

**LOS MANATÍES DEL RÍO SAN JUAN Y LOS
CANALES DE TORTUGUERO:
Ecología y conservación**

Ignacio Jiménez Pérez

Texto del libro del mismo nombre.

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

CONTENIDO

RESUMEN.....	
ABSTRACT	
Presentación	
PARTE I: INTRODUCCIÓN AL CONOCIMIENTO GENERAL	
SOBRE LOS MANATÍES.....	
1. Taxonomía.....	
2. Historia evolutiva de los manatíes	
3 Anatomía y fisiología.....	
4. Ecología y comportamiento.....	
5. Distribución y estado de conservación.....	
6. Hombre y manatíes: usos y leyendas	
PARTE II. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN	
Y LOS CANALES DE TORTUGUERO	
PARTE III. DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y ECOLOGÍA DEL	
MANATÍ EN LA REGIÓN.	
1. Distribución y abundancia.....	
2. Ecología	
PARTE IV. AMENAZAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS	
MANATÍES EN LA REGIÓN.....	
1. Cacería ilegal y captura en redes	
2. Tráfico de embarcaciones a motor.....	
3 Contaminación.....	
4. Pérdida del hábitat	
PARTE V. DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA CONSERVAR	
LA ESPECIE.....	
1. Análisis de viabilidad poblacional	
2. SI-A-PAZ: una excelente oportunidad para la conservación de la especie.....	
3. Acciones realizadas y acciones pendientes	
CONCLUSIÓN	
AGRADECIMIENTOS	
REFERENCIAS Y NOTAS METODOLÓGICAS.....	

RESUMEN

Este libro describe la ecología y la problemática de conservación del manatí *Trichechus manatus* en la cuenca del río San Juan y los canales de Tortuguero (Nicaragua-Costa Rica). Además incluye una introducción a la biología general de la especie. Los manatíes pertenecen al orden Sirenia, el único grupo de mamíferos acuáticos adaptado a una dieta herbívora. Por su vida acuática y su tipo de dieta los manatíes poseen un conjunto de características anatómicas y fisiológicas propio. Al carecer de depredadores naturales, estos animales tienen una tasa reproductiva muy baja, lo que los hace extremadamente sensibles a la sobrecacería por parte de los humanos. Los manatíes son generalmente animales huidizos y difíciles de observar, que habitan aguas dulces y saladas cerca de las costas tropicales y que se alimentan de manera generalista de diferentes tipos de plantas. La distribución del manatí *Trichechus manatus* se restringe a las aguas cálidas del océano Atlántico americano. En el último siglo esta distribución se ha visto fragmentada y sus números poblacionales han disminuido, siendo la cacería la principal causa del declive de la especie. El manatí ha sido cazado durante siglos por las poblaciones indígenas y los pueblos que han ido emigrando a América, por esto la especie forma parte importante de la cultura y el folklore de la región.

El área de estudio de este libro incluye las cuencas de los ríos San Juan e Indio y los canales de Tortuguero. Esta región alberga un extenso sistema de cursos de agua que constituye un excelente hábitat para los manatíes. Además de su unidad paisajística, las comunidades costeras de la región tienen una unidad sociocultural que trasciende las fronteras nacionales. Los manatíes se distribuyen de manera casi continua a lo largo de la zona y su población es mayor de la estimada previamente. La especie se hizo especialmente rara entre los años 60 y 80 en la región, y puede estar experimentando una recuperación en la actualidad gracias al establecimiento de espacios protegidos.

Nuestro conocimiento sobre la ecología de la especie a nivel local es escaso debido a la dificultad de observar a estos animales. Los manatíes tienen un patrón de actividad crepuscular y nocturno influenciado por las mareas, se alimentan de plantas flotantes y emergentes, y prefieren las lagunas sobre otros cursos de agua. Las principales amenazas que pesan sobre el futuro de la especie en la región son la cacería, el uso de redes en los cursos de agua, el tráfico de embarcaciones a motor, la contaminación y la destrucción del hábitat. Aunque ninguna de estas amenazas parece que vaya a exterminar a la población en el futuro inmediato, ésta se encuentra en un equilibrio precario. El principal aspecto favorable para su supervivencia es la existencia de un excelente sistema de áreas protegidas a ambos lados de la frontera. Hasta el momento se han realizado algunas actividades destinadas a conservar la especie, sin embargo todavía quedan muchas actividades pendientes para asegurar que la especie sigue habitando la región a perpetuidad.

