre otras cosas. En el caso del manatí, es importante conocer cómo utilizan los recursos de su hábitat para priorizar acciones encaminadas a la conservación o restauración de sus áreas de distribución. Para ello, es necesario desarrollar investigaciones encaminadas a la identificación de las zonas de mayor uso

por esta especie y las características de las mismas. De acuerdo a Millspaugh y Marzluff (2001), para poder comprender mejor la distribución y ámbitos hogareños de los animales en espacio y tiempo, es importante incorporar a los estudios del uso de hábitat, aspectos conductuales de las especies obtenidos por observaciones directas.

Bajo este contexto, Castelblanco-Martínez (2004) menciona que los estudios etológicos sobre manatí son de suma importancia ya que aportan información importante del uso de hábitat, dinámica de migraciones y estructura de las poblaciones. Esto es más justificable en zonas donde permanentemente se observan manatíes y donde utilizan los recursos disponibles del hábitat de una manera integral. Esto nos daría pautas para establecer medidas de manejo que minimicen el disturbio.

En el estado de Tabasco, se localiza una población importante de manatíes en los sistemas dulceacuícolas asociados con los ríos Grijalva, Usumacinta y sus tributarios (Colmenero y Hoz, 1986; Arriaga y Contreras, 1993). Sin embargo, la carencia de estudios de largo plazo, no han permitido caracterizar, de manera completa, la población de manatíes que habita esta región. Además, en varias regiones de Tabasco, se localizan pequeñas poblaciones ó colonias aisladas ó semiaisladas de las que se tiene conocimiento, pero de las cuales no se habían hecho estudios serios. Una de estas poblaciones aisladas de manatíes es la que se encuentra en la Laguna de las Ilusiones, localizada dentro de la zona urbana de la ciudad de Villahermosa (Álvarez *et al.*, 1988; Arriaga y Contreras, 1993; Pablo-Rodríguez, 2006).

A pesar de que la Laguna de las Ilusiones es un Área Natural Protegida Estatal, no existe un plan concreto sobre estrategias de conservación de la fauna que habita en ella, así como de los recursos utilizados, este es el caso del manatí. Los individuos de esta subespecie han sido observados por los pobladores en este sitio desde hace más de 20 años (Pablo-Rodríguez, 2006).

En 2005, en la Laguna de las Ilusiones se estimaba que había una colonia de al menos 7 manatíes, de los cuales 3 eran crías (Pablo-Rodríguez, 2006). Aunado a las

características de alto impacto antropogénico, y a su ubicación espacial, así como a los pocos estudios realizados sobre ecología de la subespecie en ambientes fluviolagunares, su extensión, le confiere a la laguna características idóneas como área experimental para el estudio de esta especie a mesoescala.

Tomando en cuenta los antecedentes bibliográficos sobre hábitat y conducta en estado silvestre, es importante hacer notar que el manatí ha sido poco estudiado y se conoce poco de las actividades que realizan los individuos con relación a las características del hábitat, e incluso no hay un consenso en cuanto a sus ritmos de actividad. Esto se debe, principalmente a la dificultad para localizar e identificar a los animales debido a sus hábitos crípticos y a su alta movilidad. Por eso, una primera aproximación al conocimiento de las relaciones con su hábitat es el estudiar su uso en sitios donde los animales estén relativamente confinados.

Para este estudio, como aproximación al uso de hábitat, se consideró la presencia, actividades generales y las características y condiciones de los sitios ocupados en la Laguna de la Ilusiones, Tabasco, con el fin de determinar las actividades generales realizadas por los manatíes y su relación con los recursos y condiciones presentes en distintas zonas de la laguna. A su vez, la relevancia de este estudio radica en la necesidad de contar con información sobre la distribución y conducta de manatíes en ambientes dulceacuícolas asociadas a las características del hábitat, para la región.

ANTECEDENTES

Generalidades de la especie.

Biología y Ecología.

El orden Sirenia comprende a mamíferos completamente adaptados al ambiente acuático. Morfológicamente, su cuerpo es hidrodinámico, carece de extremidades posteriores y las extremidades anteriores están modificadas en forma de aletas. Los sirenios son los únicos mamíferos herbívoros completamente acuáticos, lo que los hace diferentes de los cetáceos y los pinípedos que son mamíferos carnívoros adaptados también al medio acuático.

El orden Sirenia (Cuadro 1) tiene 2 géneros y 2 familias actuales, que engloban a 4 especies. Una de estas especies es el manatí del Caribe (*Trichechus manatus*), de la cual se reconocen dos subespecies: *T. m. latirostris* (manatí de Florida) y *T. m. manatus* (manatí Antillano), siendo esta última la que se encuentra presente en México (SEMARNAT, 2001).

Cuadro 1. Ubicación taxonómica del manatí del Caribe.

Reino	Animalia
Filum	Chordata
Subfilum	Vertebrata
Clase	Mammalia
Orden	Sirenia
Familia	Trichechidae
Género	<i>Trichechus</i>
Especie	<i>Trichechus senegalensis</i> (Linnaeus 1758) <i>Trichechus inunguis</i> (Natterer 1883) <i>Trichechus manatus</i> (Linnaeus 1758)
Subespecie	<i>Trichechus manatus latirostris</i> <i>Trichechus manatus manatus</i>

El manatí es un mamífero acuático de cuerpo grande y fusiforme; de color gris parduzco, prácticamente no tiene pelo, excepto por unos cuantos bigotes o vibrisas que

le cubren el hocico y por finos pelos dispersos en todo el cuerpo. Una característica distintiva de la especie es que posee seis vértebras cervicales, a diferencia de las demás especies de mamíferos marinos que poseen siete. Son animales que en vida libre en Florida se ha estimado que pueden llegar a vivir entre 50 y 60 años (Hartman, 1979). Generalmente miden unos 3m, alcanzan un peso aproximado de 500 Kg y consumen cerca de 35 a 40 Kg. de alimento diario (SEMARNAT, 2001). Dentro de su rango de distribución tropical y subtropical, el manatí ocupa ambientes tanto dulceacuícolas como marinos. Comúnmente, se le encuentra en estuarios, ríos, arroyos, lagos y lagunas (Lefebvre *et al.*, 2001); sin embargo, puede pasar largos periodos en agua marina.

La turbidez del agua parece no tener efecto sobre los manatíes, ya que se les encuentra tanto en aguas completamente transparentes, como en aguas extremadamente turbias (Hartman, 1979). Por lo general, los manatíes nadan a una profundidad de entre 1 y 4 m, aunque la mayor profundidad registrada ha sido de 10 m (Hartman, 1971). La temperatura mínima que soportan es de 16-18° C (Sgueros, 1966; Irving, 1983). En aguas tropicales, normalmente se les encuentra en sitios con temperaturas promedio anuales, entre los 24 y 26° C; en estas condiciones se considera que la temperatura no es un factor que influya sobre la presencia del manatí (Colmenero, 1981). En el manatí de Florida, por otro lado, la temperatura es el factor limitante de su distribución y muchos individuos se congregan en el invierno alrededor de fuentes naturales y artificiales de agua dulce (Lefebvre *et al.*, 2001). El viento, la lluvia y el sol no afectan de forma significativa la actividad de estos mamíferos (Hartman, 1979).

Los manatíes se alimentan de plantas (pastos marinos, hidrófitas, plantas sumergidas y plantas aledañas a los ríos) (Colmenero y Hoz, 1986). El modo de alimentación y las partes de las plantas que son consumidas varía según la planta y forma de crecimiento. Se alimentan durante 6-8 horas al día, consumiendo cerca del 6% de su peso corporal (Bertram y Bertram, 1964; Hartman, 1979; Bengston, 1983; Etheridge *et al.*, 1985). Al vivir en aguas tropicales, gastan poca energía pues se mueven lentamente para conservar su temperatura. Su tasa metabólica es una de las más bajas

registradas para los mamíferos, lo que explica su habilidad para mantenerse bajo el agua durante periodos largos de tiempo (SEMARNAT, 2001).

Actualmente, el intervalo de distribución del manatí del Caribe (*Trichechus manatus*) ó manatí de las Indias Occidentales se extiende (en forma no continua) desde el sureste de Estados Unidos, Centroamérica, diversas islas del Caribe, hasta el noreste de Brasil (Domning y Heyek, 1986; Reynolds y Odell, 1991; Lefebvre *et al.*, 2001) (Fig. 1).



Figura 1. Distribución del manatí del Caribe (*Trichechus manatus*) (Mapa tomado de IUCN, 2008).

En la mayoría de los casos, donde aún se ubican poblaciones de manatíes en México, se trata de poblaciones no muy grandes y fragmentadas y que son potencialmente vulnerables al impacto por las actividades del hombre. En los sistemas de zonas bajas inundables del estado de Tabasco y en las bahías y arroyos costeros a lo largo de la costa oriental del estado de Quintana Roo, los manatíes se encuentran en números razonablemente abundantes (Colmenero, 1984, 1991; Colmenero y Hoz, 1986; Colmenero y Zárata, 1990; Morales-Vela y Olivera-Gómez, 1992, 1997; Morales *et al.*, 2000; Lefebvre *et al.*, 2001) (Fig. 2).

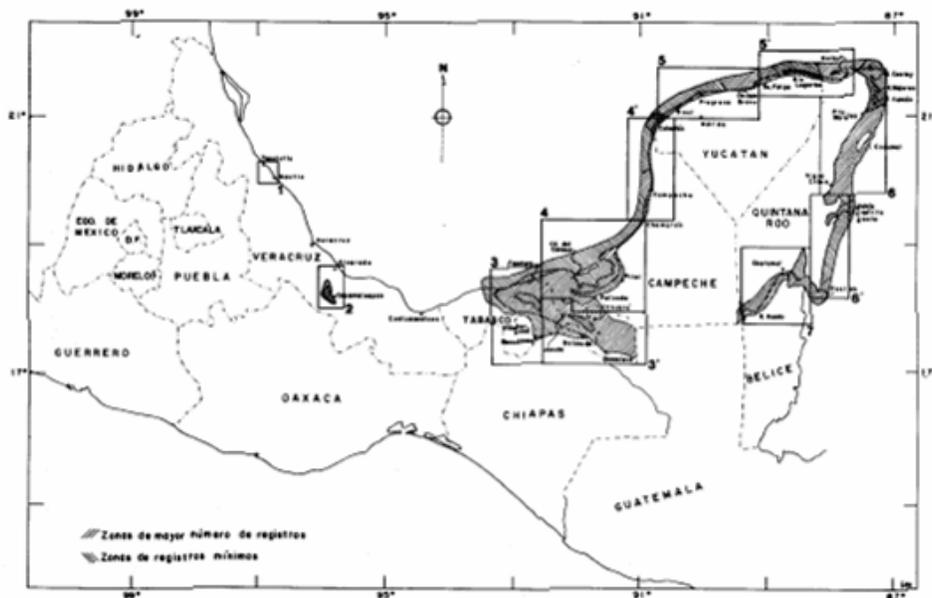


Figura 2. Distribución y abundancia de manatí Antillano (*Trichechus m. manatus*) en México (Mapa tomado de Colmenero y Hoz, 1985).

Conducta.

Los manatíes son animales inofensivos, tímidos y moderadamente sociales. Carecen de organización social permanente, con excepción de la que se establece entre la madre y la cría durante el periodo de lactancia. Forman agrupaciones grandes durante la actividad de apareamiento, en los sitios en donde se concentra el alimento y durante el invierno (congregándose en sitios con aguas cálidas), sin embargo los grupos más

comunes son de 2-4 animales (Husar, 1978). Se reproducen durante todo el año (Hartman, 1979).

En cuanto a la conducta del manatí, el trabajo de Hartman (1979) es uno de los más completos. Este investigador clasificó la conducta del manatí de Florida en vida libre en pautas conductuales y hábitos de la especie; dividiéndolas en conductas de mantenimiento y sociales. Este autor observó que estos sirenios ocupan la mayor parte del tiempo en comer, descansar, aparearse y socializar. Por otro lado, predijo que la conducta y la ecología son uniformes en toda el área de distribución (excepto por las agregaciones que se forman producto de las bajas temperaturas) (Hartman, 1971).

Barret (1935), Allsopp (1960), Bertram y Bertram (1964) reportan que la especie es crepuscular o nocturna, aunque algunos autores describen que los manatíes son activos a lo largo del día y la noche y son esencialmente arrítmicos (Hartman, 1979; Colmenero, 1986; López y Gallo, 1996). Así mismo, Colmenero y Hoz (1986) mencionan que el comportamiento de los animales es distinto dependiendo de su interacción con el hombre y las actividades de éstos, pero se basan en registros de información de entrevistados que viven en zonas donde habita el manatí (*Vox populli*) sobre el comportamiento del manatí en diferentes regiones de México. Estos autores describen que, en algunas regiones, la alimentación de los animales se da indistintamente de la hora, mientras que en otras la alimentación se prefería en la tarde o en la noche. En otras regiones de América, en donde se distribuye el manatí, distintos autores han observado una conducta evasiva de estos animales con la presencia de actividades humanas (Jiménez, 2005, Flamm, *et al.*, 2005)

Importancia ecológica.

La importancia de los sirenios reside no solo en su interés intrínseco y su rareza, sino en el hecho de que se trata de los únicos mamíferos acuáticos de gran tamaño que son herbívoros y capaces de convertir en tejido muscular las plantas acuáticas marinas o dulceacuícolas superiores que consumen. Se considera que el singular nicho trófico de

los sirenios es la clave para el entendimiento de la evolución de su forma y de su historia de vida y posiblemente explique por qué son tan pocas las especies dentro del orden Sirenia (Packard *et al.*, 1984), y que todas ellas se encuentren amenazadas.

El valor ecológico de los manatíes tiene distintas vertientes, una de estas es su utilidad potencial como reguladores biológicos de plagas acuáticas en ciertas aguas del trópico; tal como sucede con los mosquitos (MacLaren, 1967). Colmenero (1991) hace referencia a su capacidad como agentes reguladores de malezas, aunque hay limitaciones para su aplicación por su escasez y vulnerabilidad a las actividades humanas. Su valor ecológico también involucra el conocimiento del papel que los sirenios desempeñan en el ciclo de nutrientes de comunidades de pastos marinos y en ríos tropicales (Best, 1982).

Uso del hábitat.

Muchos de los estudios sobre uso espacial del hábitat, distribución y comportamiento de sirenios se ha dirigido principalmente a la subespecie de Florida y han sido pocos para la subespecie Antillana (Axis-Arroyo *et al.*, 1998).

Se hizo una revisión sobre la aplicación del término “uso del hábitat” en distintas investigaciones de fauna silvestre con la finalidad de homogeneizar el concepto. Es importante hacer notar que en las publicaciones revisadas no se define el “uso del hábitat”, si no que se hace una relación directa entre distribución, frecuencia de aparición de los organismos, características ambientales presentes, patrones de desplazamiento y área ocupada dentro de una región; quedando estas variables implícitas dentro del concepto (Bixler y Gittleman, 2000; Ibrahim, 2002; Dunstone *et al.*, 2002; Maffel y Taber, 2003; Belcher y Darrant, 2004; Di Bitetti *et al.*, 2005; Fresse *et al.*, 2006). Este es el caso de varios de los estudios realizados sobre uso de hábitat, distribución y conducta del manatí del Caribe (Hartman, 1979; Morales-Vela *et al.*, 2000; Olivera-Gómez, 2002;

Wright *et al.*, 2002; Olivera-Gómez y Mellik., 2005; Jiménez, 2005; Horikishi-Beckett y Schulte, 2006; Gannon *et al.*, 2007).

Para la subespecie Antillana se han hecho algunos estudios sobre el hábitat, como el realizado por Axis-Arroyo *et al.* (1998) quienes relacionan la distribución de los individuos con la temperatura, disponibilidad de alimento, nubosidad, salinidad y viento en el sur de Quintana Roo. Estos autores encontraron que salinidad y profundidad resultaron ser las más importantes, la protección contra el viento fue importante en época de nortes. Morales-Vela *et al.* (2000) llevaron a cabo un estudio sobre distribución y uso de hábitat (el uso de hábitat se contempla como la presencia de manatíes, dentro de 5 ambientes costeros) del manatí antillano en la costa de Belice y la bahía de Chetumal, México. Las lagunas y los ríos resultaron ser ambientes importantes para la especie. Olivera-Gómez y Mellik (2005) relacionaron la distribución del manatí antillano en la bahía de Chetumal con varias características del hábitat, a través de modelos lineales generalizados, tales como la regresión logística y de Poisson. Estos autores encontraron que las fuentes de agua dulce y la profundidad, y en menor medida la cobertura vegetal, son los parámetros que más influencia tienen en los modelos de la frecuencia de aparición de manatíes.

En estos estudios se han hecho observaciones sobre la presencia de los organismos, características ambientales importantes, patrones de movimiento y posibles actividades realizadas en las distintas áreas de estudio. Sin embargo, no se define el concepto de uso de hábitat.

De acuerdo a Millspaugh y Marzluff (2001), para poder comprender mejor la distribución y ámbitos hogareños de los animales en espacio y tiempo, es importante incorporar a los estudios del uso de hábitat aspectos conductuales por observaciones directas. Estas observaciones nos darían mayores indicios de la forma en la que los organismos explotan los recursos disponibles (necesidades de refugio, sitios de alimentación, socialización, rutas de movimiento, etc.) (Hall *et al.*, 1997).

Bajo este criterio, uno de los estudios que aborda las variaciones en la abundancia, distribución y comportamiento de *Trichechus m. latirostris* en vida silvestre es el desarrollado por Kinnaird (1985) en St. John River, Florida. Esta autora menciona que las bajas temperaturas del agua y la disponibilidad de alimento, determinan la distribución y abundancia de los animales. Por otro lado, hace mención de la frecuencia, de cuatro tipos de comportamiento observado (alimentación, descanso, migración y cortejo) refiriendo algunas zonas específicas donde se observaba el desarrollo de estas actividades. A su vez, Flamm *et al.* (2005) presentan uno de los estudios más recientes para estimar “lugares de manatíes” (uso de hábitat) y movimientos en corredores para *T. m. latirostris*, integrando la distribución espacio-temporal, características ambientales presentes, frecuencia y tiempo de la presencia de los organismos en ciertos “lugares” y corredores, patrones de desplazamiento y actividades asociadas. Esto con la finalidad de ubicar las zonas más utilizadas dentro del hábitat con fines de protección de la especie. Este podría ser la investigación más reciente que involucra dentro del estudio del uso del hábitat, variables ambientales y conductuales.

Investigaciones en el área de estudio.

En el estado de Tabasco se han realizado algunos estudios sobre la distribución del manatí (Colmenero y Hoz, 1986; Álvarez *et al.*, 1988; Arriaga y Contreras, 1993). Sin embargo, la dificultad para observarlos en los tipos de ambientes de esta región, ha dificultado la caracterización de las poblaciones. Un estudio en curso, que inicio en abril de 2005, está registrando diferentes tipos de información sobre la distribución y abundancia de manatíes a lo largo de la cuenca del río Usumacinta en Tabasco y el conocimiento de la gente sobre la especie (Olivera-Gómez, 2007).

Para el caso específico de la Laguna de las Ilusiones, Álvarez (reporte interno no publicado) menciona un caso de mortalidad. Arriaga y Contreras (1993) confirman la presencia de manatíes en esta laguna, pero no hicieron intentos por conocer su

abundancia. Padrón (2004) realizó un estudio de la calidad del agua en zonas donde consideraba que es frecuente ver manatíes.

Actualmente, personal del Proyecto Manatí de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, ha invertido esfuerzo para conocer la población que habita en esta laguna. Se han registrado un mínimo de 7 individuos y se han identificado algunas zonas de importancia, así como un primer acercamiento en la descripción de algunas conductas de los manatíes (Pablo-Rodríguez, 2006). En 2006, se comenzó con el radiomarcaje de algunos individuos en Laguna de las Ilusiones y se están probando técnicas acústicas para la localización de manatíes sumergidos en aguas turbias (Olivera-Gómez, 2007b).

OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar las actividades generales realizadas por manatíes radiomarcados en la Laguna de las Ilusiones y su relación con los recursos y condiciones presentes en la laguna

Objetivos particulares

- Hacer la caracterización ambiental de la Laguna de las Ilusiones.
- Estimar el área general de actividad de los individuos radiomarcados y las áreas de actividad relacionadas con la alimentación, descanso, desplazamiento y exploración.
- Determinar la relación de la presencia y del tipo de actividad realizada con diferentes recursos y condiciones presentes en el sitio.
- Estimar los patrones de actividad diarios.
- Determinar si hay agrupación con otros individuos marcados y no marcados y entre los manatíes en el estudio.
- Estimar la relación uso/disponibilidad de distintas características del hábitat.

HIPÓTESIS

- Los manatíes no se distribuyen homogéneamente en el espacio dentro de la Laguna de las Ilusiones (cientos de hectáreas), sino que seleccionan activamente sitios donde realizan actividades específicas, como alimentación, descanso y refugio.
- Los recursos y condiciones del hábitat influyen en la presencia de manatíes y el uso selectivo del espacio.
- Los manatíes presentan interacciones sociales en zonas específicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

La Laguna de las Ilusiones es una laguna o lago interior, localizada en la ciudad de Villahermosa, Tabasco (Fig. 3) Por su extensión, es una de las lagunas urbanas más importantes del estado. Debido a que es una zona de refugio, anidación y reproducción de fauna silvestre y que funciona como vaso regulador; el 8 de febrero de 1995 fue decretada como Área Natural Protegida Estatal con carácter de Reserva Ecológica; y con el objetivo de protección, conservación y restauración de los cuerpos de agua, la flora y fauna que en ella se encuentran (Periódico Oficial del Estado de Tabasco, 1995).

En el pasado, esta laguna estuvo conectada al río Mezcalapa, que se deriva a su vez del río Grijalva, por el canal El espejo, el cual se cerró por las obras de urbanización de la ciudad de Villahermosa (INEGI, 2001). Sus coordenadas geográficas son: 17° 59' 22" - 18° 01' 22" de latitud Norte y 92° 55' 20"- 92° 56' 40" longitud Oeste. Comprende una superficie estimada de 260 has. Su fisiografía la constituyen valle y lomerío, su clima es cálido húmedo con lluvias en verano (Am (f)), con una temperatura media anual de 24 a 28° C y precipitación media anual de 1500-2000 mm. Su geología es de tipo cenozoica sedimentario y fluviosoles (J), sostienen una vegetación hidrófila emergente, tintales y selvas (INEGI, 2001; SEMARNAT, 2001).