ABSTRACT

This book describes the ecology and conservation issues of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*) in the San Juan river and Tortuguero canals (Nicaragua-Costa Rica). It also includes an introduction to the biology of the species. Manatees belong to the order Sirenia, the only group of aquatic mammals adapted to an herbivorous diet. Because of their aquatic life and type of diet, manatees possess a unique set of physiological and anatomic traits. These animals have a very low reproductive rate due to their lack of natural predators. This makes them very susceptible to overhunting. They are usually timid animals that inhabit coastal fresh and salt waters, and that feed as generalists from different kinds of plants. The distribution range of *Trichechus manatus* is restricted to warm waters of Atlantic America. During this century this distribution has been fragmented and their numbers have decreased, due mostly to hunting pressure. This species has been hunted by indigenous people and immigrants to the Americas for centuries, becoming an important piece of local folklore.

The study area of this book includes the basins of the San Juan and Indio rivers and Tortuguero canals. This region harbors an extensive system of watercourses that make up excellent habitat for the manatee. Besides sharing a common landscape, the coastal communities of the area share a common sociocultural history. Manatees are found along most of the region in an almost continuous fashion and their numbers are higher than previously thought. The species became specially rare between the 60's and 80's and its numbers might be increasing presently, thanks to the setting of protected areas.

Our knowledge of the local ecology of the species is scarce, due to difficulties to observe these animals. Local manatees show a crepuscular and nocturnal activity pattern, feed on emergent and floating vegetation and prefer lagoons from other kind of watercourses. The main threats to the population are hunting, use of gillnets, boat traffic, pollution and habitat loss. Though none of these threats look like it will end the population in the near future, it is vulnerable of extinction. The main positive point for the species survival on the region is the existence of an excellent network of protected areas on both sides of the border. Up to date some conservation actions have been carried out, but many others should be implemented to assure the species permanence in the region.

PRESENTACIÓN

Pocos animales silvestres han capturado la imaginación de los hombres del litoral Caribe como el manatí (*Trichechus manatus*). Su gran tamaño y fuerza, su carácter sutil, su vida acuática y la apariencia semihumana de las hembras con dos pechos frontales, han hecho que el manatí sea parte importante de la mitología de diferentes grupos indígenas que han habitado la región. La apariencia de estos animales también llamó la atención de Cristóbal Colón que, tras divisar los manatíes por primera vez, escribió en su bitácora que las legendarias sirenas no eran tan hermosas como se decía. De esta leyenda surge el nombre del orden de mamíferos al que pertenecen los manatíes: Sirenia.

El manatí se cuenta entre los supervivientes de la megafauna que habitaba el continente americano cuando el *Homo sapiens* atravesó el estrecho de Bering desde Asia, provocando con su llegada la extinción de decenas de especies de mamíferos grandes. Desde entonces estos plácidos animales acuáticos han sido cazados por nuestra especie y sus números se han visto reducidos con los siglos. Sus bajas densidades poblacionales y su comportamiento huidizo hacen que sea difícil observar manatíes en la mayor parte de las áreas que habitan en el Caribe.

Este libro acerca al lector a la historia natural y la problemática de conservación del manatí en la región fronteriza de Costa Rica y Nicaragua, más concretamente en la cuenca del río San Juan y las llanuras de Tortuguero. Las siguientes páginas están pensadas para tres tipos de público: investigadores interesados en la biología de la especie, gestores de espacios protegidos y especies amenazadas, y lectores que tienen un interés general en estos mamíferos. Para satisfacer a los dos primeros grupos he tratado de incluir la máxima información disponible sobre la ecología y la conservación del manatí en la región. Por ellos he buscado que el libro sea detallado y completo. En beneficio del tercer grupo de lectores he tratado de evitar al máximo la jerga propia de los biólogos conservacionistas. Por ellos he querido que el libro sea claro y de fácil lectura. Espero que, como compromiso entre estas dos tendencias, esta obra ocupe un lugar intermedio entre el libro técnico y el divulgativo.

También he querido que el tono del libro sea de un optimismo pragmático. Es un libro optimista porque trae buenas noticias: existe una importante población de manatíes entre Costa Rica y Nicaragua; allá donde previamente se creía que se habían extinguido o estaban a punto de hacerlo. Mejor aún, estos manatíes están incluidos dentro de un excelente sistema de espacios protegidos ubicado a ambos lados de la frontera. Es un libro pragmático porque advierte de las amenazas que pesan sobre esta población e invita a tomar acciones reales para asegurar su conservación. Como se verá a lo largo de estas páginas, no basta con celebrar la presencia de estos animales en ambos países, hay que actuar ahora para asegurarnos de que los manatíes sigan viviendo en la región dentro de varias generaciones.

Aparte del énfasis puesto en los manatíes que habitan el río San Juan y los canales de Tortuguero, este libro incluye una introducción que resume los conocimientos actuales relativos a la taxonomía,

filogenia, biología y ecología de *Trichechus manatus*. La razón por la que decidí realizar esta introducción general a la especie es que la mayoría de la literatura relativa al manatí está disponible únicamente en idioma inglés. Por esto, cuando la ONG Amigos de la Tierra me invitó a escribir este libro pensé que era una buena oportunidad para revisar el conocimiento existente sobre la especie y ponerlo a disposición de los lectores de habla hispana.

Ignacio Jiménez Pérez

Heredia, Costa Rica

Mayo 1999

PARTE I. INTRODUCCIÓN AL CONOCIMIENTO GENERAL SOBRE LOS MANATÍES

A lo largo de su historia evolutiva, los manatíes (Trichéchidos) han desarrollado un conjunto de adaptaciones únicas entre los mamíferos que les ha permitido ocupar un nicho único: el de los mayores herbívoros acuáticos vivos. Las diferentes especies de manatíes presentes en la actualidad sólo son un vestigio de lo que hace millones de años constituía una familia de mamíferos mucho más diversa y distribuida. En los próximos párrafos veremos la historia evolutiva de este grupo único de mamíferos, los parientes más cercanos del manatí (*Trichechus manatus*), la anatomía de la especie, su comportamiento y ecología, el estado de conservación de la especie a lo largo de su distribución y sus relaciones con los humanos.

1. Taxonomía.

El manatí (*Trichechus manatus*) es miembro del orden de los Sirénidos, el único grupo de mamíferos acuáticos herbívoros existente (el otro orden fueron los extintos *Desmostylia*). En la actualidad, el orden de los Sirénidos se compone de dos familias: *Trichechidae* -que incluye a nuestro manatí, el manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) y el manatí africano (*T. senegalensis*)- y *Dugongidae*, representada únicamente por el dugongo (*Dugong dugon*). Hasta el siglo XVIII esta segunda familia todavía contenía a otra especie de sirénido, la vaca marina de Steller (*Hydrodamalis gigas*), un dugonguido gigantesco de más de 8 metros de longitud que se alimentaba de algas en las frías aguas del estrecho de Bering y que fue exterminado por marineros rusos apenas a los 27 años de ser descubierta^{1,2}.

Los sirénidos se han relacionado tradicionalmente con un grupo de mamíferos conocidos como subungulados, cuya principal característica común es el presentar pezuñas primitivas en forma de uñas. Dentro de este grupo se encuentran los elefantes (orden *Proboscidea*), los damanes (orden *Hyracoidea*), el cerdo hormiguero africano (orden *Tubulidentata*) y los extintos *Desmostylia*. Estudios moleculares han ratificado el parentesco entre estos grupos tan dispares¹.

El manatí se divide en dos subespecies separadas geográficamente: la de Florida con la subespecie *T. m. latirostris*, extensamente estudiada; y la subespecie caribeña (*T. m. manatus*) que se distribuye desde México hasta el centro de Brasil, junto con las Antillas. Sin embargo, recientes estudios genéticos muestran que la especie se compone de tres núcleos geográficos con tipos genéticos diferenciados: a) el de Florida y las Antillas, b) el de Centroamérica y el norte de Sudamérica, y c) el de Sudamérica atlántica³.

2. Historia evolutiva de los manatíes.

Los Sirénidos son un grupo antiguo de mamíferos que se originó probablemente en el viejo mundo hace unos 55 millones de años (Eoceno temprano). El miembro conocido más antiguo del grupo, *Prorastomus*

sirenoides, tenía el tamaño de un cerdo y conservaba las extremidades posteriores bien desarrolladas. Unos pocos millones de años después, en el Eoceno medio, los sirénidos ya estaban representados por varios géneros y probablemente habían alcanzado la entonces aislada Sudamérica. A finales del Eoceno se origina en la cuenca del Mediterráneo la familia más exitosa y diversificada de los Sirénidos: los dugóngidos. Durante el Oligoceno y el Mioceno se da una gran radiación adaptativa dentro de esa familia, cuyos miembros se extienden por las aguas tropicales del mundo alimentándose principalmente de pastos marinos².

Los primeros sirénidos con aspecto de manatíes (Trichéchidos) aparecen en Sudamérica en el Mioceno hace unos 15 millones de años. El fósil mejor conocido de este grupo es *Potamosiren*, cuya apariencia se asemejaba a la de los modernos manatíes aunque carecía de los múltiples molares presentes en éstos. Parece ser que este tipo de dentición casi única en los mamíferos (como se verá más abajo) surge como respuesta a un cambio en la dieta de los Trichéchidos cuando éstos abandonan su dieta de pastos marinos para alimentarse principalmente de vegetales altamente abrasivos como las gramíneas. Las gramíneas experimentaron una gran proliferación a finales del Mioceno posiblemente gracias al levantamiento de los Andes, lo que aumentó la carga de sedimentos de los ríos y favoreció el crecimiento de estas plantas en las orillas de los mismos³.