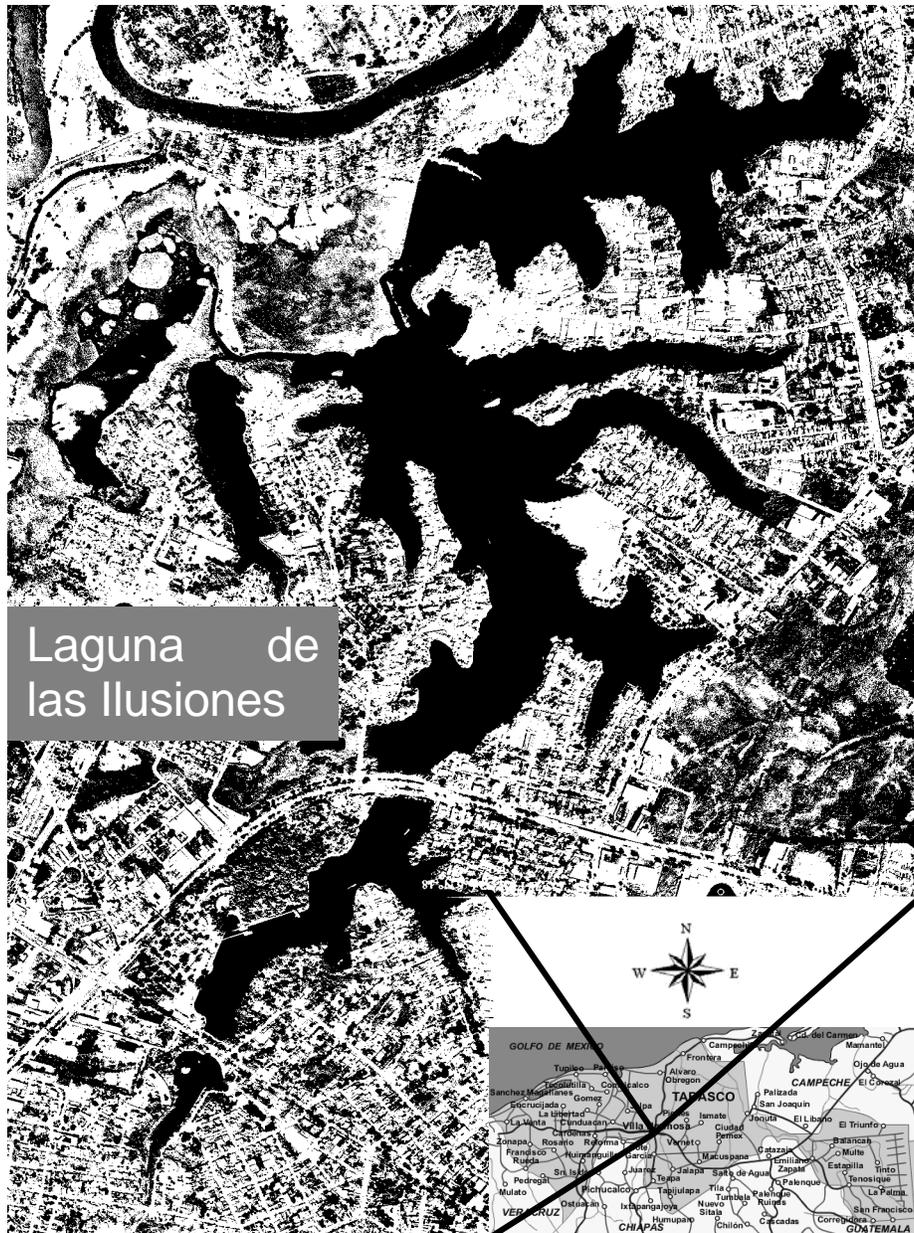


Figura 3. Laguna de las Ilusiones en Villahermosa, Tabasco (tomado de Pablo-Rodríguez, 2006)

La vegetación acuática característica de la zona consiste en lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), helecho (*Achrosticum donaeifolium*), jacinto o lirio acuático (*Eichornia crassipes*) y espadaño (*Thypha latifolia*). Los componentes de la vegetación arbórea circundante al cuerpo lagunar son jobo (*Spondias bombin*), corozo (*Scheela liebmanii*), chelele (*Inga* sp.), macuilís (*Tabebuia rosea*), ceiba (*Ceiba pentandra*), zapote de agua

(*Pachira acuática*), palo mulato (*Bursera simaruba*), pochote (*Cochlospermum vitifolium*), almendro (*Terminalia catappa*), macayo (*Andira galeottina*), framboyán (*Delonix regia*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), entre otros (INEGI, 2001).

La fauna en esta área natural protegida está constituida por sardina (*Dorosoma petenense*), poecílicos (*Poecilia petenensis*), bagre (*Cathorops melanopus*), pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), mojarra tenhuayaca (*Petenia splendida*), mojarra paleta (*Vieja synspila*), cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletti*), pochitoque (*Kinosternon leucostomum*), chiquigüao (*Chelydra serpentina*), hicoitea (*Trachemys scripta*), iguana verde (*Iguana iguana*), garza blanca (*Casmerodius albus*), garza morena (*Ardea herodias*), garza ventriblanca (*Egretta tricolor*), halcón guaco (*Herpetotheres cachinnans*), gavián caracolero (*Rosthramus sociabilis*), martín pescador (*Ceryle torquata*), pijije (*Dendrocygna autumnales*) y manatí (*Trichechus manatus manatus*) (INEGI, 2001).

La laguna recibe descargas pluviales y, en algunos puntos, descargas domésticas y agrícolas. En cuestión de contaminantes, la laguna no presenta problema con la cantidad de cloruros y hierro; sin embargo, la cantidad de coliformes fecales (24000 NMP/L) rebasa por mucho el nivel permitido (200 NMP/L) (Padrón, 2004). La demanda bioquímica de oxígeno y la cantidad de fosfatos sobrepasan los lineamientos permisibles, provocando en la laguna una condición de eutrofización. El oxígeno disuelto (OD) es de 10 mg/l, tiene un pH de 5-9.2 y una transparencia en ocasiones cercana a 1 cm (Padrón, 2004).

Trabajo de campo.

Se utilizaron como sujetos de estudio cuatro manatíes que fueron capturados por personal del proyecto Manatí de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, a los cuales se les colocaron radios con transmisores VHF (Cuadro 2), dentro de los proyectos “Ecología de una colonia aislada de manatíes en Laguna de las Ilusiones y técnicas alternativas e monitoreo en ambientes fluviolagunares” y “Uso del espacio y los recursos

del hábitat por los manatíes en Laguna de las Ilusiones, implicaciones para el manejo de la población de la laguna” con la autorización de las Dirección General de Vida Silvestre a través del permiso SGPA/DGVS/01103/07.

Se llevaron a cabo 56 observaciones directas de abril a agosto de 2007. El horario del monitoreo y el seguimiento de los animales fueron seleccionados de forma aleatoria. Para el análisis de los periodos de actividad, las horas del día fueron segmentadas en periodos de 6 hr cada uno: de 6:00 a 12:00 hrs, 12:00 a 18:00 hrs y de 18:00 a 24:00 hrs. En cada seguimiento, se realizaron observaciones directas *Ad libitum* (Altman, 1973) de “estados” generales de la conducta exhibida por el animal (Cuadro 3), entendiendo como “estados” a patrones de conducta de relativamente larga duración (Martin y Bateson, 2005).

Cuadro 2. Datos particulares de los animales marcados.

Individuo	Categoría de Edad	Características particulares	Fecha de marcaje	Fecha de liberación de la marca
Hera (T006)	Cría grande	Buen estado de salud Longitud 203 cm Se encontró en compañía de otra hembra (Lola) y 2 individuos mas	15 abril	23 julio
Lola (T002)	Cría grande	Recaptura Buen estado de salud Longitud 195 cm Se encontró en compañía de Hera y 2 individuos mas	15 abril	12 junio
Maty (T009)	Adulto	Hembra con una cría destetada Estado de salud medio Longitud 285 cm	12 junio	4 agosto
Diego (T008)	Cría	Longitud 180 cm Buen estado de salud Se encontró con una hembra adulta de 305 cm de longitud capturada un año antes	12 mayo	17 junio

- La clasificación de la categoría de edad está basada en datos promedio de manatíes de Florida (Silva *et al.*, 2007); sin embargo, en la zona de distribución (Tabasco), el individuo con la talla máxima ha sido de 305 cm, correspondiente a una hembra adulta y las observaciones hasta el momento hacen pensar que los individuos antillanos son más pequeños.

Cuadro 3. Conductas generales observadas por los manatíes en la Laguna de las Ilusiones.

Actividad	Características
Alimentación	Identificada como movimientos cortos del individuo en áreas de vegetación presente cercanas a la orilla. Organismo tomando la vegetación flotante ó sumergida con la boca o las aletas pectorales y moviendo la boca. Sale a respirar después de 4-7 min. de haber estado sumergido. Sonidos de masticaciones percibidos a través de un hidrófono. Con un desplazamiento corto en torno al sitio de alimentación.
Descanso inactivo	ó Cuando está sumergido no tiene movimientos constantes, permanece en un diámetro de 5 m. Sale respirar después de 10-15 min de haber estado sumergido y al acercase a él reacciona con movimientos bruscos. El periodo de duración de esta actividad es de más de 10 min.
Evasión	Movimiento rápido provocado por un estímulo negativo (presencia de botes), por lo general después de que el estímulo está ausente, el organismo regresa al lugar donde se encontraba.
Exploración	Esta actividad se caracteriza por el movimiento corto y constante del organismo entre distintas áreas de aprox. 50 m de diámetro, sin establecerse por mucho tiempo en un área específica. Por lo general, esta actividad se caracteriza por tener periodos largos de movimientos cortos, aprox. 20 min por 3 minutos de inactividad.
Desplazamiento	Movimiento constante de larga distancia con una trayectoria casi rectilínea. En este tipo de movimiento el animal recorre más de 100 m de distancia en un periodo de media hora.

Durante el seguimiento de los individuos, se registró su localización geográfica usando un GPS marca Garmin. Esta posición se anotó cuando el animal se movía fuera de un diámetro de 50 m y cada 20 min si el animal se desplazaba de forma constante. Cuando el animal interactuaba en la misma zona con otro animal, se anotó la ubicación geográfica de este, la actividad realizada y la duración de la misma. Aunado a las observaciones de conducta y ubicación del animal, se tomaron datos del sitio y se midieron algunas de las variables que pueden influir en la distribución de los manatíes en ambientes dulceacuícolas (Jiménez, 2005) y que se presentan en el cuadro 4.

Con el fin de evaluar la disponibilidad de recursos y condiciones del hábitat, se realizó una clasificación de la laguna. En primera instancia se considera la clasificación

de zonas de la laguna hecha por Pablo-Rodríguez (2006), basada en características generales de presencia de actividades antropogénicas, extensión de asentamientos humanos y posibles vertederos de contaminantes (Figura 1 ANEXO). Además, se tomaron datos de profundidad, presencia de vegetación en la orilla y cobertura arbórea.

Cuadro 4. Parámetros ambientales que fueron evaluados durante el seguimiento de los animales.

Parámetro	Evaluación	Medición
Temperatura del agua	Tomada en distintos puntos representativos de la laguna	Termógrafos (Hobo temp)
Profundidad	Tomada posteriormente en el sitio del registro	Ecosonda Humminbird 867c SI
Distancia a la orilla más cercana	Desde la lancha, por diferencia entre la distancia al animal y la distancia a la orilla más cercana	Distanciómetro laser
Cobertura arbórea	Porcentaje lineal de cobertura sobre segmentos de 25 m en la orilla más cercana	Visual
Vegetación disponible para el manatí	Presencia/ausencia y porcentaje de cobertura de vegetación emergente, flotante y de orilla	Visual
Disturbio humano	Nulo 0 (sin o con reducidos asentamientos urbanos y sin presencia de actividades humanas que interactúen con el organismo), medio 1 (presencia de asentamientos urbanos e interacción de actividades humanas con los manatíes) y fuerte 2 (con asentamientos urbanos y actividades humanas que ahuyenten a los individuos, como el tráfico de botes o ruido fuerte en la orilla)	Visual
Nubosidad	Porcentaje de cobertura en el cielo	Visual
Viento	Velocidad promedio y máxima en período de 1 min.	Anemómetro digital
Lluvia	En categorías: ausencia (0); llovizna (1); fuerte en cortos períodos (2), fuerte continua (3)	Visual
Estado del agua (Determinado por el Oleaje)	Nulo 0 (sin oleaje), bajo 1 (pequeñas rizaduras continuas), medio 2 (olas pequeñas y continuas) y fuerte 3 (olas grandes)	Visual

Análisis de los datos.

Distribución espacial de los manatíes en la Laguna de las Ilusiones.

En este estudio, se consideró el espacio que engloba el 95% de las observaciones del uso, como el ámbito hogareño de los animales (Anderson, 1982). A las zonas dentro de la laguna con porcentajes menores al 95% de las observaciones, usualmente se les considera como centros de actividad (Anderson, 1982; Millspaugh y Marzluff, 2001); dando mayor importancia al área que engloba el 50% de las observaciones. Esta área usualmente es calificada como área (s) “núcleo” ó con “mayor actividad” (corea areas) ó importancia, debido al porcentaje de probabilidad de encontrar al animal en estas áreas. (Storline, 2006; Roux y Bernard, 2007). Sin embargo, algunos autores consideran como zonas de mayor importancia a las que engloban porcentajes distintos (Nickel, 2003).

Para la estimación de la distribución de uso del espacio general y por actividad, se empleó el método Kernel Fijo (LSCV). Este es un método no paramétrico que de acuerdo a la densidad, estima la probabilidad imparcial de una localización usando la muestra entera, colocando una escala de funciones de densidades probabilísticas sobre cada dato de localización (Worton, 1989) y dando como resultado, la probabilidad de encontrar a un animal en una ubicación en particular ó en un plano (Anderson, 1982). De esta forma, se construyeron polígonos correspondientes al 25%, 50%, 75% y 95% de las observaciones de la distribución de uso del espacio ($n_{\text{general}}= 263$ $h= 148.5$, $n_{\text{come}}= 29$ $h= 242$, $n_{\text{descanso}}= 55$ $h= 194$, $n_{\text{exploración}}= 69$ $h= 174.37$, $n_{\text{desplazamiento}}= 104$ $h= 175$). La estimación se hizo con el programa Arc View 3.3 y la extensión Animal Movement (Hooge y Eichelau, 1997).

Modelación de las actividades en función de los recursos y condiciones del hábitat.

Para cada actividad general, se llevó a cabo una regresión logística binaria, utilizando como predictores las características del hábitat medidas. Se utilizó el procedimiento por pasos para la inclusión de variables, usando el cambio en la máxima

verosimilitud, como criterio para incluir o excluir variables en el modelo final (Hosmer y Lemeshow 1989). El procesamiento se realizó en el paquete estadístico SPSS 15.0 (SPSS Inc., 2006).

Distribución de las actividades en los periodos de tiempo.

Como una aproximación a los patrones de actividad de los manatíes seguidos, se determinó si hubo diferencias en la distribución de las actividades dentro de los periodos de día empleando la prueba de Kruskal-Wallis (Zar, 1986) con el procedimiento para ajustar coincidencias (ties), tomando en cuenta el porcentaje de tiempo de cada actividad dentro de las sesiones de registro de datos.

Para determinar el patrón de inactividad/actividad, se tomó en cuenta el tiempo de duración de las actividades (alimentación, exploración y desplazamiento), con respecto al tiempo total de registro, en los distintos periodos del día. Se aplicó una prueba de contingencia (χ^2) para determinar si esta relación depende de los bloques de horario en que se dividieron las observaciones (Zar, 1986)

Asociaciones con otros individuos.

Para determinar si existió diferencia en el tiempo en que los animales se observaron solos ó en compañía, y si esta condición es independiente de las actividades realizadas, se hicieron análisis de contingencia. De forma individual, para cuantificar la asociación espacial con otros individuos, se calculó el coeficiente de asociación definido por Cole (1949), como el porcentaje del tiempo en el que dos o más individuos fueron observados juntos, donde valores < 0.5 indican una baja asociación y valores > 0.5 indican alta asociación.

Relación Uso:Disponibilidad.

Como una aproximación a la relación uso:disponibilidad y explorar si los animales estuvieron seleccionando el hábitat activamente por recursos específicos; se hizo una regresión logística binaria de pasos hacia delante (forward stepwise) (Hosmer and Lemeshow 1989). Se tomó como “uso” los puntos de avistamiento y para la disponibilidad se tomaron 196 puntos de forma aleatoria de áreas donde no se registró la presencia de los animales. Las variables utilizadas en este modelo fueron la vegetación perenne de orilla, la cobertura arbórea, la profundidad y la distancia a la orilla. El procesamiento se realizó en el paquete estadístico SPSS 15.0. (SPSS Inc., 2006).

RESULTADOS

Caracterización de la Laguna de las Ilusiones

Con las características dadas por Pablo-Rodríguez (2006) y los datos obtenidos de la vegetación perenne en las orillas, cobertura arbórea y batimetría, se clasificó la laguna en 5 zonas con características particulares (Fig. 4).

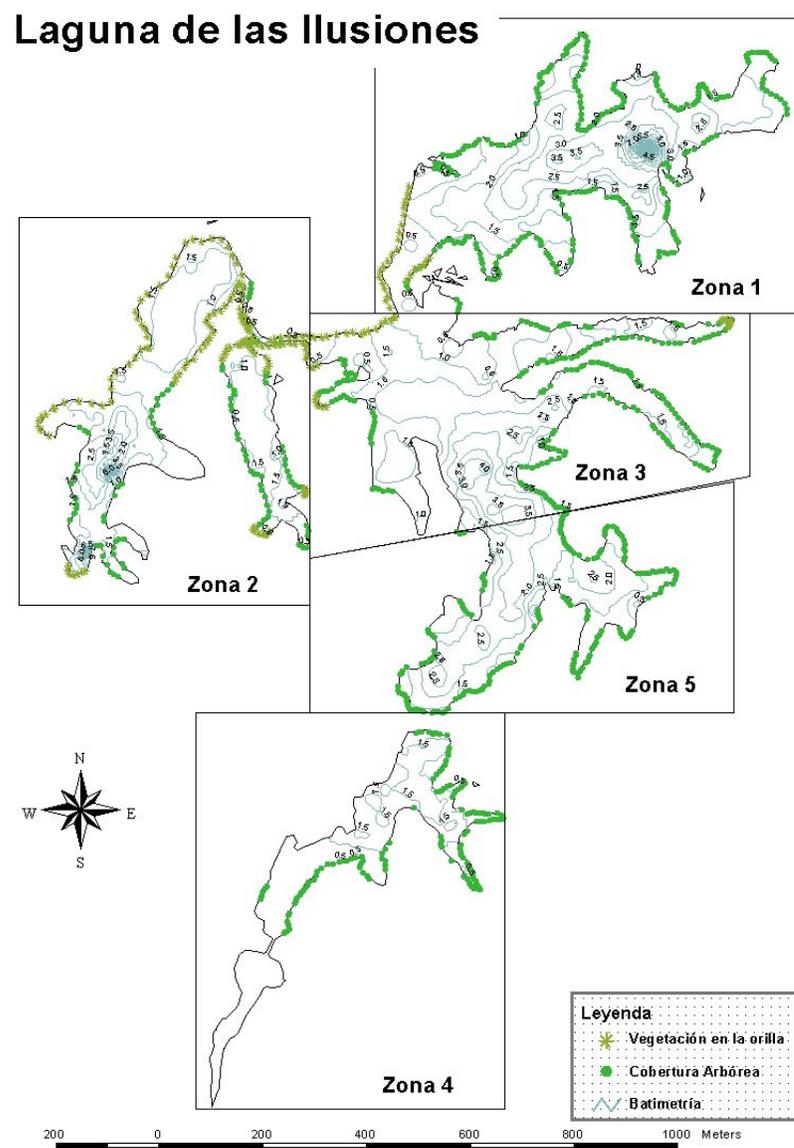


Figura 4. Zonificación de la Laguna de las Ilusiones

Características particulares de las zonas.

Zona Uno

Se localiza al norte de la laguna. En ella se encuentra la compuerta de regulación de agua, que originalmente era la conexión con el río Mezcalapa. En esta zona hay un menor ruido por automóviles, hay presencia de pescadores y de descarga domiciliaria (Pablo-Rodríguez, 2006). Alberga el 33% de la cobertura total de la laguna y el 19% de la vegetación de orilla. De su perímetro total, el 52% tiene cobertura arbórea y un 11% con vegetación de orilla. Tiene una profundidad de 50 cm en su conexión con la zona 3; prevalecen profundidades de 1.50 a 2.50 m y hay una pequeña área central relativamente profunda (3.5) (Fig. 5).

ZONA 1

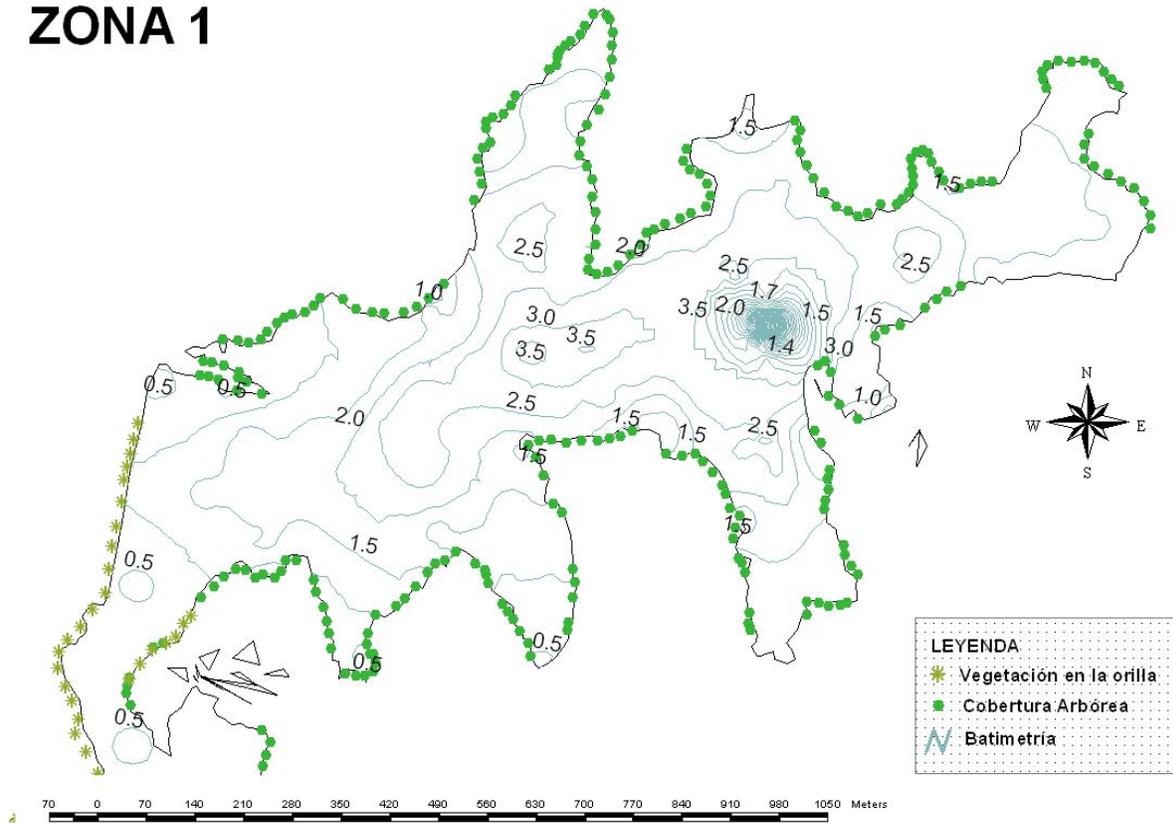


Figura 5. Vegetación y batimetría de la zona uno (Z1).