A principios del Plioceno (hace unos cinco millones de años) la cuenca del Amazonas se quedó aislada de los océanos con una población de manatíes en ella. Esta población dio lugar al manatí amazónico, mientras que en el Atlántico americano quedaban los antecesores de *T. manatus* y del manatí africano. Se piensa que esta última especie se originó a partir de algunos individuos americanos que llegaron hasta las costas atlánticas africanas. Los manatíes que quedaron en la cuenca del Caribe pudieron haber competido con los dugóngidos que habitaban la región y haber contribuido a su extinción. En cualquier caso ambos eventos, la colonización del Caribe por manatíes y la desaparición de los dugongos, sucedieron más o menos de manera simultánea. Una vez establecidos en la cuenca del Caribe, los manatíes que habitaban las Antillas pudieron colonizar el sur de Estados Unidos en sucesivos periodos cálidos entre las glaciaciones del Pleistoceno^{2,3}. Esto explicaría que la subespecie de Florida pertenezca al mismo grupo genético que los manatíes de Puerto Rico y República Dominicana⁴.

3 Anatomía y fisiología

Los manatíes tienen un cuerpo fusiforme desprovisto de extremidades posteriores pero con una cola aplanada en forma de remo. Las extremidades anteriores son cortas y flexibles y tienen de tres o cuatro uñas. Un animal adulto puede medir hasta 3,9 m y pesar hasta 1500 kg, aunque la longitud media de un adulto es de 3 m con un peso de 500 kg. Estas medidas convierten al manatí en el mayor mamífero continental de América Latina. No se puede diferenciar a los sexos por el tamaño¹.

La piel es extremadamente gruesa y presenta una coloración base grisácea que se puede tornar café en aguas ricas en sedimentos o verdosa en aguas con abundantes algas. Los ojos son pequeños pero bien desarrollados, lo que les permite divisar objetos a varias decenas de metros. La retina tiene conos y bastones lo que sugiere que pueden ver en plena luz y en penumbra. Los manatíes carecen de un oído externo y la apertura del oído es muy pequeña. Sin embargo, parecen tener un excelente sentido del oído y estudios anatómicos sugieren que están adaptados a oír los infrasonidos, tal y como sucede con sus lejanos parientes los elefantes. Los infrasonidos pueden viajar grandes distancias a través del agua y esto facilitaría la comunicación entre individuos y la localización de hembras en celo por parte de los machos. El labio superior de los manatíes está cubierto de pelos gruesos o vibrisas que ayudan a sentir y manipular los vegetales de los que se alimentan. El cuerpo está cubierto de pelos aislados y distribuidos más o menos regularmente, que según algunos científicos podrían desempeñar un papel análogo a la línea lateral de los peces¹.

El género *Trichechus* muestra un conjunto de adaptaciones al medio acuático y a la dieta herbívora único entre los mamíferos. En primer lugar, tienen solamente seis vértebras cervicales mientras que el resto de los mamíferos tiene siete (sólo el perezoso de dos dedos muestra un número similar de vértebras). Esta constitución del cuello parece ofrecer ventajas hidrodinámicas. En segundo lugar, los huesos de los manatíes son muy densos y generalmente carecen de médula ósea, lo que les ayuda a mantenerse sumergidos sin esfuerzo haciendo de “lastre” frente a la gran cantidad de gases producida por su dieta herbívora. En tercer lugar, los manatíes presentan de seis a ocho molares a cada lado de las dos mandíbulas y carecen de incisivos y caninos. Estos dientes tienen la característica de ser reemplazados de manera continua de atrás a adelante a lo largo de la vida del animal. Sólo una especie de marsupial australiano ha logrado el mismo sistema de reemplazo de dentición por convergencia evolutiva. Como vimos antes, este tipo de dentición se desarrolló como adaptación a una dieta basada en plantas abrasivas como las gramíneas. Cuarto, los pulmones son aplanados y llegan a medir un metro, están colocados dorsalmente a la cavidad visceral y tienen la característica única de que cada pulmón está situado en una cavidad propia o hemidiafragma. Esto permite que un pulmón pueda tener infecciones mientras que el otro está completamente sano. La forma y la posición de los pulmones facilitan el mantenimiento de una posición horizontal, al mismo tiempo que con cambios en su volumen pueden regular la profundidad a la que el animal se encuentra, al actuar como boyas internas. Un manatí puede mantenerse sumergido por más de 20 minutos sin tomar aire, aunque cuando no es molestado suele respirar cada dos o tres minutos. Se ha visto que los manatíes pueden renovar hasta el 90% del aire de sus pulmones en una sola respiración¹.

Otra característica peculiar del manatí es su baja tasa metabólica, que es alrededor del 20% de lo esperado para un mamífero de su tamaño. Esta baja tasa metabólica le permite alimentarse de vegetales con bajo valor nutritivo y pasar largos periodos sin alimentarse¹. En el Amazonas se ha visto como los manatíes

pueden quedar encerrados en lagunas durante la estación seca, siendo capaces de sobrevivir varias semanas sin alimentarse gracias a esta capacidad de ayuno⁵.

Debido a su bajo metabolismo y a la carencia de una capa de grasa aislante, los manatíes son extremadamente sensibles al frío, siendo incapaces de mantener su temperatura en aguas frías (por debajo de 20° C) por largos periodos de tiempo. Los manatíes jóvenes de pequeño tamaño son especialmente proclives a sufrir de estros por frío, por lo que decenas de ellos mueren cada año en el límite norte de su distribución (Florida) cuando aparece un frente frío prolongado¹. Esta incapacidad para resistir bajas temperaturas reduce la distribución de las tres especies de manatíes a las aguas tropicales y subtropicales cálidas⁶.

El aparato digestivo de los manatíes es muy grande, como es típico de los herbívoros. A diferencia de los rumiantes, y de manera semejante a los caballos, los manatíes realizan la mayor parte de la digestión de su alimento en el tramo final del aparato digestivo o intestino grueso, donde las plantas son digeridas gracias a la ayuda de microorganismos intestinales. La comida toma cerca de siete días para atravesar todo el tubo digestivo de un manatí, y a lo largo de este proceso es asimilado entre el 45 y el 80% del alimento, lo que da una excelente eficiencia digestiva¹. Estos animales consumen cerca del 8% de su masa total en plantas cada día⁷.

A diferencia de otros mamíferos marinos (ballenas y focas), los manatíes poseen un cerebro pequeño en relación a su tamaño. El escaso desarrollo de este órgano puede ser una respuesta a una dieta vegetariana generalista que no requiere técnicas de caza complejas, a la inexistencia de estructuras sociales definidas y a su baja tasa metabólica. Todo esto hizo que en algún momento de la evolución de los Sirénidos se seleccionase un cerebro pequeño que necesitase menos energía que un cerebro voluminoso y complejo.

Las hembras alcanzan la madurez sexual a los tres o cuatro años, y después de unos 12 meses de gestación dan luz a una única cría, raramente a dos⁸. El tiempo existente entre partos es de alrededor de tres años. Esta baja tasa de natalidad hace que los manatíes sean especialmente sensibles a la sobrecacería al no poder reponer las pérdidas de individuos con rapidez. Los recién nacidos pesan alrededor de 30-40 kg. y miden entre 80-130 cm. La cría acompaña a la madre durante uno o dos años y nada típicamente a su lado. Las hembras poseen únicamente dos mamas que están colocadas cerca de las axilas, en una posición parecida a la de nuestra especie.

La apertura de los genitales sirve para distinguir entre machos y hembras. Mientras que los primeros la tienen cerca de la cicatriz umbilical, en las hembras se encuentra más cerca del ano. Cuando una hembra entra en celo es típico verla seguida por un grupo de machos. Estos grupos pueden durar varios días, y en ellos los machos compiten por copular con la hembra pero sin mostrar ningún tipo de comportamiento territorial. Las hembras parecen mantenerse fértiles hasta su muerte, que en esta especie

ocurre generalmente entre los 30 y 40 años, aunque se han conocido manatíes que han llegado a vivir 60 años¹. El patrón de reproducción descrito para la especie en Florida es semiestacional, reproduciéndose a lo largo de todo el año pero presentando picos reproductivos en los meses más cálidos^{9,10}. Este mismo patrón semiestacional se ha visto en el manatí amazónico (*Trichechus inunguis*), que ocupa un ambiente más semejante al área de estudio que el de la península de Florida¹⁰.

4. Ecología y comportamiento

La mayoría de la información existente sobre la ecología y el comportamiento de *Trichechus manatus* proviene de Florida. Lo mismo sucede con los documentales televisados que hemos visto sobre la especie. Esto hace que tengamos en gran medida una idea errónea sobre la vida de estos animales en el resto del globo. En general el hábitat utilizado por los manatíes en ciertas partes de Florida y su comportamiento representan una excepción dentro del ámbito de distribución de la especie. Nuestra memoria televisiva contiene imágenes de manatíes extremadamente confiados que juegan con los submarinistas, que habitan aguas cristalinas y que buscan refugios de aguas cálidas cuando bajan las temperaturas. Este tipo de imágenes no representa bien la realidad de los países tropicales donde se distribuye principalmente esta especie y sus otros dos parientes cercanos, el manatí amazónico y el manatí africano. De hecho, según vamos mejorando nuestro conocimiento sobre la ecología de estas dos últimas especies nos damos cuenta de que los tres tipos de manatíes tropicales (la subespecie caribeña de *Trichechus manatus*, el amazónico y el africano) muestran un patrón de vida más parecido entre ellos que al popular manatí de Florida. En general los manatíes tropicales tienden a ser animales extremadamente desconfiados que se esconden al oír el menor ruido extraño en el agua, que habitan aguas turbias y que no requieren de refugios de aguas cálidas porque viven todo el año en ese tipo de aguas.