Zona Dos

Esta se encuentra al oeste de la laguna. En ella existe un parque grande, una zona ganadera, hay poco ruido por autos y hay presencia de pescadores, principalmente en la zona de mayor vegetación de orilla (Pablo-Rodríguez, 2006). Esta zona alberga el 15% de la cobertura total de la laguna y el 72% de la vegetación de orilla. De su perímetro total, el 24% tiene cobertura arbórea y un 42% con vegetación de orilla. Tiene profundidad de 50 cm en los canales que la comunican con la zona 3. Prevalecen profundidades de 1.50 m y al menos una zona central profunda de 3.5 m (Fig. 6).

ZONA 2

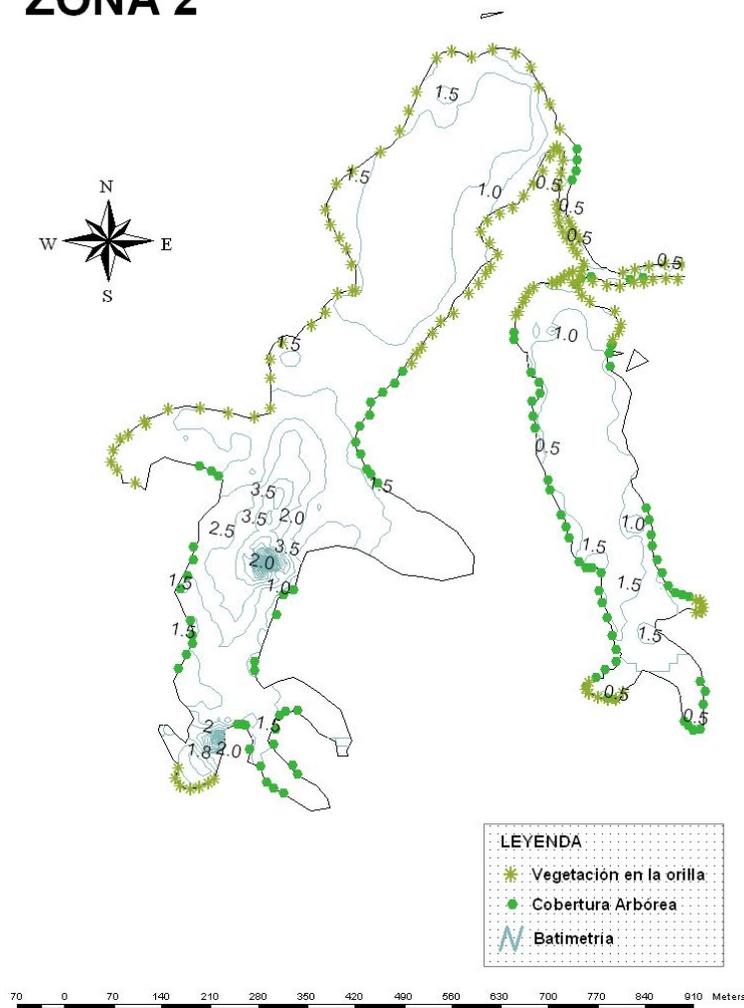


Figura 6. Vegetación y batimetría de la zona dos (Z2).

Zona Tres

Esta zona se encuentra al noreste de la laguna. Existe poca vegetación en la orilla por la construcción de bardas y poco ruido de autos. Hay contaminación por descarga domiciliaria y presencia de pescadores, en esta zona existe el paso constante de lanchas de mantenimiento y recreación (Pablo-Rodríguez, 2006). Alberga el 20% de la cobertura total de la laguna y el 9% de la vegetación de orilla. De su perímetro total, el 30% tiene cobertura arbórea y un 5% con vegetación de orilla. Tiene una profundidad de 50 cm a 1.50 m en las orillas, prevalecen profundidades de 1.50 a 2.5 m y una zona amplia y profunda de 3.5 a 4 m (Fig. 7).

ZONA 3

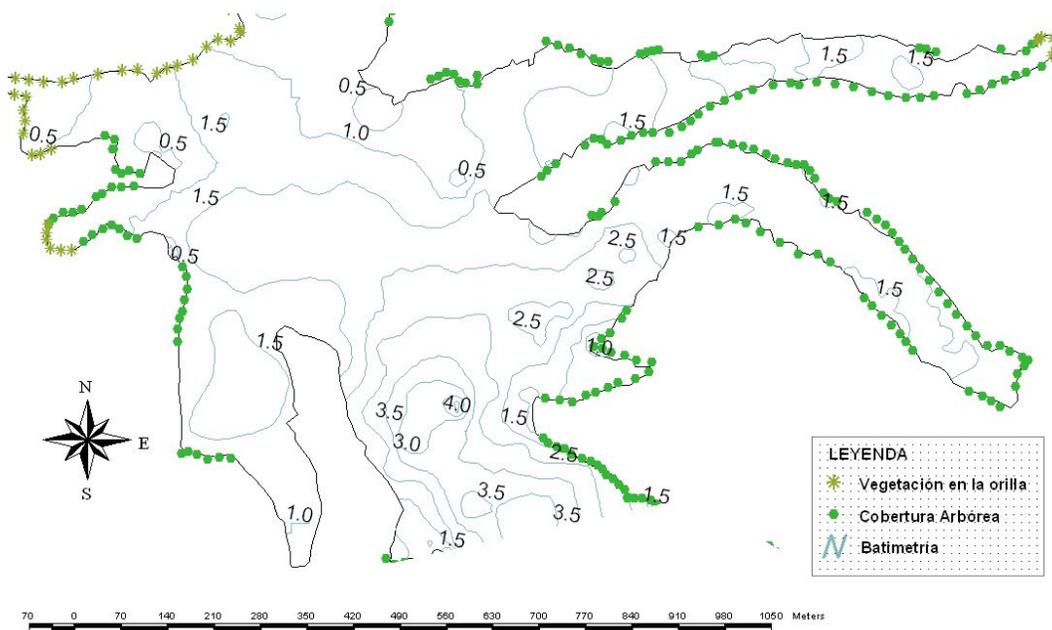


Figura 7. Vegetación y batimetría de la zona tres (Z3).

Zona Cuatro

Esta zona se encuentra al sur de la laguna, no hay vegetación en las orillas debido a la construcción de bardas, hay ruido de autos y zonas de recreación. Esta zona está afectada por la construcción de inmuebles. Además, existe el paso constante de lanchas de mantenimiento y recreación (Pablo-Rodríguez, 2006). Alberga el 15% de la cobertura arbórea total de la laguna. De su perímetro total, el 39% tiene cobertura arbórea. Tiene una profundidad de 50 cm en las orillas y su profundidad máxima es de 1.50 m (Fig. 8).

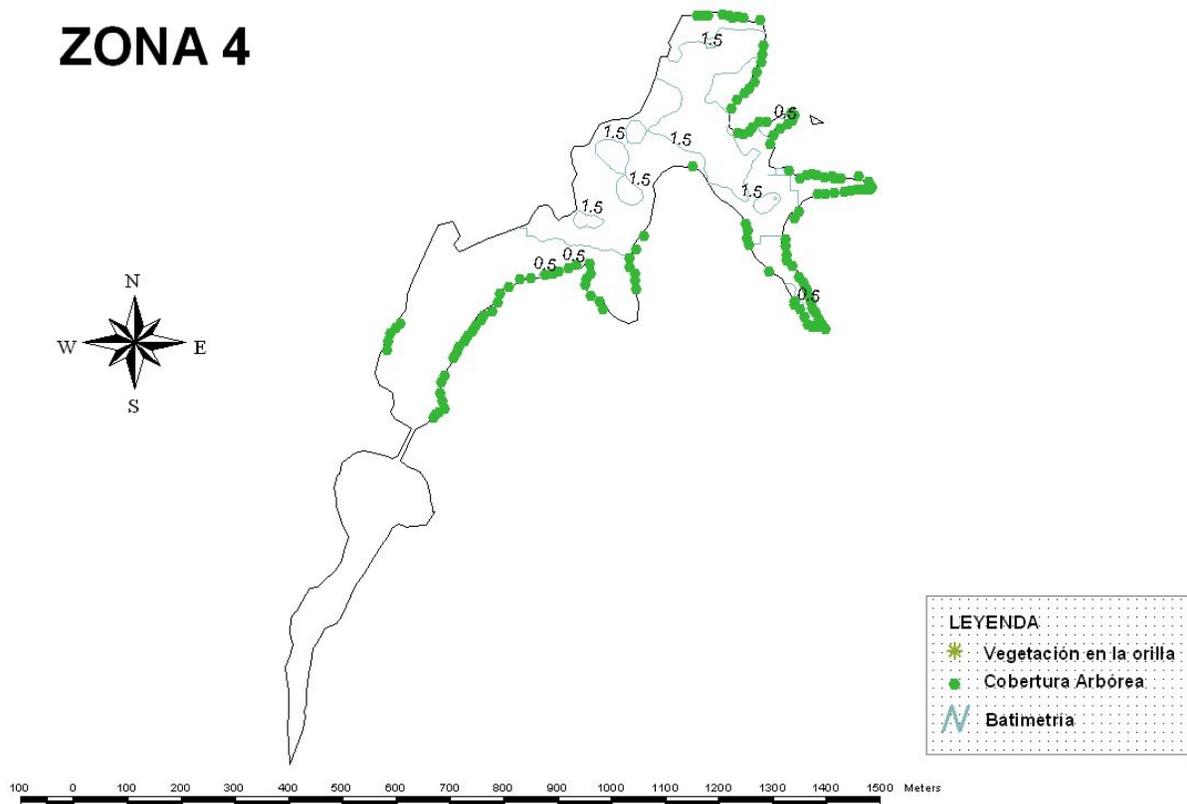


Figura 8. Vegetación y batimetría de la zona cuatro (Z4).

Zona Cinco

Esta zona se encuentra al sureste de la laguna, sin vegetación a la orilla por la construcción de bardas, hay ruido de autos, zonas de recreación y contaminación por descarga domiciliar. Además, hay paso constante de lanchas de mantenimiento y recreación, esta zona es afectada por la construcción de inmuebles (Pablo-Rodríguez, 2006). Alberga el 17% de la cobertura arbórea total de la laguna. De su perímetro total, el 51% tiene cobertura arbórea. Tiene una profundidad de 50 cm y 1.50 m en las orillas, prevalecen profundidades de 2 a 2.5 m (Fig. 9).

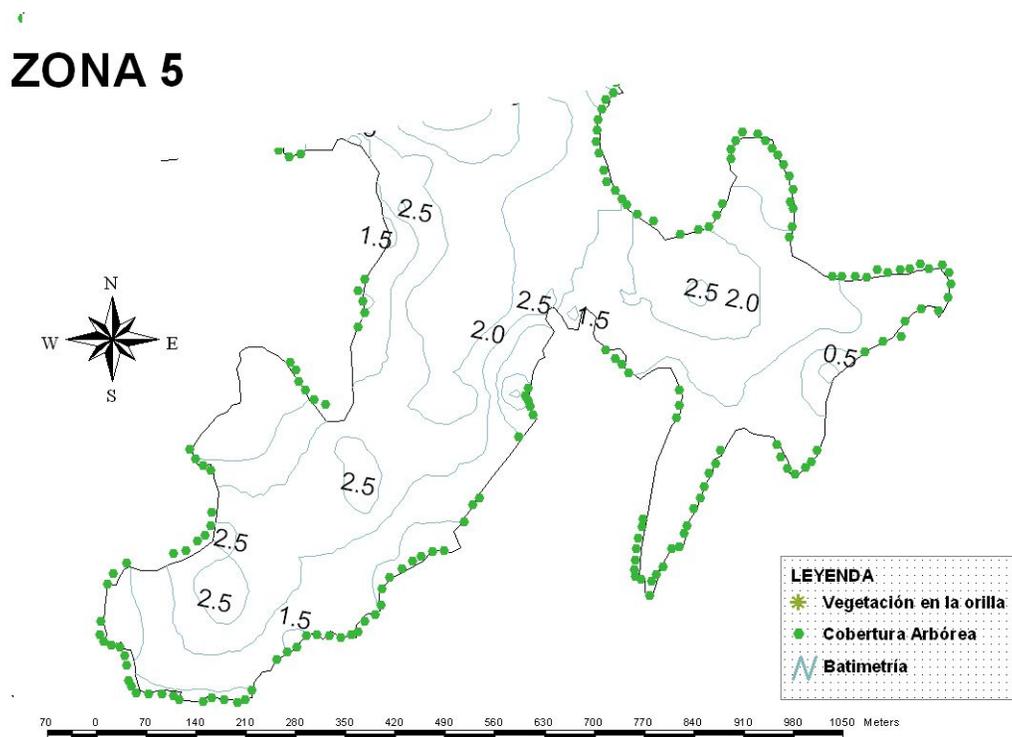


Figura 9. Vegetación y batimetría de la zona cinco (Z5).

Seguimiento de los manatíes radiomarcados

El tiempo de esfuerzo de monitoreo de los individuos fue de 10,415 min y el tiempo de observación directa fue de 6,765 min, lo que significó una tasa de observación: búsqueda de 0.65.

Áreas de actividad de los manatíes

Área de uso general.

En cuanto al uso del espacio, el 95% de las observaciones estuvieron concentradas en el 80% del área total de la laguna, cubriendo parte de las cinco zonas establecidas. Sin embargo, el 50% de la distribución de uso se encuentra concentrado en un 6% del área total (zona 1), al norte de la laguna (Figura 10, Cuadro 5).

Zonas de Uso

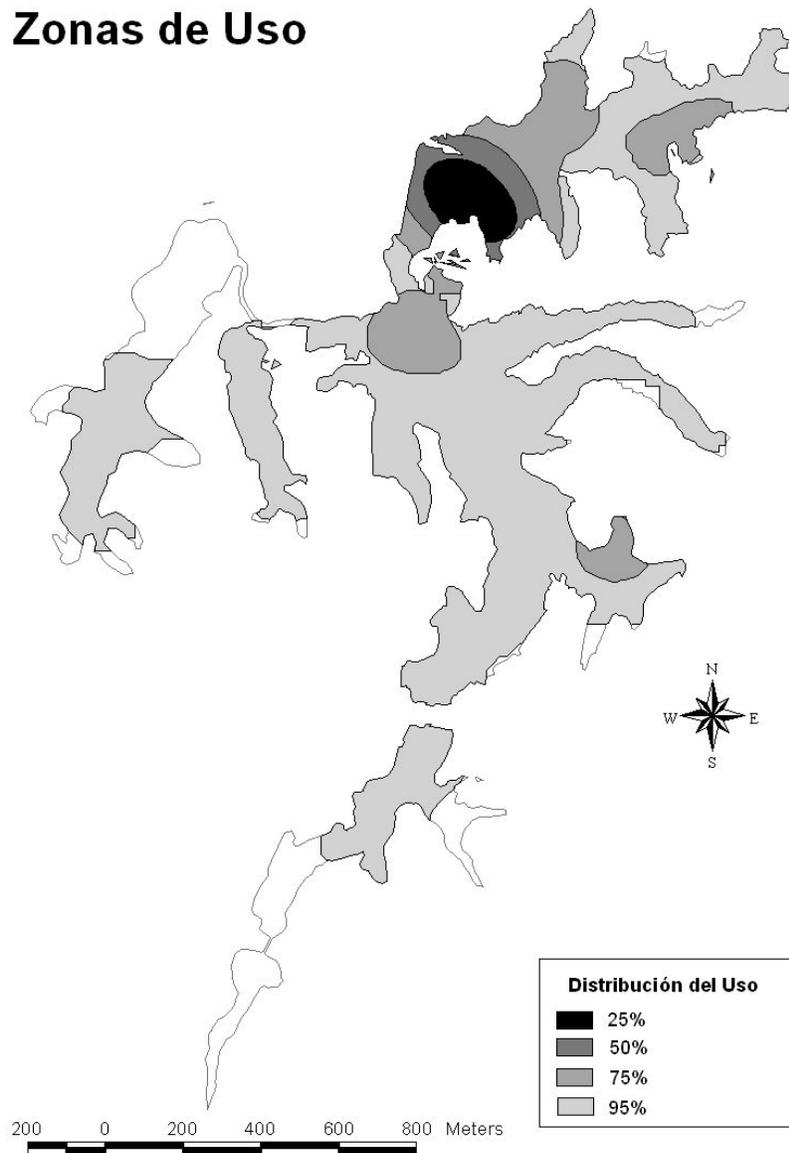


Figura 10. Distribución del uso del hábitat por los manatíes durante la época de secas.

Cuadro 5. Uso general del espacio por los manatíes radiomarcados.

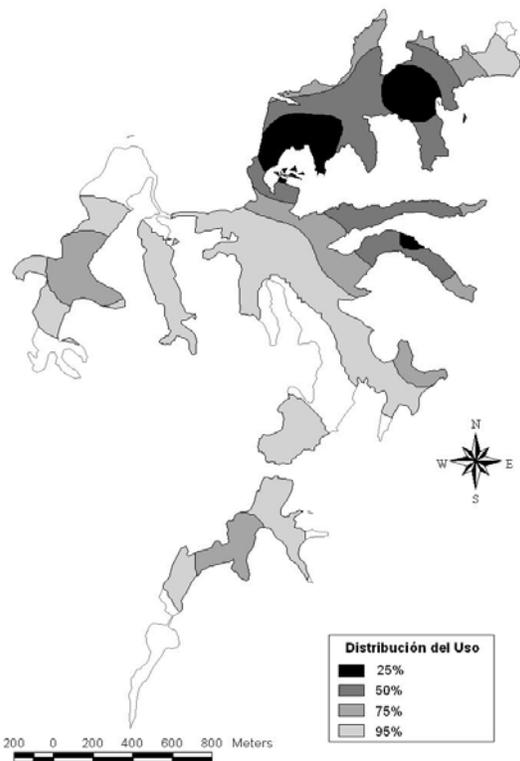
Polígono Kernel	% utilizado del área total de la laguna	Zonas usadas
95%	85	1,2,3,4 y 5
75%	21	1,5 y 3
50%	6	1
25%	3	1

Áreas de uso por actividad.

El 95% de la distribución de las observaciones de uso para Alimentación, Descanso, Exploración y Desplazamiento, abarca parte de las 5 zonas de la laguna. Para la alimentación (n= 29), el polígono que abarca el 50% de la distribución de las observaciones, cae sobre la zona 1 y en menor proporción en la zona 3, al este de la laguna (Figura 11a). Para las demás actividades, el polígono del 50% de uso cae sobre la zona 1, ocupando dentro de ésta, áreas ligeramente diferentes para cada actividad (Figuras 11b, n= 55; 11c, n= 69 y 11d, n= 104), siendo el desplazamiento la actividad que ocupó una mayor área (Cuadro 6).

a)

Zonas de alimentación



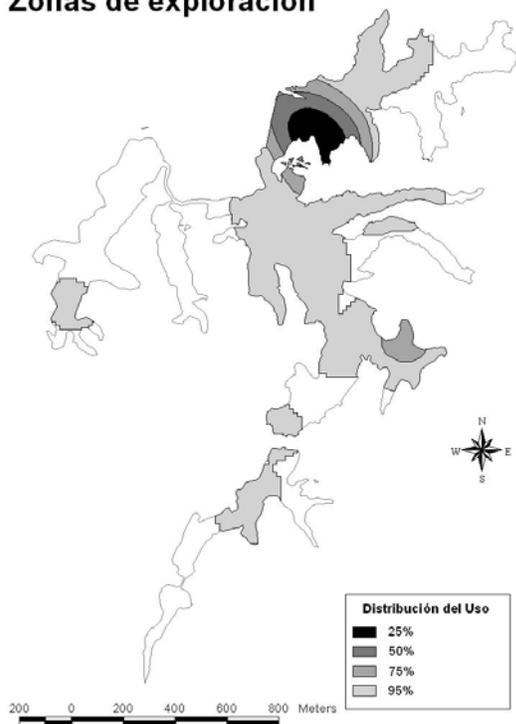
b)

Zonas de descanso



c)

Zonas de exploración



d)

Zonas de desplazamiento

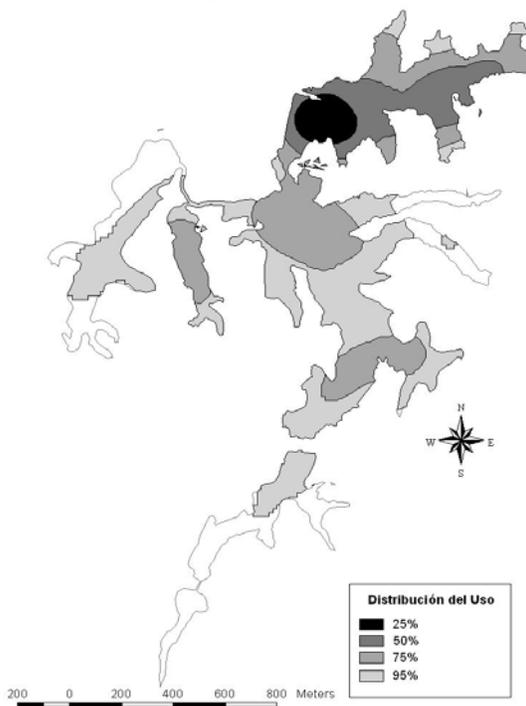


Figura 11. Distribución del uso del espacio por los manatíes, para distintas actividades.

Cuadro 6. Uso del espacio por los manatíes radiomarcados en este estudio, en la Laguna de las Ilusiones, para el caso de actividades específicas.

Actividad	Polígono Kernel	% del área total de la laguna usada	Zonas usadas
Alimentación	95%	83	1,2,3,4 y 5
	75%	46	1, 2,3,4 y5
	50%	27	1, 3
	25%	9	1, 3
Descanso	95%	79	1,2,3,4 y 5
	75%	34	1,3,y4
	50%	9	1
	25%	5	1
Exploración	95%	55	1,2,3,4 y 5
	75%	11	1,5
	50%	6	1
	25%	3	1
Desplazamiento	95%	79	1,2,3,4 y 5
	75%	43	1,2,3 y 5
	50%	15	1
	25%	4	1

A escalas del 95% y 25% de uso, la proporción del área estimada entre las distintas actividades, no muestra una diferencia significativa con respecto a una distribución homogénea ($X^2_{0.05, 3} = 1.888$, $p = 0.595$ y $X^2_{0.05, 3} = 4.74$, $p = 0.192$). A escalas del 75% y 50% de uso, la proporción entre las actividades resultó significativamente diferente ($X^2_{0.05, 3} = 10.078$, $p = 0.001$ y $X^2_{0.05, 3} = 14.204$, $p = 0.003$), resaltando la alimentación y el desplazamiento como las actividades que ocuparon mayor área.

Relación de las actividades realizadas por los manatíes con las condiciones presentes del hábitat

Análisis por actividad.

Las variables que resultaron significativas en el modelo final de regresión logística por actividad se muestran en el cuadro 7. Para la alimentación, cinco variables estuvieron asociadas con la presencia de esta actividad, cuatro de ellas tienen que ver

con las condiciones de la ribera: cobertura arbórea, profundidad, distancia a la orilla y vegetación. La presencia de otros individuos también resultó importante.