Los manatíes son herbívoros generalistas que se alimentan tanto de vegetación sumergida (*Thalassia*, *Syringodium*, *Halodule* y *Hydrilla*) y flotante (*Eichornia* y *Echinochloa*), como de pastos o zacates acuáticos (*Panicum*, *Paspalum*, *Brachiaria* y *Pistia*) y de hojas de mangles (*Avicennia*, *Rhizophora* y *Laguncularia*) y otros árboles de orilla. En humedales de aguas claras y en zonas costeras se alimentan preferentemente de vegetación sumergida y en aguas turbias su dieta está constituida principalmente por pastos de orillas y bancos de vegetación flotante. Aunque los manatíes se alimentan casi exclusivamente de plantas, se han reportado casos de predación de *T. manatus* sobre peces capturados en redes en Jamaica¹¹. Lo mismo se ha observado con *T. senegalensis* en varios países africanos¹².

Los manatíes de Florida tienen un patrón de actividad arrítmico en el que las actividades de descanso, alimentación, desplazamiento y socialización se realizan tanto de noche como de día¹³. Sin embargo, en otras regiones donde la especie ha sido cazada hasta recientemente o todavía es cazada, se observa que los manatíes tienden a ser más activos durante el amanecer, el crepúsculo y la noche, mientras

que pasan la mayor parte del día descansando en lagunas y caños alejados de las áreas más habitadas por el hombre¹. Este patrón de actividades coincide con el observado en el manatí africano¹².

Los manatíes habitan principalmente cursos de agua situados en llanuras costeras y costas poco profundas con abundancia de vegetación sumergida o de manglares. Se encuentran manatíes en aguas dulces, salobres y saladas, aunque necesitan de una fuente de agua dulce, lo que impide que los manatíes colonicen hábitats marinos muy alejados de las bocas de los ríos¹⁴. En general los manatíes se encuentran en todos aquellos humedales donde disponen de suficiente vegetación acuática y donde han tenido acceso histórico frecuente. Por esto los manatíes tienden a estar ausentes en lagos y ríos lejanos a la costa, a los que tienen problemas para acceder a través de rápidos o tramos de poca profundidad.

Normalmente se desplazan completamente sumergidos, aunque pueden sacar medio cuerpo fuera del agua para alimentarse de la vegetación de orillas gracias a sus aletas frontales. En Florida se ha comprobado que realizan grandes movimientos migratorios estacionales a través de la costa que pueden superar los 1000 km de distancia¹⁵. La principal razón de estos movimientos parece ser el cambio de temperatura de las aguas que habitan¹. En aguas tropicales, donde las temperaturas de los cursos de agua permanecen relativamente constantes a lo largo del año, se desconoce si realizan grandes desplazamientos migratorios aunque sí se ha comprobado la existencia de desplazamientos estacionales a lo largo de los ríos^{16,17}. Parece que en la época lluviosa los manatíes se desplazan a los tramos medios y altos de los ríos junto con otras áreas a las que no tienen acceso en la época seca debido al bajo nivel de las aguas. A pesar de esta capacidad para desplazarse grandes distancias, se ha visto que los manatíes que habitan aguas tropicales tienden a pasar la mayor parte del año alimentándose en un grupo cercano de cursos de agua realizando sólo ocasionalmente desplazamientos que superan la decena de km^{12,18}.

Los manatíes han sido descritos como animales semisociales, ya que la única unidad social estable es la de la hembra con su cría. Aparte de este vínculo se pueden encontrar animales solitarios, agregaciones temporales de decenas de individuos o grupos de machos persiguiendo a una hembra, como se dijo anteriormente. La cría depende de su madre no sólo para su amamantamiento sino también para aprender las áreas de alimentación, las rutas migratorias y los refugios. El macho no tiene ningún papel en la crianza del pequeño manatí. A pesar de carecer de lazos sociales definidos, los manatíes parecen disfrutar del contacto de otros congéneres y es típico observarlos frotándose, besándose y jugando¹.