Para el descanso, la ocurrencia de esta actividad se vio asociada a variables como el sombreado en la orilla, cobertura arbórea, nubosidad y a la compañía de otros individuos. Para la exploración y el desplazamiento, el horario resultó significativo, así como el estado del agua. Para el desplazamiento, la profundidad y la actividad humana quedaron también en el modelo final.

Cuadro 7. Modelos resultantes de regresión logística (utilizando el método forward stepwise) para cada tipo de actividad.

Actividad	-2log verosimilitud	*R ²	Gl	Sig.	% de observaciones correctamente clasificadas	Variables
Alimentación	65.762	0.76	1	< 0.001	96	Cob. arbórea Profundidad D. orilla Compañía Vegetación en la orilla
			2	< 0.001		
			3	< 0.001		
			4	< 0.001		
			5	< 0.001		
Descanso	249.648	0.239	1	< 0.001	80	Cob. arbórea Compañía Nubosidad
			1	< 0.001		
			16	< 0.001		
Exploración	318.145	0.101	2	0.041	72.3	Horario Edo. agua
			6	0.002		
Desplazamiento	336.588	0.222	2	< 0.001	71	Horario Profundidad Act. humana Edo. agua
			3	< 0.001		
			5	< 0.001		
			9	< 0.001		

En cuanto a la alimentación, la distribución de las observaciones de las variables significativas se presenta en la figura 12. Para la profundidad, el intervalo de 50 a 100 cm fue el más utilizado y el uso disminuye con la profundidad. Para la distancia a la orilla, los manatíes se observaron a más de 5 m de la orilla.

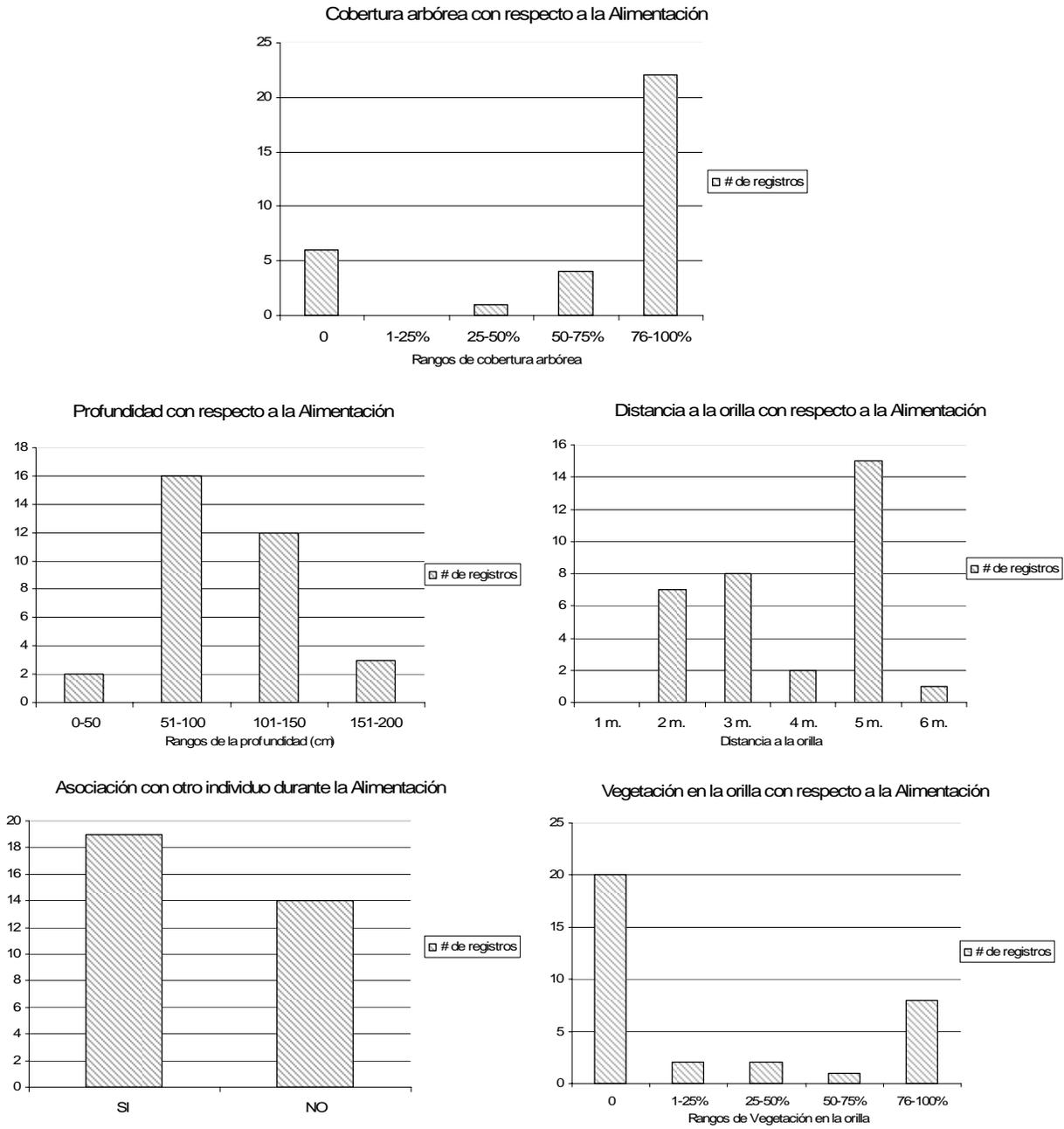


Figura 12. Distribución de las observaciones de Alimentación de los manatíes estudiados en la Laguna de las Ilusiones, en las variables incluidas en el modelo final significativo de regresión logística

Para el descanso, los animales se observaron en áreas sin cobertura arbórea, asociados en menor proporción con otros individuos y realizando esta actividad a valores bajos y altos de nubosidad y disminuyendo con valores intermedios (Fig. 13).

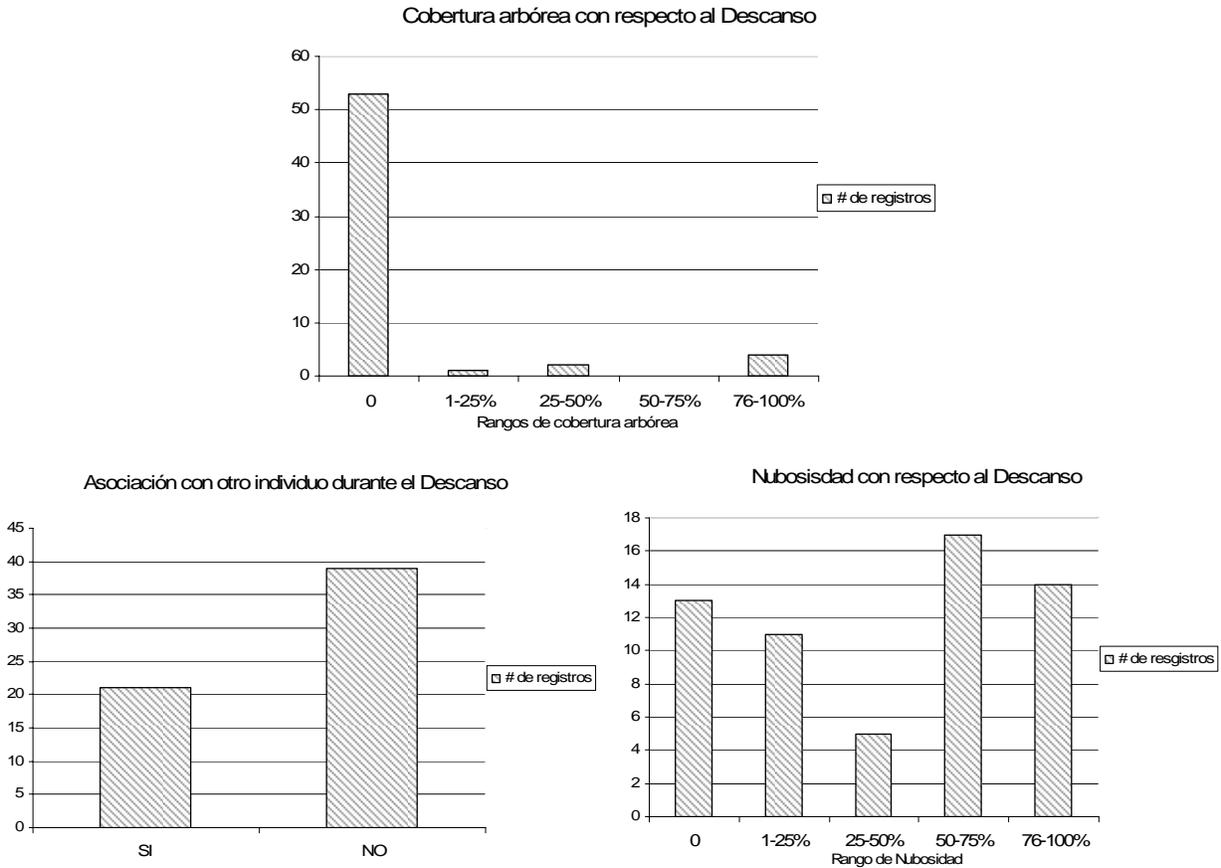


Figura 13. Distribución de las observaciones de Descanso de los manatíes estudiados en Laguna de las Ilusiones, en las variables incluidas en el modelo final significativo de regresión logística.

Para la exploración, ésta disminuyó al avanzar el día y aumentó con el incremento en el estado del agua (oleaje del agua) hasta un valor máximo y luego decayó (Fig. 14). Para el caso del desplazamiento, éste disminuyó en horas de la tarde y fue mayor a profundidades intermedias y donde no había actividad humana. Un oleaje bajo propició esta actividad (Fig. 15).

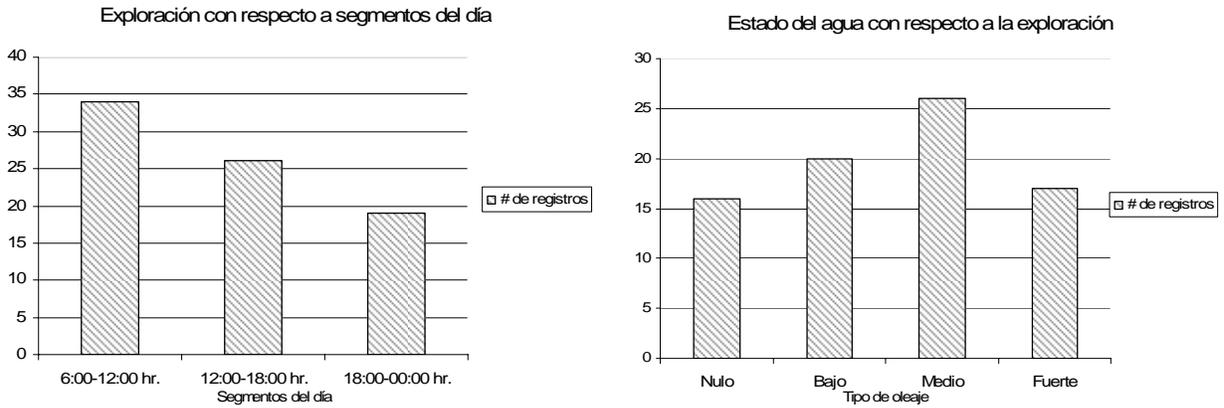


Figura 14. Distribución de las observaciones de Exploración, de los manatíes estudiados en Laguna de las Ilusiones, en las variables incluidas en el modelo final significativo de regresión logística.

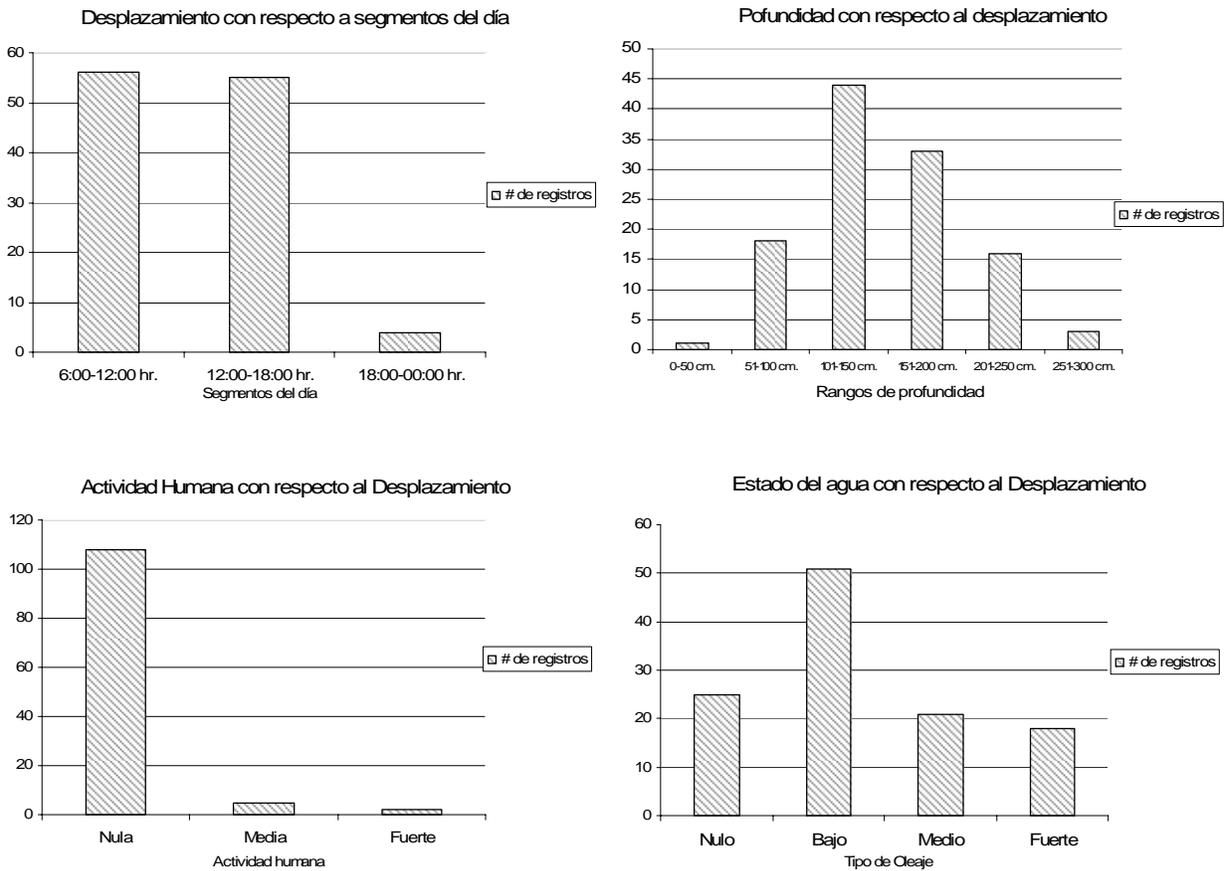


Figura 15. Distribución de las observaciones de Desplazamiento, de los manatíes estudiados en Laguna de las Ilusiones, en las variables incluidas en el modelo final significativo de regresión logística.

Patrones de actividad

La figura 16 muestra la distribución de los registros (mediana e intervalo intercuartílico) de cada actividad general con respecto a los tres períodos del día (6:00-12:00hrs 12:00-18:00 hrs y 18:00-24:00 hrs) abarcados en el estudio. El descanso (total inactividad) en los animales seguidos en este estudio difiere entre los tres horarios ($H=6.68$, g.l.= 2, $p=0.035$), se puede ver que los animales descansaron menos en la tarde-noche, en el horario de las 18:00 a las 24:00 hrs (h3). La exploración no mostró diferencia entre los horarios ($H=1.55$, g.l.= 2, $p=0.461$), mientras que en el desplazamiento si hubo diferencias ($H=7.55$, g.l.= 2, $p=0.023$), disminuyendo conforme avanza el día. La alimentación mostró una tendencia inversa, siendo mayor en la tarde-noche ($H=9.85$, g.l.= 2, $p=0.007$). La evasión fue un comportamiento que se registró muy pocas veces y para el cual no se encontró diferencia significativa.

Evaluando el descanso (inactividad) contra todas las demás actividades, se encontró diferencia significativa en la actividad de los animales entre el periodo de las 12:00 a las 18:00 hrs y los otros dos periodos ($X^2=38.501$, $df=1$, $p<0.001$), disminuyendo la actividad durante este periodo (Fig. 17).

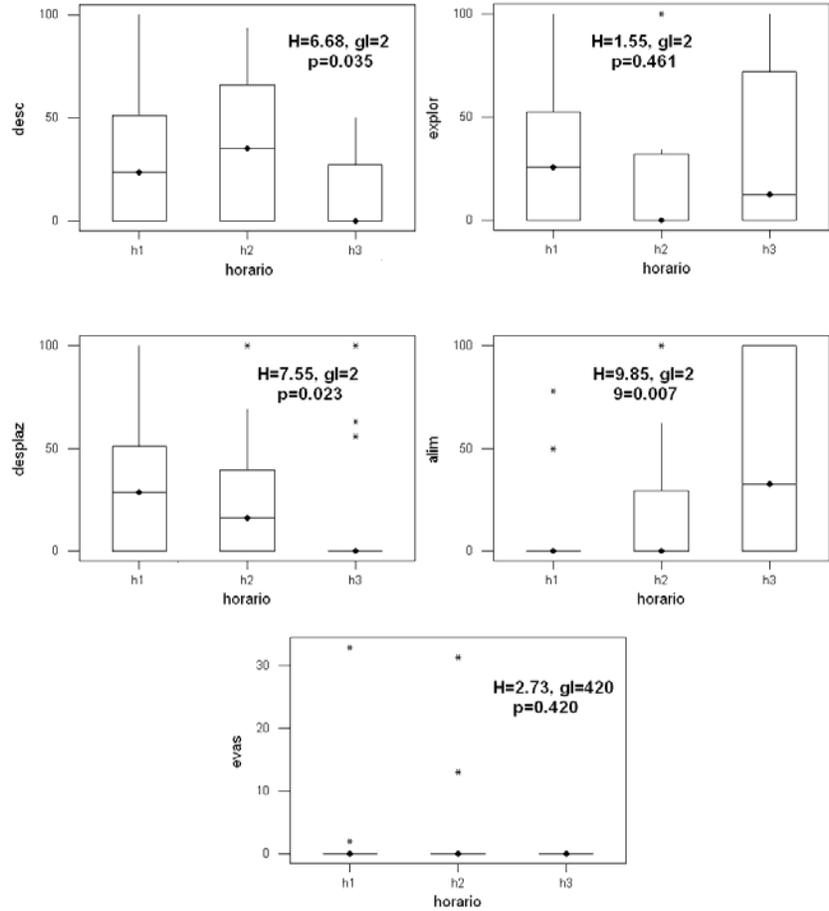


Figura 16. Distribución de las Actividades Generales mostradas por los individuos en los tres segmentos de tiempo abarcados en el estudio.

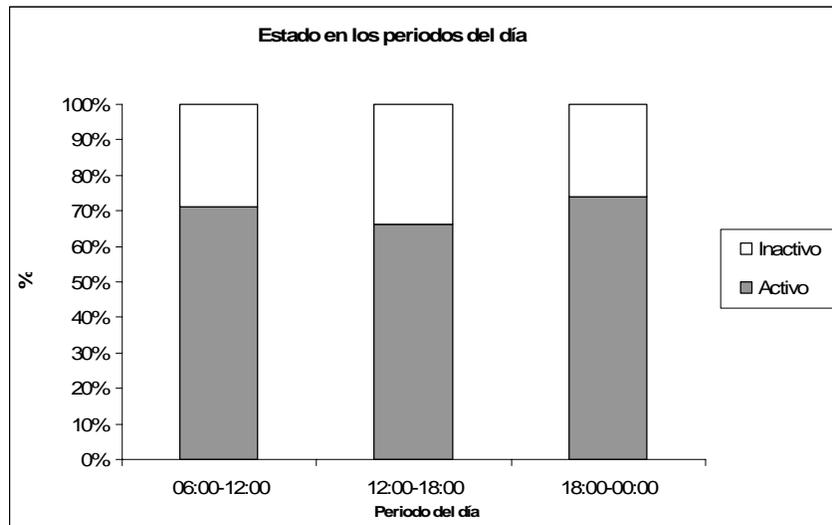


Figura 17. Actividad de los manatíes observados en los tres segmentos del día diferenciados en el estudio.

Asociación entre individuos

Para determinar las zonas donde se presentó asociación entre dos o más individuos, se seleccionaron las ubicaciones donde los animales marcados se presentaban en compañía de otro individuo (n= 118). Los polígonos Kernel que engloban el 95%, 75%, 50% y 25% de las observaciones de la distribución del uso se muestran en la figura 18. Los polígonos de uso correspondientes al 50% de las observaciones de animales asociados se presentaron en la zona 1, al norte de la laguna.

Zonas de Asociación

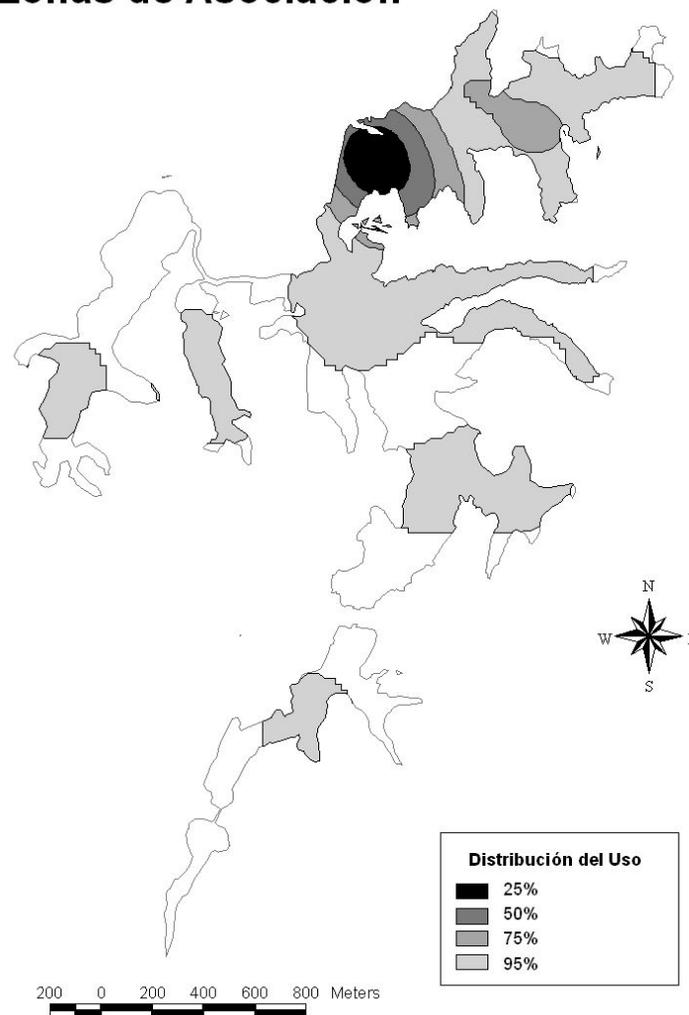


Figura 18. Distribución de uso, para ubicaciones con dos o más individuos asociados espacialmente.

La presencia de las asociaciones se dio en un 63% del área total de la laguna (Polígono Kernel de 95%), distribuido en las 5 zonas; mientras que el área de mayor actividad (Polígono Kernel de 50%) se concentró en un 6% del área total de la laguna, ubicada en la zona 1 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Distribución del uso del espacio para las ubicaciones donde los manatíes radiomarcados se encontraron asociados con otro u otros individuos.

Polígono Kernel	% del área total de la laguna usada	Zonas usadas
95%	63	1,2,3,4 y5
75%	13	1
50%	6	1
25%	3	1

Los individuos radiomarcados se encontraban en compañía de uno o más individuos el 53% del tiempo de observación total.

Analizando la asociación espacial de cada individuo marcado con otros individuos a través del índice de Cole (1949), se observó heterogeneidad entre los individuos (Cuadro 9). “Diego” se encontró asociado frecuentemente pero con otros individuos no marcados. “Hera” y “Maty” presentan un valor de asociación relevante entre ellas y mostraron algo de interacción con otros individuos no marcados. Por el contrario, “Lola” tuvo valores de asociación bajos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Representación gráfica de las asociaciones (índice de Cole) entre los individuos marcados en la Laguna de las Ilusiones.

Individuo	Diego	Hera	Lola	Maty
Diego				
Hera	0			
Lola	0.020	0.064		
Maty	0	0.440	0	
Otro	0.528	0.208	0.019	0.130

Se encontró que las actividades que los animales realizan en compañía con mayor frecuencia son la alimentación y el desplazamiento ($\chi^2= 46.639$, $df= 2$, $p= 0.000$) y no se encontró una diferencia significativa entre el descanso y la exploración ($\chi^2= 1.598$, $df= 1$, $p= 0.206$) (Fig. 19).

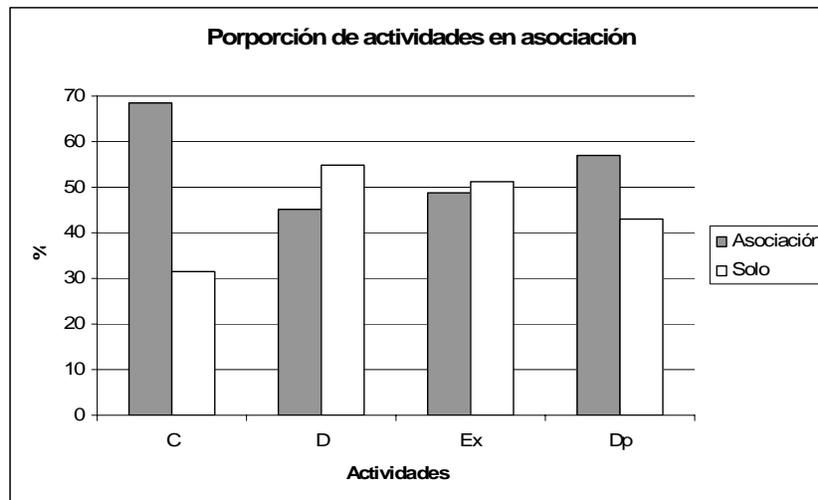


Figura 19. Proporción de tiempo de actividades representativas en asociación (C= Alimentación, D= Descanso, Ex= Exploración, Dp= Desplazamiento).

Relación Uso:Disponibilidad

Las variables que resultaron significativas en el modelo final de regresión logística binaria, para la comparación de los sitios registrados de “uso del espacio” con 196 puntos aleatorios (Fig. 21), fueron la profundidad, vegetación en la orilla y la cobertura arbórea (Cuadro 10).

Cuadro 10. Modelo resultante de regresión logística (utilizando método forward stepwise) para los datos de uso contra puntos aleatorios.

-2log verosimilitud	R ²	Df	Sig	% de obs. Correc. clasificadas	Variables
------------------------	----------------	----	-----	-----------------------------------	-----------

Presencia de los individuos	648,145	0.077	1	< 0.001		Profundidad
			2	< 0.001	62	Veg. en la orilla
			3	< 0.001		Cob. arbórea

La distribución de las observaciones de las variables significativas se presenta en la figura 20. Para la profundidad, el intervalo de 100 a 150 cm fue el más usado, con menos registros en profundidades de 0-50 cm y mayores a 2 m. Para la vegetación en la orilla y la cobertura arbórea, predominaron las observaciones en sitios con ausencia de este recurso; sin embargo, esto puede deberse a que la mayor parte del tiempo se observó a los animales desplazándose.

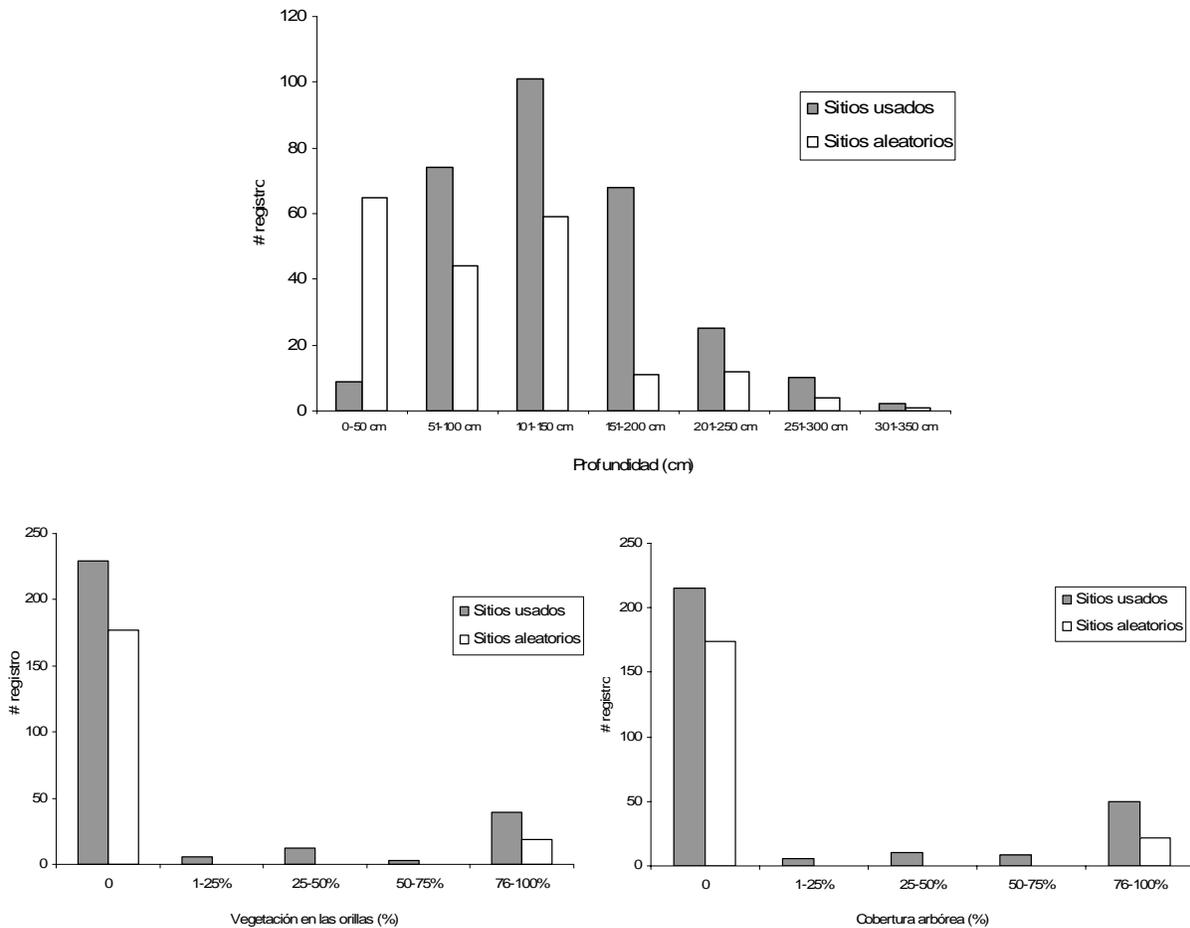


Figura 20. Distribución de las observaciones para los sitios usados y para los 196 sitios aleatorios.

Por otro lado, se observa que en la mayoría de los sitios no usados (Fig. 21), la profundidad oscilaba entre los 0-50 cm, así como el predominio de sitios sin cobertura arbórea y vegetación en la orilla (Fig. 20).

Laguna de las Ilusiones

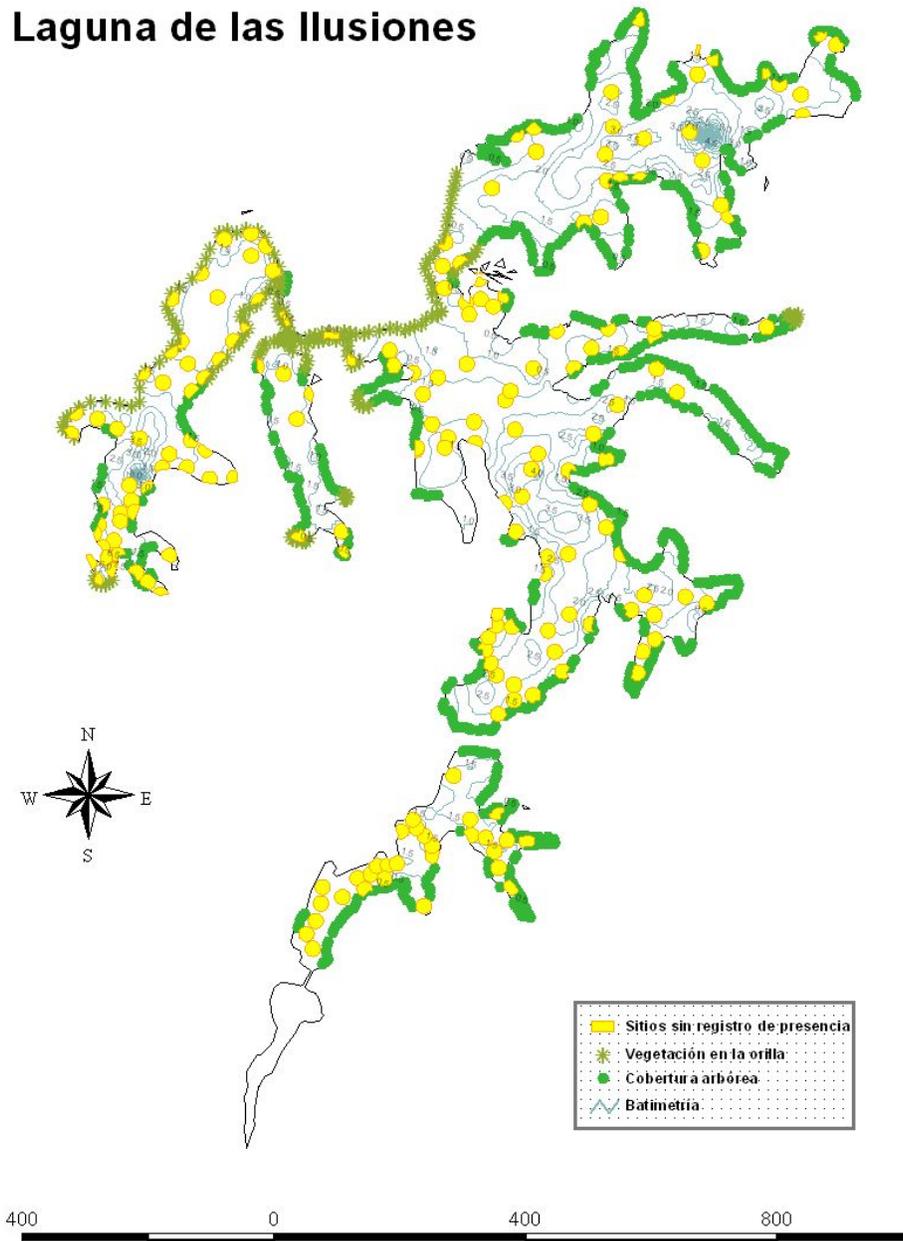


Figura 21. Distribución de los 196 sitios seleccionados aleatoriamente.

DISCUSIÓN

El estudio pretendía abarcar las épocas de estiaje (diciembre-junio) y parte de la época lluviosa (julio-noviembre); sin embargo; el año en que se realizó el estudio fue atípico y la temporada de estiaje se prolongó hasta el mes de septiembre y no se pudo hacer el contraste entre las temporadas.

Durante la estación de estiaje en la que se desarrolló esta investigación, los niveles de profundidad de la laguna disminuyeron debido a la falta de precipitación pluvial y a la liberación ilegal de agua de la laguna a través de la compuerta que regula su caudal por pescadores furtivos de la zona. Bajo esas condiciones, se determinó que de su periferia total, únicamente el 14% estuvo ocupado por vegetación perenne en las orillas y un 38% con presencia de árboles.

En general, los manatíes ocuparon toda la laguna, aunque las localizaciones generales de los animales estuvieron agregadas en algunas áreas. El 50% de la distribución de uso, se centró en la zona 1, en el extremo norte de la laguna. Fisiográficamente, esta zona es una ensenada que se encuentra conectada al resto de la laguna por un estrecho de unos 50 m de ancho. En este estrecho y en la primera sección de esta zona, la profundidad es reducida (50 cm), aparentemente los manatíes tenían el paso restringido hacia afuera y hacia adentro de esta área, sin embargo a pesar de esta profundidad los animales entraban y salían de esta área periódicamente. Esta zona se caracteriza por tener poco ruido de automóviles y esporádico tráfico de embarcaciones, aunque tiene presencia de descarga domiciliaria y ocasionalmente se ven pescadores furtivos. La vegetación de orilla se concentra en la primera sección de esta zona, que es también la más somera. Entre la cobertura arbórea destaca la presencia de árboles de mango, fruto que es ampliamente consumido por los manatíes en temporada seca.

Lo encontrado en este estudio difiere de lo informado por Pablo-Rodríguez (2006) quien para la misma época del año, reporta un mayor número de avistamientos en la zona 2; argumentando que la estancia en esa zona representa un menor estrés para los

individuos. Esta autora, relaciona la presencia de estos, con la poca actividad humana en las orillas, poco ruido urbano, menor tráfico de lanchas y afluencia de pescadores; además de que presenta zonas profundas (cerca de 3 m) adyacentes a zonas someras y con bastante vegetación en las orillas. Sin embargo, la diferencia en el método utilizado para registrar la presencia de animales (Pablo-Rodríguez utilizó solamente avistamientos desde avistamientos en lancha) dificulta la comparación. Esta diferencia en la elección de zonas para la misma época climática puede deberse a los decrementos drásticos en la profundidad de la laguna (de 1.00 a 1.50 m aprox.), y un posible aumento en la presencia de pescadores en la zona 2, donde hay vegetación en las orillas. El cambio en estas condiciones ambientales pudo originar que los manatíes seleccionaran otros lugares dentro de la laguna, en donde las condiciones del medio les significara menos estrés (minimizar la interacción con humanos e incrementar el acceso a fuentes de alimento) (Hartman, 1979; Lefebvre *et al.*, 2000; Olivera-Gómez y Mellink, 2005).

De acuerdo a Koelsch (1997), los animales seleccionan sitios particulares donde realizan actividades. En este estudio encontramos que a pesar de que las cuatro actividades se presentaron en las cinco zonas, las áreas de mayor actividad para cada actividad (polígonos de 50% de la distribución de uso) se centraron en la zona 1. Esto puede ser probablemente debido a la restricción parcial por la profundidad o el empobrecimiento estacional del hábitat.

Las áreas de mayor actividad para el descanso, exploración y desplazamiento, así como la mayor parte del área de actividad de la alimentación, se concentraron en la zona 1, con ligeras variaciones. De acuerdo a Jiménez (2005) y Montgomery *et al.* (1981), la presencia de los animales, sus movimientos, la selección de zonas y el tiempo de estancia en estas, está ampliamente influenciado por la disponibilidad de alimento. Por lo general, dentro de la zona, se observaba a los animales desplazarse por las orillas ó cruzar por la parte central hacia áreas específicas cercanas a la orilla, como se ha visto para el manatí de Florida (Hartman, 1979). En estas áreas realizaban exploraciones cortas, seguidas de periodos intermitentes de descanso o alimentación. Durante los seguimientos de este estudio, se observó a los animales, principalmente, explorando y

desplazándose, al igual que en el trabajo de Pablo-Rodríguez (2006). De acuerdo a Bailey *et al.* (1996), cuando el alimento disponible está en bajas densidades y en pequeños parches, los herbívoros dedican mas tiempo a desplazarse entre los sitios de alimento, lo que pudiera originar el patrón observado en este estudio.

En el modelo de regresión logística binaria para la alimentación se encontró que las variables que ayudan a explicar la ocurrencia de esta actividad fueron la presencia de cobertura arbórea, la profundidad, la distancia a la orilla, el estar en compañía y la vegetación presente. Los rangos de estas variables en los que se presentaba esta actividad fueron muy específicos. Los árboles en la orilla aportan hojas y frutos que caen al agua y pueden ser aprovechados por el manatí, así que era de esperarse que hubiera relación con esta actividad. También se esperaba que la franja de orilla que presentara una profundidad suficiente para que el manatí pueda llegar hasta la vegetación de orilla apareciera como una condición importante para explicar la ocurrencia de alimentación. Para la vegetación de la orilla, predominaron registros “sin vegetación”; esto es porque los animales se acercaban sumergidos a la orilla para arrancar la vegetación y luego retrocedían a masticar.

Por otra parte, la laguna no es muy extensa y en condiciones de secas, como las del estudio, la limitación en la presencia de recursos alimenticios y su distribución en parches resulta en que coincidan varios manatíes en un sitio de alimentación. Incluso, si varios manatíes se encuentran en un área buscando alimento, la presencia de un manatí en la orilla puede sugerir la presencia de alimento para otro individuo. El oído del manatí es muy agudo (Hartman, 1979; Mann *et al.*, 2005) de manera que el sonido de la masticación puede ser percibido por otro animal presente en un área cercana.

El área de mayor actividad para la alimentación coincide con la ubicación de vegetación perenne en las orillas y la presencia de cobertura arbórea, particularmente de árboles de mango, así como de profundidades de 50-150 cm, coincidiendo con Montgomery *et al.* (1981) quienes mencionan la preferencia de zonas de alimentación con menos de 2 m de profundidad. En esta zona se observó directamente a los manatíes

alimentándose de mangos en distintas ocasiones. En algunos casos, encontramos a los habitantes de la zona alimentando a los animales lanzándoles al agua mangos y en ocasiones lechugas, como lo describe Pablo-Rodríguez (2006). Se observó que los animales se aproximaban a los árboles de mango buscando frutos y una vez que encontraban alguno, lo tomaban y se retiraban a varios metros del sitio para comerlo, para posteriormente, regresar en busca de otro. Durante los seguimientos, pudo observarse que los animales dentro de la zona 1, 2 y 4, visitaban frecuentemente áreas específicas, donde se encontraban árboles de mango. Esta preferencia focalizada en ciertos recursos alimenticios la describen Hartman (1979) y Montgomery *et al.* (1981).

A pesar de que en la zona 2, en comparación con la zona 1, existe la misma proporción de árboles de mango e incluso una mayor proporción de vegetación perenne en las orillas, la distribución de dichos árboles es distinta. Estos están muy separados unos de otros y la profundidad de la orilla donde se encuentra la vegetación perenne fue menor de 30 cm. De acuerdo a Hartman (1979), los animales pueden alimentarse en sitios de hasta 50 cm de profundidad siempre y cuando existan pendientes pronunciadas al sitio que facilitarían la huida.

Por otro lado, se encontró que la alimentación se dio en menor proporción durante las primeras horas del día, incrementándose durante la tarde-noche (18:00-24:00 hrs.). Esto coincide con lo descrito por Horikoshi-Beckett y Schulte (2006) para animales semicautivos en Florida. A su vez, Colmenero y Hoz (1986) mencionan que en algunas zonas, los animales se alimentan durante las tardes, relacionando esta actividad con las horas de menor presencia humana.

El poder de predicción para los modelos de regresión logística correspondientes a las actividades de descanso, exploración y desplazamiento fue muy bajo ($R^2_{\text{descanso}}= 0.23$, $R^2_{\text{exploración}}= 0.10$, $R^2_{\text{desplazamiento}}= 0.22$), por lo que debe haber otras condiciones o características del hábitat que no fueron medidas (proximidad a fuentes de alimentación y la frecuencia de la actividad humana durante el día) y que ayuden a explicar la ocurrencia de estas actividades. En el caso del descanso, los manatíes preferían realizar esta

actividad de manera aislada (solitarios). De acuerdo a Hartman (1979), los sitios de descanso no presentan características específicas. Durante este estudio, los sitios usados por los animales para descansar eran independientes de la profundidad, la cobertura arbórea presente e incluso el tipo de sustrato. A partir del medio día (12:00-18:00), el periodo de inactividad se incrementó, ya que aumenta la incidencia de rayos solares y por ende la temperatura del agua en la laguna. A pesar de ello, en la mayoría de las observaciones, los animales descansaban en sitios no protegidos por cobertura arbórea y con una nubosidad momentánea. Hartman (1979) también comenta que el sol no suele ser un factor que determine la elección de sitios de descanso de los animales. Una explicación de esto es que los animales, cuando se mueven para salir a respirar, rompen la termoclina mezclando la temperatura de la columna de agua. A su vez, Axis-Arroyo *et al.* (1998) mencionan que la temperatura no es un factor ambiental que condicione la presencia de los manatíes en zonas tropicales. El descanso disminuyó durante el tercer periodo del día (18:00-24:00), coincidiendo con lo encontrado por Horikoshi-Beckett y Schulte (2006). En el área de estudio, las horas más frescas se dan durante la tarde y noche.

Para la exploración y el desplazamiento, la variable mas importante arrojada por el modelo es el horario, siendo mejor representadas estas actividades en los primeros dos segmentos del día y disminuyendo de las 18:00 a las 24:00 hrs. Esto podría indicar que estas actividades no están determinadas directamente por las condiciones ambientales de la laguna, sino por el comportamiento de los individuos y la búsqueda de fuentes de alimento, como se observa en los trabajos de Hartman (1979) y Reynolds (1978, 1981). Sin embargo, para explicar la exploración, también fue importante el estado del agua. Esta aumentó de manera sostenida entre el oleaje nulo y medio y disminuye nuevamente con el oleaje fuerte. Esto sugiere que los animales exploran nuevos sitios cuando el oleaje aumenta, posiblemente buscando sitios protegidos, como lo menciona Axis-Arroyo *et al.* (1998) y Jiménez (2005); pero dejan de buscar cuando el oleaje es fuerte. De acuerdo con Hartman (1979), el desplazamiento de los manatíes es más frecuente en profundidades mayores de 2 m. Sin embargo, en este estudio, los animales se desplazaban a profundidades de entre 1 y 2 m, que en muchos casos fue siguiendo

áreas someras cercanas a la orilla. A diferencia de la exploración, el desplazamiento se daba principalmente con oleaje bajo. Esta actividad la realizaron preferentemente cuando no había actividad humana en las cercanías.