Por su tamaño, los manatíes carecen de depredadores naturales aunque es posible que en raras ocasiones una cría o un adulto enfermo puedan ser víctimas del ataque de un tiburón, un cocodrilo o un jaguar¹⁹. En caso de peligro, la madre manatí generalmente interpone su cuerpo entre el posible predador y la cría sin realizar ataques directos a aquél, y si el peligro se mantiene la hembra y la cría

huirán rápidamente¹. El único predador que tiene un impacto significativo sobre la supervivencia de la especie es el hombre.

5. Distribución y estado de conservación

Trichechus manatus se distribuye desde la península de Florida en EUA hasta el centro de Brasil a lo largo del océano Atlántico, el mar Caribe y el golfo de México. La temperatura de las aguas ha determinado históricamente los límites de distribución de la especie, quedando ésta restringida a la región comprendida entre las isotermas norte y sur de 24°C²⁰. Además de estar presentes en el continente, los manatíes se distribuyen por las Grandes Antillas, visitando raramente las Pequeñas Antillas. Como se dijo antes, los manatíes habitan preferentemente zonas costeras y rara vez se ven en los ríos y lagunas del interior, aunque en Venezuela se encuentran dentro de la gran cuenca del Orinoco, a cientos de kilómetros de distancia de la costa, y en Guatemala habitan el lago Izabal en el interior del país. Hasta no hace muchas décadas habitaban también el lago Nicaragua. La existencia de largos tramos de costa carentes de vegetación sumergida o de orilla (v.g. playas arenosas o rocosas de alta energía) crea barreras que impiden el intercambio constante de individuos entre diferentes poblaciones. Esto hace que, por ejemplo, la costa norte del golfo de México y gran parte del litoral Caribe venezolano carezcan de manatíes. Debido a la existencia de estas barreras, el conjunto de la especie está compuesto de varios núcleos poblacionales con muy escaso intercambio de individuos entre ellos. Estos núcleos son el de la Florida, el de las Antillas, el de Centroamérica-norte de Sudamérica y el de Sudamérica occidental.

La distribución actual de la especie está mucho más fragmentada que en tiempos históricos y en general es menos abundante que hace uno o dos siglos. La principal causa de esta disminución poblacional ha sido la cacería por parte del hombre. Debido a esta tendencia negativa en la especie, la especie está catalogada como vulnerable por la UICN, está incluida en el apéndice I de CITES y está legalmente protegida en todos los países donde se encuentra. Dentro de las amenazas que pesan actualmente sobre la especie se incluyen la cacería, la captura en redes de pesca, la destrucción de su hábitat (v.g. manglares, humedales de agua dulce, banco de pastos marinos, etc.), los atropellos por botes a motor, la contaminación con agroquímicos y metales pesados, y la sedimentación progresiva de los cursos de agua. Frente a estas amenazas, nuestro conocimiento sobre la ecología y el estado de conservación del manatí a lo largo de su distribución tiene grandes lagunas. Hay países como Nicaragua, Guatemala, Colombia y Guyana Francesa que carecen prácticamente de información básica sobre la situación de la especie, mientras que las áreas mejor estudiadas hasta el momento son la Florida, la región de Quintana Roo en México, Belize, Costa Rica y el noreste de Brasil. La mayor parte de la información existente sobre la ecología de la especie procede de la población de Florida, que por sus características únicas al ocupar el límite norte de su distribución, resulta de difícil extrapolación a la realidad de los países tropicales.

A pesar de este panorama pesimista, el manatí tiene una serie de características favorables que proyectan una luz de esperanza a su supervivencia. En primer lugar, el manatí ha demostrado que a lo largo de los siglos ha sido capaz de sobrevivir la cacería por parte de los humanos, lo que no ha sucedido con otras muchas especies de grandes mamíferos americanos que se extinguieron (la última víctima ha sido la foca monje caribeña, vecina del manatí, hace menos de 20 años)^{21,22}. En segundo lugar, debido a su dieta generalista, los manatíes no tienen unos requerimientos de hábitat muy estrictos, pudiendo vivir en áreas altamente antropizadas, tal y como sucede en la Florida. En tercer lugar, el manatí no despierta la animadversión de la población local -al contrario de lo que sucede con animales como el jaguar, las serpientes o los murciélagos- sino que, por su aspecto tranquilo y su gran tamaño, tiende a provocar sentimientos de ternura entre la gente.