En el modelo de regresión logística binaria, la presencia de la actividad humana, entendiéndola como interacción directa con los animales, no resulta una variable que afecte la selección de las zonas y las actividades realizadas. Sin embargo, esta laguna es también usada por los humanos, principalmente con fines de explotación pesquera y recreativa. Esta coexistencia con los humanos ha tenido algunas consecuencias adversas, resultando en la modificación del hábitat. Principalmente, las actividades de remoción de vegetación perenne y flotante, la liberación no controlada de agua reduciendo la profundidad de algunas zonas y el tráfico no controlado de embarcaciones particulares, podrían estar afectando de forma directa la selección de zonas usadas por los animales. Por otro lado, estas actividades antropogénicas provocan la modificación de los patrones de actividad, tendiendo los animales a desarrollar ciertas actividades nocturnas en áreas con un alta presencia humana (Rathburn *et al.*, 1983).

Buckingham *et al.* (1999) y Deutsch *et al.* (2003) concluyen que la actividad humana restringe el uso de zonas y la distribución de los manatíes. Whittaker y Knight (1998) mencionan que los animales presentan tres respuestas frente a la actividad humana: atracción, habituación y huida ó evasión. En este estudio, se pudieron observar dos de estas reacciones: atracción y huida o evasión. La conducta de huida se observó en seis ocasiones en las hembras cuando se acercaban embarcaciones con motor fuera de borda a gran velocidad, las hembras se sumergían y se desplazaban lejos del sitio (aprox. 50 m), permaneciendo sumergidas alrededor de 15 min, después de que la embarcación se alejaba, las hembras volvían al sitio de donde huyeron. Este comportamiento coincide con lo observado por Buckingham *et al.* (1999) en manatíes que habitan en Kings Bay, los cuales huyen al incrementarse la presencia de embarcaciones. Por otro lado, el macho juvenil no mostraba este comportamiento de huida, frente al mismo estímulo, este se sumergía por aprox. 15 min en el mismo sitio. En otro de los seguimientos, el macho se encontraba en compañía de una cría mas pequeña, al ver una

embarcación de remos, ambos se aproximaron permaneciendo varios minutos alrededor y debajo de esta.

Con respecto al horario, se aprecia que los animales observados se desplazan activamente (es la actividad con mayor gasto energético) por la mañana y su actividad disminuye durante la tarde-noche cuando se muestran más estacionarios. Por la tarde-noche aumenta el esfuerzo dirigido a la alimentación y al descanso. La exploración y la evasión no mostraron diferencias significativas. Los manatíes podrían desplazarse de los sitios de alimentación y descanso a áreas más profundas o con menor actividad humana durante la mañana y regresar a esas zonas en la noche cuando la misma actividad humana disminuye. La limpieza de plantas acuáticas y de basura en la laguna se da entre las 7:00 y 14:00 hrs, aumentando en este horario el tráfico de lanchas y la presencia de gente en las orillas de la laguna. Esto indicaría, como en el caso de otros estudios (Rathburn *et al.*, 1983, Colmenero y Hoz, 1986, Buckingham *et al.*, 1999; Deutsch *et al.*, 2003), que la actividad de los manatíes se acopla al disturbio humano. Como la principal fuente de alimento de los manatíes es la vegetación de orilla, los manatíes podrían estar evitando alimentarse de estos pastos en las horas de mayor temperatura para evitar problemas digestivos asociados con su digestión posgástrica (Reynolds y Rommel, 1996), de manera que en este horario busque activamente otros recursos, como frutos en el fondo.

Hartman (1979) concluye que los manatíes son animales "medianamente sociales", esencialmente solitarios, y que las asociaciones entre animales suelen ser esporádicas y por periodos cortos de tiempo. En este estudio encontramos algo diferente, ya que cerca de la mitad del tiempo total de observación, los animales se encontraban en compañía. Esto último coincide con Reynolds (1981) quien en Blue Lagoon, Florida, EUA, con una población semiaislada, encontró que los animales tendían a estar en asociación.

De acuerdo a las entrevistas realizadas por Pablo-Rodríguez (2006), los pobladores de la zona, durante el periodo de abril a julio, observan más a los animales y los ven en grupos. Por otro lado, encontramos que las actividades que se realizan con

mayor frecuencia en asociación, son la alimentación y el desplazamiento. Reynolds (1981) menciona que estas son algunas de las actividades en las que se presenta la facilitación social.

“Diego” (macho juvenil) es quien presentó una mayor interacción con otros individuos. De acuerdo a Koelsch (1997), los juveniles son los que muestran una mayor interacción. En algunos seguimientos, este macho juvenil se ubicó en un punto importante de alimentación dentro de la zona 4, alimentándose de mangos, en donde se observó asociado con al menos otros seis manatíes no marcados. Una vez terminada la actividad, estos se dispersaron. De acuerdo a Hartman (1979), estos animales permanecen el mayor tiempo solos, salvo cuando se explote un recurso (Reynolds, 1981); en este caso, al alimentarse, desagregándose inmediatamente, por lo que esta actividad social se presenta de forma temporal.

Entre “Hera” y “Maty” (hembra que se observó muchas veces con una cría), se observó cierta asociación durante el desplazamiento y la alimentación. En una ocasión, se observó que después de permanecer algunos minutos juntas alimentándose, “Maty” se desplazó hacia otro sitio de alimentación, aparentemente dejando a su cría con “Hera” y regresando al sitio después de varios minutos de exploración. Esto podría indicar que estas hembras están emparentadas, como lo observó (Hartman, 1979) en algunas hembras.

Por otro lado, no se dio la asociación entre el macho juvenil y las otras hembras marcadas, pero se observó que acompañaba a otra hembra con cría en varias ocasiones. Esto podría interpretarse como que la otra hembra podría ser su madre con una cría más reciente. Los manatíes permanecen con cierto grado de asociación con la madre, aún después que esta tiene otra cría (Curtis, 1956; Hartman, 1979; Rathburn *et al.*, 1995). De acuerdo a Hartman (1979), la mayoría de los encuentros que duran varios minutos, se dan entre animales emparentados. Partiendo de este supuesto, y con lo observado, podríamos inferir que en la laguna por lo menos se encuentran dos familias de manatíes.

El poder de predicción del modelo de regresión logística, correspondiente a la presencia/ausencia de los individuos en las distintas zonas de la laguna, fue bajo, ($R^2_{\text{presencia}} = 0.077$) explicando sólo el 62% de los datos. La profundidad fue la primer variable incorporada en el modelo. En los sitios “no usados”, predominan profundidades de 0 a 1 m, mientras que en las zonas usadas la profundidad osciló entre 1 y 2 m. A pesar de ello, esta tendencia en la profundidad usada, puede atribuirse a que varias de las observaciones registradas pertenecen a animales desplazándose. Con la metodología de campo empleada no se medían de forma simultánea, las variables ambientales presentes en las zonas de “no uso”, y las zonas que estaban siendo usadas; por lo que no fue posible incorporar la mayoría de estas en el modelo. Por lo tanto, debe haber otras condiciones o características del hábitat que no pudieron ser comparadas y que ayudarían a explicar la ocurrencia de los individuos de una manera más completa.

CONCLUSIONES

El área general ocupada por los animales fue grande, abarcando las cinco zonas en las que se dividió a la laguna (95% obs.), pero las áreas de mayor actividad (50% obs.) se restringieron principalmente a la zona 1, por lo que el uso no fue aleatorio.

El 95% de las observaciones de uso del espacio para las distintas actividades, abarcó las cinco zonas; las áreas de mayor actividad (50% obs.) del descanso, exploración y desplazamiento, se concentró en la zona 1. Sin embargo para la alimentación el área de mayor actividad (50%) estuvo concentrada en la zona 1 y 3. Por lo que el uso no fue aleatorio.

La selección de las zonas de mayor uso para distintas actividades pudo ser parcialmente explicada por características del hábitat como la distancia a la cobertura arbórea, profundidad, actividad social y el horario.

La actividad de alimentación es la que pudo ser modelada de manera más completa por las variables estudiadas, en este caso por la cobertura arbórea, la vegetación en las orillas, la distancia a la orilla y la profundidad.

La actividad general de los manatíes estudiados disminuyó a medio día.

La alimentación es menor por la mañana, incrementándose por la tarde noche mientras que el descanso y desplazamiento disminuyen por la noche.

En el caso de la Laguna de las Ilusiones, los animales seleccionan áreas distintas en la misma época del año, debido a que son herbívoros oportunistas; para una época de lluvias en que la abundancia de vegetación flotante y de orilla aumenta, esperaríamos una mayor área ocupada por el 50% de las observaciones y posiblemente una menor incidencia en la asociación.

Al presentarse un alto porcentaje del tiempo en asociación, y al estar en un ambiente aislado, esta población es idónea para realizar un estudio mas profundo sobre el comportamiento social.

Debido a que las zonas usadas dentro de la laguna varían con respecto a la estacionalidad, se recomienda hacer monitoreos de esta población por lo menos dos años consecutivos. Así como incorporar una metodología que permita conocer al mismo tiempo los recursos usados y los disponibles, e incorporar otras variables que podrían explicar las actividades como el descanso, exploración y desplazamiento; una de estas variables podría ser la proximidad a fuentes de alimentación y la frecuencia de la actividad humana durante el día.

RECOMENDACIONES

La situación de coexistencia de los manatíes con el ser humano dentro de la laguna es alarmante. Esta especie está siendo afectada de forma directa e indirecta por distintas actividades antropogénicas que ponen en riesgo la salud y sobrevivencia de la población existente. Partiendo de que estos son herbívoros oportunistas y que el acceso de recursos alimenticios determinan su distribución se plantean las siguientes recomendaciones:

En la laguna se tiende a hacer remoción periódica de la vegetación flotante, con fines estéticos. Esta actividad limita la posibilidad de que los animales tengan acceso a este recurso alimenticio, principalmente durante la época de secas, que es cuando se dificulta el acceso a la vegetación en las orillas. Partiendo de esto, se recomienda no hacer esta extracción de vegetación flotante durante la época de secas y cuando el nivel de la laguna sea bajo.

Por otro lado, se recomienda prohibir la construcción de bardas y de cambio de uso de suelo en la periferia de la laguna ó hacer respetar el límite de la zona federal establecido en la Ley de Aguas Nacionales, de al menos 5 m de la orilla hacia tierra firme. Esta medida podría garantizar el establecimiento de vegetación en las orillas, y salvaguardar la cobertura vegetal, por ende garantizaría más zonas de alimentación para los manatíes.

LITERATURA CITADA

- Allsopp, W.H.L. 1960. The manatee: ecology and use for weed control. *Nature* 188: 762.
- Anderson, D.J. 1982. The home range a new nonparametric estimation technique. *Ecology* 63: 103-112.
- Álvarez, C., A. L. Aguayo y L. J. Mujica. 1988. Observaciones sobre el manatí *Trichechus manatus*, en la región media del Usumacinta, Tabasco. En *Ecología y conservación del delta de los ríos Usumacinta y Grijalva*. Memorias Instituto Nacional sobre Recursos Bióticos (INIREB)-División Regional Tabasco. México. pp: 617-624.
- Altman, J. 1973. Observational study of behavior: sampling methods. *The Emerging Science*. 215 p.
- Arriaga W. y S. Contreras. 1993. El manatí (*Trichechus manatus*) en Tabasco. Informe Técnico. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. Villahermosa Tabasco, México. 73 p.
- Axis-Arroyo, J., Morales-Vela, B., Torruco-Gómez, D., y Vega-Cendejas, M.E., 1998. Variables asociadas con el uso de hábitat del manatí del Caribe (*Trichechus manatus*), en Quintana Roo, México (Mammalia). *Revista De Biología Tropical* 46: 791-803.
- Bailey, D.W., Gross, J.E., Laca, E.A., Rittenhouse, L.R., Coughenour, M.B., Swift, D.M. & Sims, P.L., 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*, 49(5): 386-400.
- Barret, O. W. 1935. Notes concerning manatees and dugongs. *Journal of Mammalogy*, 16: 216-220.
- Bengston J. L. 1983. Estimating Food Consumption of Free-Ranging Manatees in Florida. *J. Wildl. Manage.* 47(4):1186-1192.
- Belcher C.A., and J.P. Darrant, 2004. Habitat use by tiger quoll (*Dasyurus maculatus*) (Marsupilia: Dasyuridae) in south-eastern Australia. *Journal of Zoology*. ISSN 0952-8369
- Bertram, G. y C. Bertram. 1964. Manatees in Guianas. *Zoologica (NY)* 49(6):115-120.
- Best, R. C. 1982. Seasonal breeding in the Amazonian manatee, *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia). *Biotropica* 14: 76–78.
- Bixler A., and J. Gittleman, 2000. Variation in home range and use of habitat in the striped skunk (*Mephitis mephitis*). *Journal of Zoology*, 251: 525-533.

- Buckingham, C.A., Lefebvre, L.W., Schaefer, J.M., and Kochman, H.I., 1999. Manatee response to boating activity in a thermal refuge. *Wildlife Society Bulletin*. 27: 514-522.
- Castelblanco-Martínez D. N. 2004. Estudio del comportamiento en vida silvestre del manatí del Orinoco (*Trichechus manatus*). Estudios de la fauna silvestre en ecosistemas acuáticos en la Orinoquia Colombiana. IDEADE-DET: 111-131.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2007. Disponible en: <http://www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>
- Cole, L.C. 1949. The measurement of interspecific association. *Ecology* 30: 411-424.
- Colmenero-R. L. C. 1981. Ocurrencia y distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en México y su relación con factores climáticos. 6ª Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos de la Península de Baja California. pp: 132-154.
- Colmenero-R. L. C. 1984. Nuevos registros del manatí (*Trichechus manatus*) en el sureste de México. *Anales del Instituto de Biología UNAM, México. Serie Zoología* (1): 243-254.
- Colmenero-R. L. 1986. Aspectos de la ecología y comportamiento de una colonia de manatíes (*Trichechus manatus*) en el municipio de Emiliano Zapata. Tabasco. *Anales del Instituto de Biología UNAM, México. Serie Zoología*.56 (2): 589-602.
- Colmenero-R. L. C. 1991. Proposal of the recovery plan for the Mexican manatee *Trichechus manatus*. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. Serie Zoología* 62(2): 203-218.
- Colmenero-R. L. C. y E. Z. Hoz. 1986. para 1985. Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México. *Anales del Instituto de Biología UNAM, México. Serie Zoología. UNAM.* (1985) 56(3): 955-1020.
- Colmenero-R. L. C., y B. E. Zarate. 1990. Distribution, status and conservation of the West Indian manatee in Quintana Roo, Mexico. *Biological Conservation* 52 (1): 27-35.
- Curtis M.J. 1956. Observation of manatees in agregation. *American Museum novitates*. Num 1811. 24 p.
- Deutsch, C.J., J.P. Reid, R.K. Bonde, D.E. Easton, H.I. Kochman, 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. *Wildlife Monographs* 151: 1-77.

- Di Bitetti M.S, A. Paviolo and C. De Angelo. 2005. Density, hábitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardos pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology*. 270:153-163
- Domning D. P., Hayek, L. C. 1986. Interspecific and intraspecific morphological variation in manatees (Sirenia: *Trichechus*). *Marine Mammal Science* 2(2): 87-144.
- Dunstone N., L. Durban, I. Wyllie, R. Freer, G.A. Jamett, M. Mazzolli and S. Rose, 2002. Spatial organization, ranging behaviour and habitat use of the kodkod (*Oncifelis guigna*) in southern Chile. *Journal of Zoology* 257(1): 1-11
- Etheridge K., G.B. Rathbun, J.A Powell y H.I. Kochman.1985. Consumption of Aquatic Plants by the West Indian Manatee. *J. Aquat. Plant. Manage* 23:21-24.
- Flamm O., B.L. Weigle, I. E. Wrigh, M. Ross and S. Aglietti, 2005. Estimations of manatee (*Trichechus manatus latirostris*) places and movement corridors using telemetry data. *Ecological Applications*. 15(4): 1415-1426
- Fresse, A., J. Benesm, R. Bolz, O. Cizek, M.Dolek, A. Geyer, P. Gros, M.Konvicka, A. Liegl and C. Stettmer., 2006. Habitat use of the endangered butterfly *Euphydryas maturna* and forestry in Central Europe. *Animal conservation*. 9(4): 388-397
- Gannon J., K. M. Scolardi, J. E. Reynolds III, J. K. Koelsch and T.J. Kessenich, 2007. Habitat selection by manatees in Sarasota Bay, Florida. *Marine Mammal Science*, 23(1): 133-143
- Hall S. L., R. P. Krausman, L. Michael y L. Morrison. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25(1):173-182.
- Hartman, D. S. 1971. Behavior and ecology of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris* Harlan), at Crystal River, Citrus Country, Ph. D. Thesis, Cornell University, Zoology. 285 p.
- Hartman, D. S. 1979. Ecology and Behavior of the Manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. Lawrence, Kansas: Special Publication 5, American Society of Mammalogists. *Mammalogist*, Special Publ. Ne. 5, 153 p.
- Hooge, P.N., and B. Eichenlaub. 1997. Animal movement extensions to Arcview. Version 2.0 Alaska Science Center-Biological Science Office, U.S. Geological Survey, Anchorage. Alaska
- Horikoshi- Beckett Ch. and B.A. Schulte., 2006. Activity patterns and spatial use of facility by group of captive female manatees (*Trichechus manatus latirostris*). *Zoo Biology* 25: 285-301

- Hosmer D. W., and Lemeshow S., 1989. Applied logistic regression. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Husar, 1978. The West Indian Manatee (*Trichechus manatus*). U.S. Fish and Wildlife Service. Wildlife research report. 7: 1-22.
- Ibrahim A., 2002. Activity area, movements patterns, and habitat use of the desert monitor; *Varanus griseus*, in the Zaranik protected area. North Sinai, Egypt. African Journal of Herpetology, 51(1): 35-45
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2001. Síntesis de información geográfica del Estado de Tabasco.
- Irving, A. B., 1983. Manatee metabolism and its influence on distribution in Florida. Biological Conservation 25(4): 315-334.
- Lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), 2008. Disponible en www.iucnredlist.org
- Jiménez I. 2005. Development of predictive models to explain the distribution of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in tropical watercourses. Biological Conservation (125): 491-503.
- Kinnaird M.F., 1985. Aerial census of manatees in northeastern Florida. Biological Conservation (32):59-79.
- Koelsch J. 1997. The seasonal occurrence and ecology of Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*) in coastal waters near Sarasota, Florida. (M.S. Dissertation) Sarasota: University of South Florida.
- Lefebvre, L. W., J.P. Reid, G.B. , W.J. Kenworthy and J.A. Powel, 2000. Characterizing manatee habitat use and seagrass grazing in Florida and Puerto Rico: implications for conservation and management. Conservation Biology 5: 289-298
- Lefebvre, L. W., J.P. Reid, G.B. Rathbun, and D.P. Domning, 2001. Status and biogeography of the West Indian manatee. P. 425-474 in C. A. Woods and F.E. Sergile, editors. Biogeography of the West Indies: new patterns and perspectives. CRC Press. BOCA Raton, Florida USA.
- López, G. M. y J. P. Gallo R. 1996. Conducta del manatí (*Trichechus manatus*) en el cenote de Tanca, Quintana Roo. XXI Reunión Internacional para el estudio de los mamíferos marinos. Programas y resúmenes. Chetumal, México. Abril 8-12: 25.
- Mann, D. A., Colbert, D. E., Gaspard, J. C., Casper, B. M., Cook, M. L. H., Reep, R. L., Bauer, R.L. 2005. Temporal resolution of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*) auditory system. Journal of Comparative Physiology A. 191: 903-908

- MacLaren, J. P. 1967. Manatees as a naturalistic biological mosquito control method. *Mosquito News* 27(3): 387-393.
- Maffel L y A.B. Taber. 2003. Distribución, historia natural y conservación de mamíferos neotropicales. *Mastozoología Neotropical*. 10(1):154-160
- Martin P. y P. Bateson, 2005. *measuring behaviour. An introduction guide- 2nd edition.* Cambridge University Press.
- Millspaugh J.J. and J.M. Marzluff. 2001. Radio tracking and animal populations. Academic Press. pp 126-164, 310-325.
- Montgomery, G. G., R. C. Best y M. Yamakoshi. 1981. A Radio-Tacking Study of the Amazonian Manatee *Trichechus Inunguis* (Mammalia:Sirenia). *Biotropica*. 13 (2): 81-85.
- Morales-Vela, B. y L.D. Olivera-Gómez. 1992. La bahía de Chetumal y su importancia para el manatí en el Caribe Mexicano. XVII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, BCS, Méx.
- Morales-Vela, B. y L. D. Olivera-Gómez. 1997. Estado actual de la población de manatíes en la costa norte y centro-norte del estado de Q. Roo, México. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. México. Serie Zoología*. 68(1): 153-164.
- Morales-Vela, B., D. Olivera-Gómez y J. E. Reynolds. 2000. Distribution and habitat use by manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Belize and Chetumal Bay, Mexico. *Biological Conservation* 95: 67-75.
- Nickel, B.A., 2003. Movement and habitat use patterns of harbor seals in the San Francisco Estuary, California. San Francisco State University, Master thesis. 134 p.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. Determina las Especies y Subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y establece especificaciones para su protección.
Disponible en:
http://www.sma.df.gob.mx/sma/download/archivos/sedesol_nom_059_ecol_1994.pdf
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección Ambiental Especies Nativas de México de Flora y Fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.
Disponible en: www.semarnat.gob.mx/marco_juridico/indez5.shtml
- Olivera-Gómez, L. D. 2002. Asociación entre características del hábitat y la distribución y abundancia del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en el norte de la Bahía de Chetumal. En: F. J. Rosado-May, R. Romero Mayo y A. De Jesús

Navarrete (Eds.). Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la Bahía de Chetumal y su área de influencia. Universidad de Quintana Roo. Chetumal, Q. Roo, México. pp: 61-66.

Olivera-Gómez, L. D. 2007. Estado actual del manatí (*Trichechus manatus*) en Humedales del sur del golfo de México. Resúmenes del Primer Simposio para la Biología y Conservación del manatí Antillano (*Trichechus manatus manatus*) en Mesoamérica. Mesoamericana 11(1):16.

Olivera-Gómez, L. D. 2007(b). Telemetría y técnicas acústicas para el monitoreo de manatíes en ambientes fluviolagunares en el sureste de México. Resúmenes del Primer Simposio para la Biología y Conservación del manatí Antillano (*Trichechus manatus manatus*) en Mesoamérica. Mesoamericana 11(1):27.

Olivera-Gómez, L. D. and E. Mellink. 2005. Distribution of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) as a function of habitat characteristics, in Bahía de Chetumal, México. Biological Conservation (121):127-133

Pablo-Rodríguez N. 2006. Aspectos de la ecología y conducta de una población aislada de manatíes (*Trichechus manatus manatus*) en la laguna de las Ilusiones, Villahermosa-Tabasco. Tesis de Licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 44 p.

Padrón, B. B. 2004. Calidad del agua en la Laguna de las Ilusiones y su relación con la distribución del Manatí (*Trichechus manatus manatus*), en el municipio del Centro, Tabasco, México. UJAT Unidad Sierra. División Académica de Ciencias Biológicas. Tesis. 102 p.

Packard, J. M., G. B. Rathbun y D. P. Domning., 1984. Sea cows and manatees In: D. MacDonald (ed). The encyclopedia of mammals. Facts on File Publications. New York.

Periódico Oficial del Estado de Tabasco, 3 de mayo de 1995

Rathbun, G.B., J.P. Reid, R.K. Bonde, and J.A. Powell. 1995. Reproduction in free-ranging Florida manatees. Pp. 135-156 in T.J. O'Shea, B.B. Ackerman, and H.F. Percival, eds., Population Biology of the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). National Biological Service, Information and Technology Report 1. 289 p.

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

Reynolds J .E. III, 1978. Manatees of Blue Lagoon Lake. Miami, Florida: Biology and effects of man's activities. In. The weste indian manatee in Florida. Proceedings of a workshop held in Orlando, Florida 27-29 March 1978. Ed. Brownell R.L. and Ralls K. Florida Department of Natural Resources. 1978. pp: 25-32

- Reynolds J .E. III, 1981. Aspects of the social behaviour and herd structure of a semi-isolated colony of West Indian manatees, *Trichechus manatus*. *Mammalia*. 45(4): 431-451.
- Reynolds, J. E. III, and D. K. Odell. 1991. Manatees and Dugongs. New York: Facts on File.
- Reynolds J.E. and S. A. Rommel. 1996. Structure and Function of the Gastrointestinal Tract of the Florida Manatee, *Trichechus manatus latirostris*. *The Anatomical Records* 245: 539-558
- Roux C. and R.T.F. Bernard 2007. Home range size, spatial distribution and habitat use of elephants in two enclosed game reserves in the Eastern Cape Province, South Africa. *African Journal of Ecology*. Doi:10.1111/j.1365-2028.2007.00896.x
- Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT) 1997. Programa de Conservación de la vida Silvestre y Diversificación productiva en el Sector Rural 1997-2000
- Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT) 2001. Proyecto de conservación, recuperación y manejo del manatí *Trichechus manatus* en México. Serie prep. Núm. 11 México. 51 p.
- Sgueros, P., 1966. Research report and extension proposal submitted to the central and Southern Florida control board on use of the Florida manatee as an agent of the suppression of the aquatic and bankweed growth. Florida Atlantic University, Boca Raton 57 p.
- Silva, F.M.O., J.E. Vergara-Parente., J.K.L. Gomes, M.N. Teixeira and R.P. Lima 2007. A contribution for definition of serum chemistry values in captive adults Antillean Manatees (*Trichechus manatus manatus* Linnaeus, 1758) *Journal of Veterinary Medicine A*. 54 (3): 119-122
- SPSS para Windows. 2006. Versión 15.0 Chicago: SPSS Inc. [programa informático en CD-ROM]. Disponible en SPSS Inc.en: <http://www.spss.com>
- Storline, J.T. 2006. Movements and habitat use of female Roosevelt Elk in relation to human disturbance on the hoko and dickey game management units, Washington. Master Thesis. Faculty of Humbolt State University. EUA. 95 p.
- Whittaker, D., and R. L. Knight. 1998. Understanding wildlife responses to humans. *Wildlife Society Bulletin* 26: 12-317.
- Wright I.E., J. E. Reynolds, B. Ackerman, I. Ward, L. Weigle and W Szelistowski., 2002. Trends in manatee (*Trichechus manatus latirostris*) counts and habitat use in Tampa

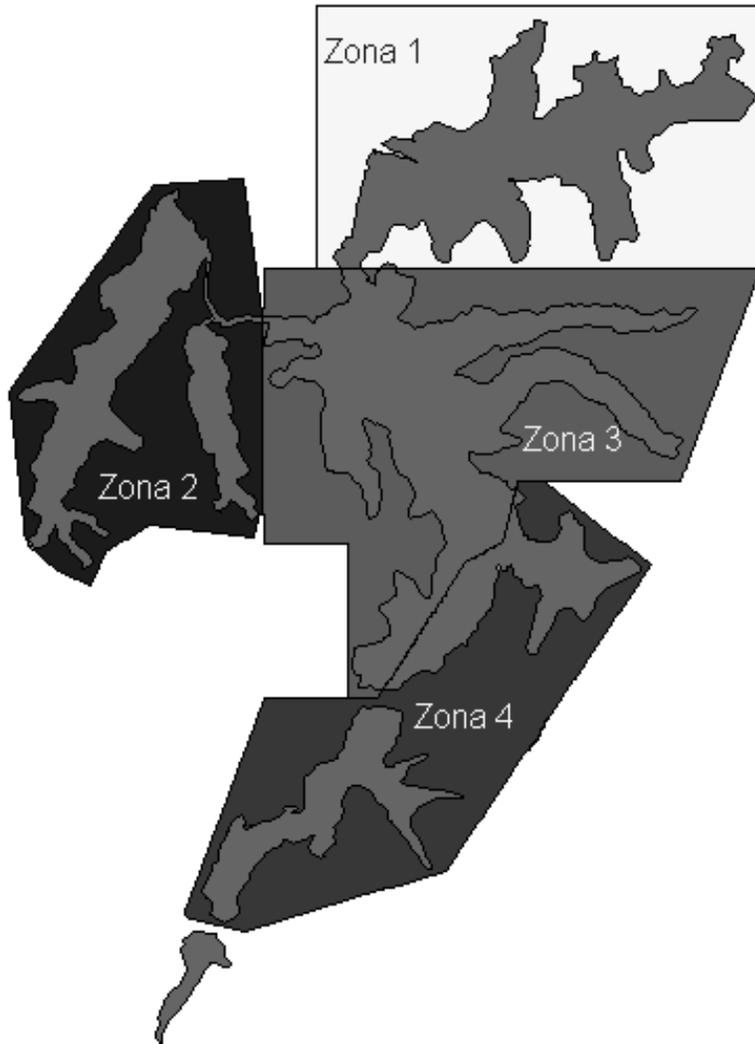
Bay, 1987-1994: implications for conservation. *Maine Mammal Science*, 18(1):259-274.

Worton, B.J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70 (1): 64-168

Zar J. H., 1986. *Biostatistical Analysis*. Prince-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

ANEXOS

Figura 1. Clasificación de la Laguna de las Ilusiones en 4 zonas (Pablo-Rodríguez, 2006)



Características por zona:

- **Zona 1:** Ubicada al norte de la laguna, donde existe mayor vegetación de la orilla, menor ruido por automóviles, se encuentra la compuerta de regulación de agua, hay presencia de descarga domiciliaria y existe la presencia de pescadores. 6,945.85, 10.65 m lineales.

- **Zona 2:** Ubicada al oeste de la laguna, donde se encuentran unos canales, hay vegetación en la orilla, presencia de un parque, una zona ganadera y poco ruido por autos, además de que hay poca presencia de pescadores.

- **Zona 3:** Ubicada en el centro de la laguna, con poca vegetación a la orilla por la construcción de bardas, zona con contaminación por descarga domiciliaria, y poco ruido de autos, con presencia de pescadores.

- **Zona 4:** Ubicada al sur de la laguna, con poca vegetación a la orilla por la construcción de bardas, existen parques, es una zona afectada por la construcción de casas, rehabilitación de los vasos, y paso constante de lanchas de mantenimiento y recreación; además, hay mucho tránsito de autos, pues atraviesa un puente, existiendo también ruido por la universidad y zonas de recreación.

Artículo generado de la tesis.

Habitat use by an isolated population of Antillean manatees (*Trichechus m. manatus*) within an urban lake, management lessons.

Helda H. Ramírez-Jiménez² & León D. Olivera-Gómez^{1,*}

¹. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas. Km 0.5 carretera Villahermosa-Cárdenas, Villahermosa, Tabasco, México, C.P. 86039.

². El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal Av. del Centenario Km. 5.5 Chetumal, Quintana Roo, México. C.P. 77900

Abstract

During the dry season between April and August 2007, , we registered habitat characteristics and general activities (feeding, resting, exploring and travelling,) of four VHF radio-tagged manatees, in an isolated lake within Villahermosa, Tabasco, México. We used Kernel polygons to characterize home range and core areas, and Logistic Regression models to analyze the influence of habitat characteristics on behaviour. Manatees used a wide range of the lake but core areas were concentrated on its northern zone. Distance to bank vegetation, bank vegetation, tree cover, depth, and company of other manatees were related to feeding (Pseudo $R^2=.73$, $P<0.05$). Less robust models (Pseudo $R^2<0.3$, $P<0.05$) were built for resting, feeding, and travelling. Time of day, water motion and cloud cover were significant variables in these models. Manatees were congregated on the lake probably because of the isolated conditions of the lake. Human activities which reduced the bank vegetation and increased boat presence and navigation speed on the lake, together with illegal fishing gear, are serious threats to manatees, active management is urgent.

Key words: Antillean manatee, habitat use, behaviour, management, isolated population, Mexico.

Introduction

The Antillean manatee (*Trichechus m. manatus*) is an endangered species throughout its range (CITES Appendix I, 2007; Red List of IUCN, 2008). Mexican law lists it also in this category (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2002). Manatees face several problems including: historical and current hunting, deaths through interactions with humans on coastal and freshwater ecosystems, habitat loss, and alteration of formerly wild areas.

Mexico has three areas currently recognized as having important manatee populations: The coasts of southern and central Quintana Roo, in the Caribbean region,

and the freshwater systems within the low basins of Grijalva-Usumacinta (in Tabasco, northern Chiapas and southern Campeche) and Papaloapan (in Veracruz) rivers. The low basin of the Grijalva-Usumacinta Rivers is thought to hosts the largest manatee population (Colmenero and Hoz, 1986; Lefebvre *et al.*, 2001). In these complex freshwater systems, aerial surveys and other traditional ways of estimating manatee populations are impractical. As a consequence, the specifics of their biology and ecology are mostly unknown.

There is concern about the small manatee populations that have become isolated through natural and artificial changes on freshwater systems topology in Mexico. To implement an evaluation and monitoring plan for these landlocked manatee populations we need to evaluate their behavior and habitat use. Furthermore, stakeholders, wildlife authorities, and other interested parties need scientific bases to plan and carry out management actions on these isolated populations.

An isolated manatee population of high conservation and management concern is located within an urban lake in Villahermosa, Tabasco, México. Villahermosa is the state capital of Tabasco, with a human population of about 500,000. Manatees have been reported to live there for at least the last 20 years (Álvarez *et al.*, 1988; Arriaga, and Contreras, 1993). Only recently efforts have been made to characterize the manatee population in this lake (Pablo-Rodríguez, 2006).

In this study we explore spatial use during feeding, resting, exploring, and travelling activities of four radio tracked manatees in order to test if manatees showed a differential use of the lake, and relate use to habitat characteristics known to determine manatee distributions (Hartman, 1979; Axis-Arroyo *et al.*, 1998, Jiménez, 2005, Olivera-Gómez, and Mellink, 2005).

Materials and methods

Study Area

Laguna de Las Ilusiones is a 260 ha and shallow (<5 m) landlocked lake located within the city of Villahermosa, Tabasco, 17° 59' 22" , 18° 01' 22" N, and 92° 55' 20", 92° 56' 40" W (Fig. 1). The lake is a State Natural Protected Area as a conservation reserve for the aquatic ecosystems, their plants, and animals (Periódico Oficial del Estado de Tabasco, 1995). Until the early 80's the lake was connected to the nearby Carrizal River, an affluent of the Grijalva River, but the connections were severed because of urban development needs. Currently, a small dam controls the water level (INEGI, 2001). Climate in the area is warm and wet, with an annual mean range from 24° to 28°C and rainfall between 1500 and 2000 mm/yr (INEGI, 2001). Soils in the region are Cenozoic sedimentary and fluvysoles, which propitiate growth of hydrophilic emergent vegetation (INEGI, 2001; SEMARNAT, 2001). Floating aquatic vegetation is actively managed by local authorities, thus the main manatee food sources are vegetation banks and fruits from

some trees bordering the lake. Most lake banks are covered by extensive urban development.

Tagging and tracking

We radio tracked four manatees (three females and one male) (Table I), using VHF transmitters (Frequencies within 164 and 165 MHz, model Telenax TX-345Y). The tagging system was designed in Florida and used successfully at the Mexican Caribbean coasts (Rathbun *et al.*, 1983; Morales-Vela, pers. comm.). Animals were captured and tagged by staff with previous experience, following strict protocols and under the Mexican federal permit SGPA/DGVS/01103/07. The animals were tagged and tracked between April and August of 2007. For tracking sessions we break the hours of the day into three periods of 6 hours each (6:00-12:00, 12:00-18:00 and 18:00 - 00:00).

The individual tracked and day period were randomly chosen before each tracking session. On each session we registered direct observations *ad libitum* (Altman 1973) from general behaviour states exhibited by the individual: feeding, resting, exploring, and travelling. We also registered the position of the animal, presence of other tagged or untagged individuals in the same area, and habitat characteristics which are related to manatee distribution in freshwater systems (Hartman, 1979; Axis-Arroyo *et al.*, 1998; Jiménez, 2005; Olivera-Gómez, and Mellink, 2005).

Habitat characteristics measured were depth, registered once the animal left the site; distance to the nearest bank, estimated with a laser range meter from a 14 feet boat powered by a 15HP four stroke outboard engine; presence and percent of tree cover, and bank vegetation in a band of approximately 50 m diameter from the manatee, human disturbance as null, medium (interaction of human activities with the manatees), and strong (human activities that repelled the manatees, such as boat traffic or loud noise); cloud cover (percentage), wind speed (1 min average speed, registered with a digital anemometer); rain, measured as none, slow, strong in short periods, and strong and continuous; and water motion as calm, low, medium (mildly curly), and high (highly curly).

Habitat Use

To analyze spatial use we built polygons for the 25%, 50%, 75%, and 95% of the utilization distribution (U.D.) of all the observations ($n=263$), and for observations of each described behaviour (feeding, resting, exploration, and traveling), using the Fixed Kernel procedure (Worton, 1989) on Arc View 3.3 software (ESRI) with the Animal Movement extension (Hooge, and Eichelau, 1997). To calculate utilization distribution, we used only the first position registered by the animal in a single tracking session, and we included the position three hours after the first position was taken, or when animals moved more than 100 m.

Modeling use and selection of habitat features

To model habitat use, for each of the activities registered and related to selected habitat characteristics, we used a binary logistic regression, using a stepwise procedure to include all significant variables. Change in maximum likelihood was set to criteria that included or excluded variables from the model. Logistic regression was performed on SPSS 15.0 statistical software. To explore if manatees selected for specific resources, we modeled some habitat characteristics in locations used by manatees vs. 196 randomly selected locations using logistic regression. (SPSS 15.0).

Modeling daily activity and association with other individuals

As a proxy to the activity patterns of the tracked manatees we determined differences on activity distribution through the chosen time periods with a Kruskal-Wallis test adjusted for ties (Zar, 1986), using the proportion of time each behaviour was registered on each sampling session. To explore association of the tagged manatees with other individuals (tagged or untagged), we calculated Cole's (1949) simple coefficient of association.

Results

Habitat Use

We tracked the four manatees for 10,415 min, the time of direct observations was 6,765 min, a 0.65 search:observation ratio. The 95% Kernel polygon of utilization distribution (home range) lies on 80 % of the total area of the lake, but the 50% Kernel polygon (core area) shows that manatees use only the 6% of the total lake area, concentrating on the northern side of the lake (Fig. 2A).

Partition of observations by the general activities shown by the manatees, produced distinct polygons. Although the 95 % Kernel Polygon varies among behaviours, the core areas (50% Kernel polygons) overlap. For feeding (n=29 observations) the core area lied on the northern side of the lake, and a small northeastern area (Fig. 2B). For resting (n=55), travelling (n=104), and exploration (n=69), the 50 % of the utilization distribution lied exclusively at the northern side of the lake, with a high coincidence between polygon areas (Figs. 2C, 2D, and 2E). Travelling produced the largest polygon.

Modeling use and selection of habitat features

The significant variables on the final model of logistic regression are shown on Table II. For feeding, five variables explained most of the variation; four are related with bank conditions: tree cover, depth, distance to the nearest bank, and presence of floating vegetation; the presence of other individuals was also significant. Resting behaviour was partially explained by tree cover, cloud cover, and presence of other individuals. For

exploring and travelling, the time of the day was significant, as well as water conditions. For travelling, depth and human activity were also significant.

Distributions of the observations for the significant variables in the feeding model are shown in Fig. 3. Most observations were in depths from 50 to 100 cm, habitat use dropped with larger depths. Manatees were mostly observed more than 5 m from shore. When feeding, manatees move to the bank to grasp vegetation then move back more than 5 m from the shore to chew. While resting, manatees were observed in areas without tree cover, they were less associated with other individuals, and rested both at low and high levels of cloud cover (Fig. 3).

Exploring decreased with time of the day and increased with the water conditions, and clearly drops with the most turbulent conditions (Fig. 3). Travelling was less frequent after 18:00 hr and was more frequent at medium depths and where there was no human activity, low waves seem to propitiate this activity (Fig. 3).

Significant variables from the final logistic regression model and 196 randomly chosen points were: depth, bank vegetation, and tree cover (Table III). Distribution of observations for the significant variables is shown in Fig. 4. The depth range from 101 to 150 cm was selected most often and waters less than 50 cm and deeper than 250 cm were the least used (Fig. 4). Bank vegetation and tree cover most used and random points were in sites with zero values, but proportion of used locations were higher at non zero values of these variables, especially in the higher categories (Fig. 4)

Modeling activity through day and association with other individuals

Figure 5 shows distribution of records, median, and IQ range for each general activity with respect to the three time periods used on this study. Resting activities of tracked individuals differed among time periods ($H = 6.68$, $d.f. = 2$, $P = 0.035$). Animals rested less between 18:00 and 00:00 hr. Exploring was not significantly different between time periods ($H = 1.55$, $d.f. = 2$, $P = 0.461$), travelling was higher in the morning ($H = 7.55$, $d.f. = 2$, $P = 0.023$), and lower in the evening. Feeding showed an inverse trend, being higher in the evening ($H = 9.85$, $d.f. = 2$, $P = 0.007$). Evasion of boats and other human activity was registered very few times and showed no differences among time periods ($H = 2.73$, $d.f. = 2$, $P = 0.420$).

Radio-tracked individuals were accompanied by at least another individual in 53% of the observation time. However we found heterogeneity between individuals (Table IV). The male (Diego) was frequently associated with other untagged individuals. The females Hera and Maty were highly associated with themselves and with other untagged individuals. On the other hand, Lola had a low association with other individuals.

Discussion

We planned the study to cover both dry and wet seasons but in 2007, the dry season extended well into wet months, so our results are only applicable to dry conditions, important habitat characteristics change when the water level rises. Under dry conditions, perennial vegetation along the banks (which is the main food source in the lake) was present in only 14% of its edge. Trees, mostly mangoes, were present in 48% of the banks and the dry season coincided with fruit availability.

Manatees used almost all the lake, but their core areas (50% Kernel polygons, Roux and Bernard, 2007, Storline, 2006) were concentrated on the northern side of the lake. This zone is an embayment connected to the central zone of the lake by a 50 m wide, shallow straight (during the study, depth was ca. 50 cm). This condition could partially restrict movement of manatees in or out of the northern zone.

During boat surveys, Pablo-Rodríguez (2006) registered more sightings on the northeastern side of the lake, a zone with less human activity along the banks, less boat traffic, and with thicker bank vegetation coverage than all other zones of the lake. Her results differed from ours, in part due to methodological differences, but also when we conducted the study depth in front of bank vegetation in that zone is very shallow (ca. 30 cm), and manatees could not easily reach the vegetation. Hartman (1979) observed that manatees feed on sites where depth was at least 50 cm.

The northern zone has more mangoes trees and manatees were frequently sighted feeding on mangoes here. Under low food availability, presence of this fruit seems to be an appreciated resource. Former studies coincide that presence of manatees in an area, the time expended there, and their movements are highly related to food availability (Jiménez, 2005; Montgomery *et al*, 1981). Higher food availability and diversity, and avoidance of stress by a high rate of human encounters could lead tagged manatees to choose this zone.

Koelsch (1997) cited that animals select particular areas to perform certain activities. That general activities registered in this study coincide spatially supports the idea that low depth, at the entrance of the northern side of the lake, probably restricted their movements towards, and in other zones. However, individuals were occasionally found in other zones and returned to the northern side after some days.

Generally, we found manatees moving on shallow waters following the banks and crossed through central and deeper areas directly to other banks, as observed for the Florida manatee (Hartman, 1979). Manatees spent time on specific bank areas performing slow exploring movements, resting, or feeding. Exploring and travelling to other areas were the most frequent type of behaviour registered in this study, as observed by Pablo-Rodríguez (2006). Bailey *et al*. (1998) stated that when food is scarce and spread, large herbivores spend more time travelling between patches instead of being stationary in a single patch. Preen (1993) noted that dugongs avoid feeding extensively in

a single patch of vegetation, instead they move randomly to other patches abandoning feeding trials. This behaviour allows vegetation to recover faster from disturbance.

Our logistic regression model for feeding, showed that depth, distance to the bank, tree cover, presence of aquatic vegetation, and the presence of other individuals explain most of the variation. Depth in front of the banks is a key variable that makes bank vegetation available to manatees. Several studies have shown that manatees prefer shallow areas when these are near deeper waters, or where the slope allows them to move faster to deeper areas (Hartman, 1979; Olivera-Gomez, and Mellink, 2005). Trees give shadow but more important are the leaves, flowers, and fruits dropped to the water, because these materials are usually manatee food items (O'Shea, 1986). In the study area mangoes are fed-on extensively by manatees. In a death female necropsy conducted in 2005, most of the feeding tract was full of mango seeds (Olivera-Gómez, pers. obs.). This seasonal focal preference is reported for other resources in previous studies (Hartman, 1979; Montgomery *et al.*, 1981). Manatees were feeding mostly at depths between 50 and 150 cm. This coincides with Montgomery *et al.* (1981) who mentioned a preference by manatees for depths shallower than 2m while feeding.

The lake is not very large and under dry conditions, as in our study, food availability limitations could increase the probability that two or more manatees coincide on feeding areas. Furthermore, for a manatee searching for food, the presence of another manatee near a bank could mean food presence. Manatees hear well in water (Hartman, 1979, Mann *et al.*, 2005), and the sound of chewing could be registered by other animals traversing through the area.

Logistic regression models fits for resting, exploring, and travelling were low (Pseudo $R^2 = 0.23, 0.10,$ and $0.22,$ respectively), thus during these activities manatees behave independently of habitat characteristics, as observed by Hartman (1979), and Reynolds (1978; 1981), or there are other variables we did not take into account that explain better the occurrence of these activities.

According to Hartman (1979) manatee's resting areas do not show specific characteristics. Throughout this study, manatees rested independently of depth or shelter by trees, even when we found that resting increased at noon, coupled to sunlight and water temperature in the lake.

Both time of day and water motion were significant variables in the logistic regression model for exploring and travelling. Both activities are less frequent after 18:00 h, these behaviours are the most energy consuming, it seems that the activity of tracked manatees is high during the morning and noon hours.

Exploring increases with water motion, but drops sharply at high levels of this variable. This suggests that manatees explore new areas when waves increase, as mentioned by Axis-Arroyo *et al.* (1998), and Jiménez (2005), perhaps looking for shelter, but they stop their search when waves are high. Manatees traveled more when water

motion was low, without human activities in the area, and near banks in depths shallower than 2 m.

With respect to the day time period, manatees traveled more through the morning and slowed down by the evening, a time when they were more stationary and spent more time feeding. Resting also increased during the evening. Manatees could be travelling from feeding sites to resting areas or to deeper areas with less human activity during the morning and return to feeding sites at night when human activity decreases. The lake surface's cleaning activities for aquatic floating plants and garbage take place between 7:00 and 14:00 h, increasing boat traffic and human presence at the banks during this time period. This might indicate, like in other studies, that manatee's activities could be influenced by those of humans (Buckingham *et al.*, 1999; Deutsch *et al.*, 2003; Gannon *et al.*, 2007).

The manatee's main food source on the lake is bank vegetation; they could be avoiding feeding on these grasses during the higher temperature hours to avoid problems associated with their postgastric digestion (Reynolds, and Rommel, 1996). Instead they could be searching for fresher materials like fruits or leaves that are already below the surface, as we sometimes observed. Horikoshi-Beckett, and Schulte (2006) registered that captive manatees feed most on wild vegetation during the evening, and rest more in the morning and noon hours.

Hartman (1979) concludes that manatees are mildly social, essentially solitary, and social encounters are sporadic and short term. In contrast, on this study we found that during almost half of the observation time, manatees were in company of at least another individual, coinciding with Reynolds (1981), who worked in Blue Lagoon, Florida, with a semi-isolated population, where manatees tended to be associated.

Diego (a young male) showed the highest association values with other individuals. We saw Diego feeding on mangoes accompanying six other manatees on several times, but the group dispersed after feeding. Hartman (1979) and Reynolds (1981) observed that manatees tend to be associated when they are using a particular resource, in this case feeding, and disaggregate afterwards; Reynolds (1981) described this behaviour as social facilitation.

Hera and Maty (this last animal is accompanied by a calf) showed some association patterns between them. We observed them several times feeding and travelling together. In boat surveys on this lake, and in other areas of the region, manatees are frequently seen in groups of three animals (one of them a small calf), probably composed by a mother, an old calf, and a yearling (Olivera-Gomez, pers. Obs.). Diego was never seeing with Hera and Maty, but it was accompanied several times by other female with a calf, we assume that it could be its mother. Such familial groups were also observed in Florida by Hartman (1979). Manatees maintain a level of association with their mother, even after the female has a new calf (Curtis, 1956; Hartman, 1979; Rathburn *et al.* 1995). Hartman (1979) thought that most encounters that last over several minutes are actually by individuals joined by familial ties.

Conclusion

Human use of the lake must be influencing spatial selection by the manatees. Home owners build walls surrounding their properties and completely remove the bank vegetation, forcing manatees to concentrate in areas where bank vegetation is still present or where some fruits occur seasonally. Fish nets are still used even though it is well known that fishing is an illegal activity in the lake. Recreational boating, aquatic plants management, and patrolling from boats in the lake in response to illegal fishing are increasing. The main direct threat to manatees is boats at high speeds. We observed several times that tagged manatees were unaware of boats passing nearby. Water level in the lake is controlled manually and access to control unrestricted; occasionally the dam is opened to catch fish in nets placed at the floodgate. During the dry season the lower water levels make many bank plants unavailable for manatees.

All of these potential and real problems pinpoint to the need to carry out an active management of the lake and its banks, to develop strategies to make people aware of the environmental needs of manatees, and their protection status under Mexican Law. A regional program to detect, study, and protect isolated populations is also needed.

References

- Álvarez C., Aguayo, A. L., and Mujica, L.J., 1988. Observaciones sobre el manatí *Trichechus manatus*, en la región media del Usumacinta, Tabasco. In Ecología y conservación del Delta de los Ríos Usumacinta y Grijalva. Memorias Instituto Nacional sobre Recursos Bióticos (INIREB)-División Regional Tabasco. México. pp 617-624.
- Altman, J. 1973. Observational study of behavior: sampling methods. *The Emerging Science*. 215 p.
- Arriaga S., and W. Contreras. 1993. El manatí (*Trichechus manatus*) en Tabasco. Informe Técnico. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. Villahermosa Tabasco, México. 73 p.
- Axis-Arroyo, J., Morales-Vela, B., Torruco-Gómez, D., and Vega-Cendejas, M.E., 1998. Variables asociadas con el uso de hábitat del manatí del Caribe (*Trichechus manatus*), en Quintana Roo, México (Mammalia). *Rev. Biol. Trop.* 46, 791-803.
- Bailey, D.W., Gross, J.E., Laca, E.A., Rittenhouse, L.R., Coughenour, M.B., Swift, D.M., and Sims, P.L., 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *J Range Manage.* 49(5), 386-400.
- Buckingham, C.A., Lefebvre, L.W., Schaefer J.M., and Kochman, H.I., 1999. Manatee response to boating activity in a thermal refuge. *Wildlife Soc B.* 27, 514-522.

- CITES, 2007. Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora, Appendix I. 2007. Available in; <http://www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>
- Cole, L.C. 1949. The measurement of interspecific association. *Ecology*. 30, 411-424
- Colmenero, R.C., and E.Z. Hoz, 1986. Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México. *An. Inst. Biol. UNAM. México. Ser. Zool.* 56(3), 955-1020.
- Curtis, M.J., 1956. Observation of manatees in agregation. *American Museum novitates*. Num 1811. 24 pp.
- Deutsch, C.J., Reid, J.P., Bonde, R.K., Easton, D.E., Kochman H.I , and O'Shea T.J., 2003. Seasonal movements, migratory behavior, and site fidelity of West Indian manatees along the Atlantic coast of the United States. *Wildlife Monogr.* 151, 1-77.
- Gannon, J., Scolardi, K. M., Reynolds III, J. E., Koelsch J. K. , and Kessenich, T.J., 2007. Habitat selection by manatees in Sarasota Bay, Florida. *Mar. Mamm. Sci.* 23(1), 133-143
- Hartman, D. S., 1979. Ecology and Behavior of the Manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. Lawrence, Kansas: Special Publication 5, American Society of Mammalogist, Special Publ. Ne. 5, 153 pp.
- Hooge, P.N., and B., Eichenlaub. 1997. Animal movement extensions to Arcview. Version 2.0 Alaska Science Center-Biological Science Office, U.S. Geological Survey, Anchorage. Alaska
- Horikoshi- Beckett, Ch., and B.A. Schulte 2006. Activity patterns and spatial use of facility by group of captive female manatees (*Trichechus manatus latirostris*). *Zoo Biol.* 25, 285-301
- INEGI, 2001. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Síntesis de información geográfica del Estado de Tabasco.
- IUCN, 2008. International Union for the Conservation of Nature. Red list. Available in: <http://www.iucnredlist.org>
- Jiménez I., 2005. Development of predictive models to explain the distribution of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in tropical watercourses. *Biol Conserv.* 125, 491-503.
- Koelsch J., 1997. The seasonal occurrence and ecology of Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*) in coastal waters near Sarasota, Florida. (M.S. Dissertation) Sarasota: University of South Florida.

- Lefebvre, L. W., Reid, J.P., Rathbun, G.B., and Domning, D.P., 2001. Status and biogeography of the West Indian manatee. In: C. A. Woods, and F.E. Sergile (Eds). Biogeography of the West Indies: new patterns and perspectives. CRC Press. Boca Raton, Florida USA. pp. 425-474.
- Mann, D. A., Colbert D. E. Gaspard, J. C., Casper B. M., Cook. M. L. H., Reep R.L., and Bauer G.B., 2005. Temporal resolution of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*) auditory system. J Comp Physiol A. 191, 903-908
- Montgomery, G. G., Best, R. C., and Yamakoshi, M., 1981. A Radio-Tacking Study of the Amazonian Manatee *Trichechus Inunguis* (Mammalia:Sirenia). Biotropica. 13(2), 81-85.
- Olivera-Gómez, L. D., and E. Mellink. 2005. Distribution of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) as a function of habitat characteristics, in Bahía de Chetumal, México. Biol. Conserv. 121: 127-133.
- O'Shea, 1986. Mast foragin by west indian manatee (*Trichechus manatus*). J. Mammal. 67: 183-185.
- Pablo-Rodríguez N., 2006. Aspectos de la ecología y conducta de una población aislada de manatíes (*Trichechus manatus manatus*) en la laguna de las Ilusiones, Villahermosa-Tabasco. Tesis de Licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 44 p.
- Preen, A.R., 1993. Interactions between dugongs and sea-grasses in a subtropical environment. Unpublished Ph.D. thesis, James Cook University, Townsville Queensland, Australia. 392 p.
- Rathbun, G.B., Powell J.A., and Cruz, G., 1983. Status of the West Indian manatee in Honduras. Biol Conserv 26, 301-308.
- Rathbun, G.B., Reid, J.P., Bonde, R.K., and Powell, J.A., 1995. Reproduction in free-ranging Florida manatees. In O'Shea, T.J., Ackerman, B.B., and Percival H.F., (Eds.), Population Biology of the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). National Biological Service, Information and Technology Report, pp. 135-156
- Reynolds J .E. III., 1978. Manatees of Blue Lagoon Lake. Miami, Florida: Biology and effects of man's activities. In: Brownell R.L., and K. Ralls (Eds), The west indian manatee in Florida. Proceedings of a workshop held in Orlando, Florida. Florida Department of Natural Resources. pp. 25-32
- Reynolds J .E. III., 1981. Aspects of the social behaviour and herd structure of a semi-isolated colony of West Indian manatees, *Trichechus manatus*. Mammalia. 45(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*. *Anat Rec.* 245, 539-558
- Roux C., and R.T.F., Bernard. 2007. Home range size, spatial distribution, and habitat use of elephants in two enclosed game reserves in the Eastern Cape Province, South Africa. *Afr J Ecol.* Doi:10.1111/j.1365-2028.2007.00896.x
- SEMARNART, 2001. Proyecto de conservación, recuperación y manejo del manatí *Trichechus manatus* en México. Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, Serie PREP Núm. 11 México. 51 p.
- Storline, J.T. 2006. Movements and habitat use of female Roosevelt Elk in relation to human disturbance on the Hoko and Dickey game management units, Washington. Master Thesis. Humboldt State University. EUA. 95 p.
- Worton, B.J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70(1), 164-168.
- Zar J. H., 1986. *Biostatistical Analysis*. 2nd ed. Prince-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

TABLES

Table I. Individual manatees tracked on this study at “Laguna de las Ilusiones” lake from April to August 2007, in the state of Tabasco, Mexico.

Table II. Final models of Logistic Regression (Forward stepwise procedure used) for each of four general manatee’s activities characterized on this study at “Laguna de las Ilusiones” lake from April to August 2007, in the state of Tabasco, Mexico.

Table III. Final Model of Logistic regression (using a forward stepwise procedure) for manatee’s used locations versus 196 randomly chosen points, on this study at “Laguna de las Ilusiones” lake from April to August 2007, in the state of Tabasco, Mexico.

Table IV. Association (Cole’s Index) among radiotracked manatees (with themselves and with other untagged individuals), on this study at “Laguna de las Ilusiones” lake from April to August 2007, in Villahermosa, Tabasco, Mexico.

FIGURE CAPTIONS

Figure 1. Laguna de las Ilusiones, an urban lake located within the city of Villahermosa, capital of the state of Tabasco, México, where this study was conducted. Bathymetry (unpublished report L.D.Olivera-Gómez) was recorded on low water level season.

Figure 2. Utilization Distribution (U.D.) of the four manatees tracked on this study at Laguna de las Ilusiones from April to August 2007, in Villahermosa, Tabasco, Mexico. U.D. polygons calculated by Kernel densities of the point locations generated throughout the study, for all the observations (A) and for each general activity recorded (B-E).

Figure 3. Distribution of the variables which resulted significant on final models of Logistic Regression for each of the general activities recorded from tracked manatees on this study at “Laguna de las Ilusiones” from April to August 2007, in Villahermosa, Tabasco, Mexico.

Figure 4. Distribution of observations for use locations and for 196 randomly selected locations.

Figure 5. Box plot distribution (median, IQ and range, * = outliers) of the general activities defined on this study and showed by the tracked manatees at “Laguna de las Ilusiones” lake from April to August 2007, in the Villahermosa, Tabasco, Mexico.

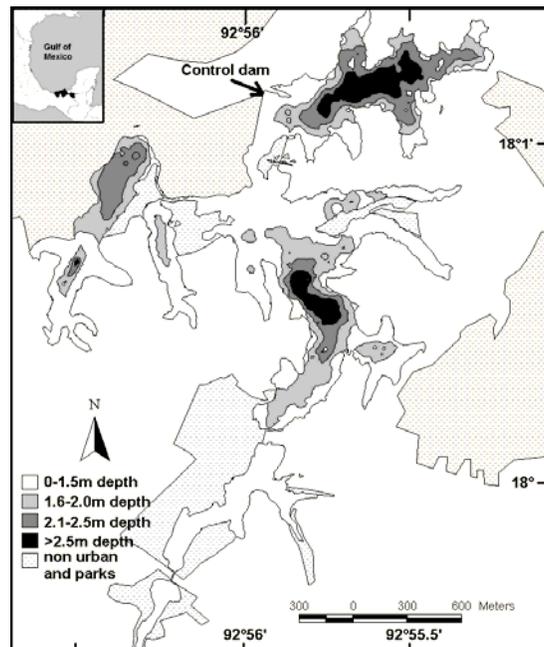


Figure 1

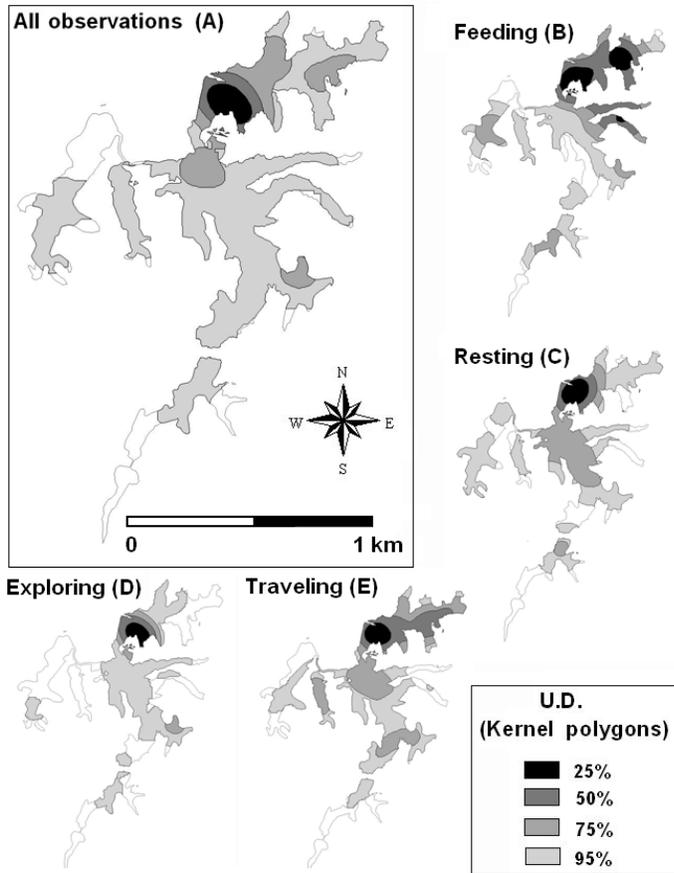


Figure 2

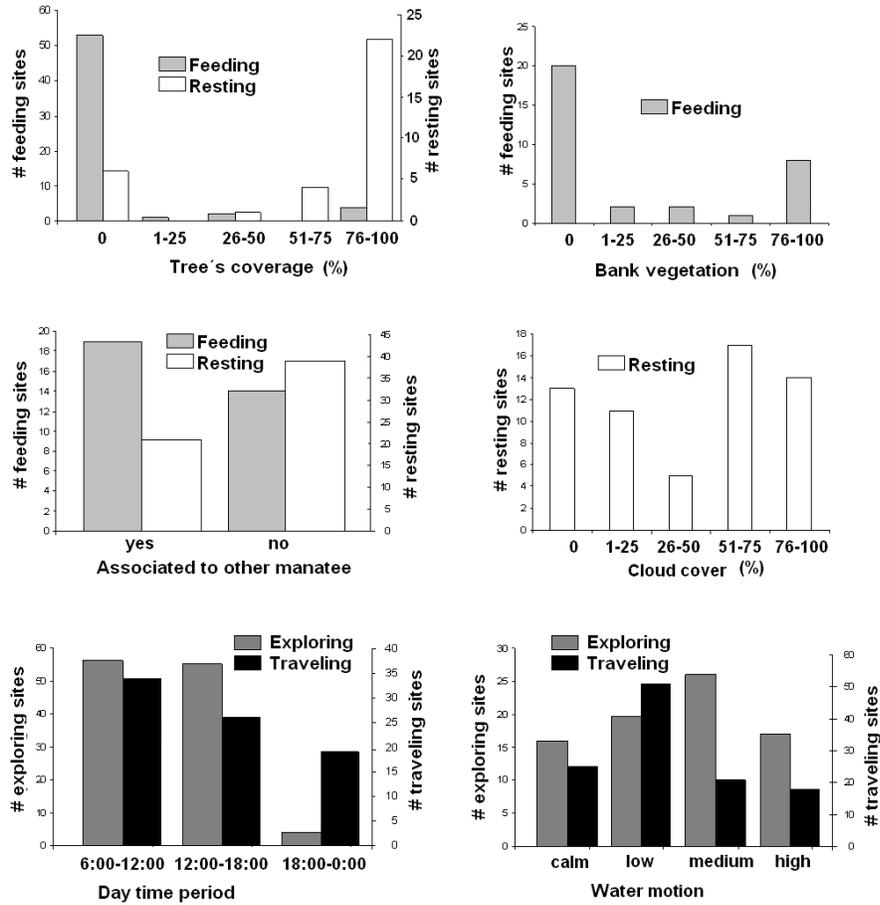


Figure 3

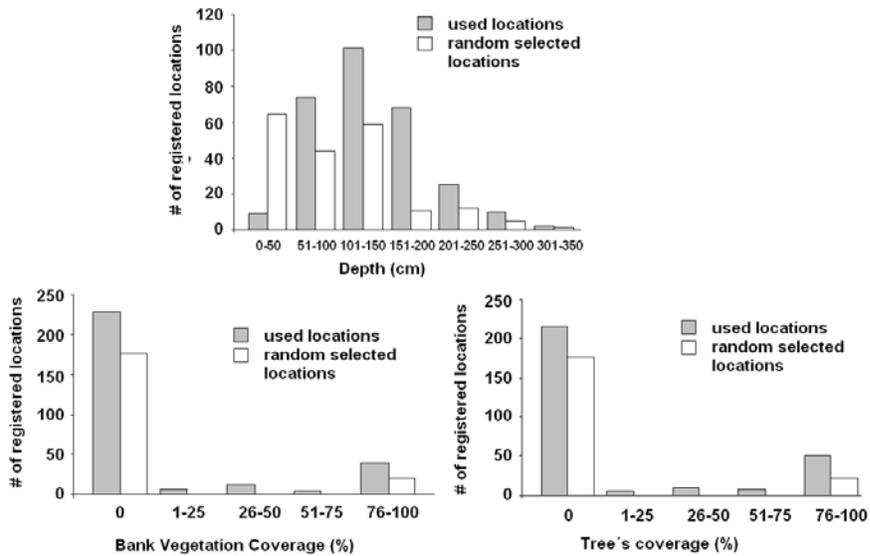


Figure 4

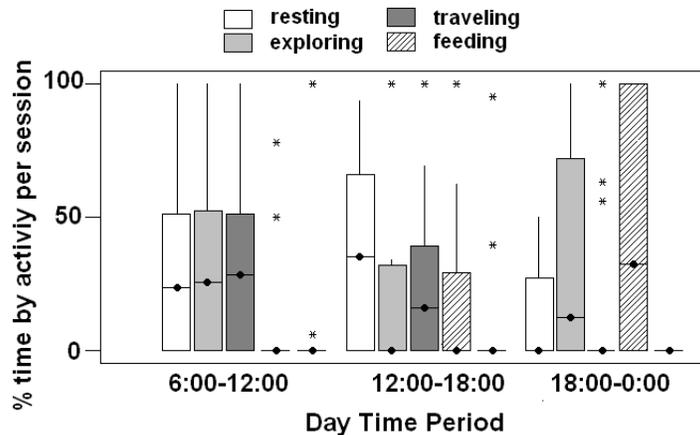


Figure 5

Table I. Individual manatees tracked on this study at “Laguna de las Ilusiones” lake from April to August 2007, in the state of Tabasco, Mexico.

Individual (Transmitter)	Age Category*	Characteristics	Tagging Date	Date of release of tag
Hera (T006)	Large calf	Good body condition, 203 cm long. It was found with other three individuals when captured	April 15th	23 July
Lola (T002)	Large calf	Good body condition, 195 cm long. It was found with other three individuals when captured	April 15th	12 June
Maty (T009)	Adult	Regular body condition when captured, 285 cm long. Associated with female with a large calf.	June 12th	4 August
Diego (T008)	Calf	Good body condition, 180 cm long. It was found with a large female.	May 12th	17 June

Table II. Final models of Logistic Regression (Forward stepwise procedure used) for each of four general manatee’s activities characterized on this study at “Laguna de las Ilusiones” lake from April to August 2007, in the state of Tabasco, Mexico.

Activity	-2log Likelihood	Pseudo R ²	d.f.	Sig.	% of correctly classified observations	Variables
Feeding	65.762	.76	1	<0.001	96	Tree cover
			2	<0.001		Depth
			3	<0.001		Dist. to nearest bank
			4	<0.001		company
			5	<0.001		Bank vegetation
Resting	249.648	.239	1	<0.001	80	Treecover
			1	<0.001		Company

			16	<0.001		Cloud cover
Exploring	318.145	.101	2	0.041	72.3	Day time period
			6	0.002		water motion
Travelling	336.588	.222	2	<0.001	71	Day time period
			3	<0.001		Depth
			5	<0.001		Human Activity
			9	<0.001		water motion

Table III. Final Model of Logistic regression (using a forward stepwise procedure) for manatee's used locations versus 196 randomly chosen points, on this study at "Laguna de las Ilusiones" lake from April to August 2007, in the state of Tabasco, Mexico.

		-2log likelihood	Pseudo R ²	g.l.	Sig	% of correct classified observations	Variables
Used random points	vs.	648,145	.077	1	<0.001	62	Depth
				2	<0.001		Banks vegetation
				3	<0.001		Tree's cover

Table IV. Association (Cole's Index) among radiotracked manatees (with themselves and with other untagged individuals), on this study at "Laguna de las Ilusiones" lake from April to August 2007, in Villahermosa, Tabasco, Mexico.

Individual	Diego	Hera	Lola	Maty	Other individuals
Diego		0	0.020	0	0.528
Hera			0.064	0.440	0.208
Lola				0	0.019
Maty					0.130