6. Hombre y manatíes: usos y leyendas

Las diferentes especies de manatí han sido cazadas por el hombre desde la prehistoria. La carne tiene un sabor exquisito, el aceite es extremadamente fino, los huesos se pueden tallar como el marfil y la piel sirve para obtener un cuero muy resistente. Prácticamente todos los pueblos indígenas que han convivido con los manatíes han hecho uso de estos animales. En el caso de *T. manatus* se pueden citar los indios de Guyana, los mayas, los misquitos, seminolas, aborígenes de Puerto Rico y de la Orinoquía²³. La técnica de captura más utilizada por los pueblos indígenas para esta especie es el arponeo. En Honduras se han empleado redes para atrapar a estos animales. Se dice que los indígenas del siglo XVI utilizaban rémoras atadas a cuerdas para encontrar y capturar a los manatíes en Cuba¹. Los indios de Guyana francesa utilizaban las flores de moku-moku para atraer a estos animales y luego matarlos con flechas²³. Los primeros conquistadores españoles utilizaron ballestas para introducir un arpón unido a una bolla a los manatíes, mientras que los bucaneros del siglo XVII capturaron manatíes en grandes cantidades y llenaron barcos con su carne³⁶.

En la desembocadura del río Amazonas se utilizan trampas de empalizada para atrapar manatíes cuando baja la marea, y altas plataformas para realizar esperas y arponear a los animales cuando llegan a alimentarse²⁴. En África es donde existe una mayor variedad de métodos de captura de manatíes. Aparte de los métodos descritos previamente se utilizan trampas en las que un tronco afilado provisto de pesos cae y atraviesa al manatí cuando muerde un cebo atado a un resorte. También se construyen “jaulas” de madera que capturan al manatí vivo cuando entra a alimentarse de un cebo hecho de yuca¹². No es de extrañar que frente a este arsenal de técnicas de captura, los manatíes que habitan países tropicales hayan desarrollado un comportamiento extremadamente huidizo y sigiloso. Como excepción a este patrón generalizado de cacería, diferentes pueblos americanos y africanos han desarrollado un tabú que se opone a la caza de la especie^{1,12}.

El principal producto que se obtiene de los manatíes es su carne; abundante y de excelente sabor. Muchas personas dicen que la carne del manatí tiene diferentes sabores (ternera, cerdo, pollo, pescado, etc.) dependiendo del lugar de donde proceda el corte. Según parece, estas diferencias de sabores se deben a la existencia de distintas concentraciones de la proteína hemoglobina en los músculos, lo que a su vez aporta diferentes colores a cada uno de los pedazos de carne. En muchos poblados, la captura de un manatí constituye todo un motivo de celebración y la carne es repartida entre los miembros de la comunidad. El cuero del manatí se ha utilizado para fabricar escudos, látigos y otros productos que requieren un material de alta resistencia. La grasa sirve para freír alimentos en ella o como combustible para lámparas de aceite. Los huesos se utilizan entre los indígenas para fabricar armas o para realizar tallas parecidas al marfil. En diferentes culturas se cita el valor medicinal de los huesos pulverizados, el cuero, la grasa y la carne del manatí para curar dolencias como la diarrea, artritis, impotencia, menstruación, tos aguda y el mal de ojo. Como veremos en el apartado relativo a nuestra área de estudio, el hueso del oído de los manatíes es especialmente apreciado para fines curativos.

En general la caza de manatíes en los diferentes países tiene varios puntos en común. En primer lugar, se trata de una caza difícil en la que el cazador debe estar altamente experimentado: los animales tienen un gran sentido del oído, son muy huidizos y se requiere de mucha fuerza y habilidad para introducir un arpón a través del duro cuero. Esto hace que la técnica de caza más utilizada sea el acecho en el que se espera a un animal determinado (cuyos rastros de alimentación se han visto en días previos) por varios días. Es típico que en diferentes culturas los cazadores de manatíes sean miembros respetados de la comunidad por su habilidad para capturar estos difíciles animales. En segundo lugar, se trata mayoritariamente de caza de subsistencia sin llegar a alcanzar grandes volúmenes de captura (con la excepción que veremos más abajo). Finalmente, debido al grado de habilidad y conocimiento del comportamiento de la especie que requiere, existe una tendencia a que las jóvenes generaciones vayan abandonando la práctica de capturar manatíes frente a otras ocupaciones más rentables.

Existen dos historias que sirven como excepción a este patrón general de cacería de subsistencia y que muestran el efecto negativo que la cacería tiene sobre las poblaciones de Sirénidos. La primera procede de un estudio de registros históricos realizado por Domning para describir la historia de explotación comercial del manatí amazónico en Brasil²⁵. En el siglo XVII el comercio de carne de manatí amazónico ya era un negocio importante, tomando mayor empuje en el siguiente siglo, en el que se estima que se mataban algo menos de 1000 manatíes por año. En aquella época los principales productos obtenidos de la especie eran la carne seca o salada y la manteca. En el siglo XIX la tasa de extracción anual debió de ser de varios miles de individuos, comercializándose principalmente como *mixira* o carne frita conservada en su propia grasa. Este tipo de carne estaba destinado fundamentalmente al mercado interno de la región amazónica. En los años 30 de nuestro siglo, una nueva técnica de curtido de pieles permitió la utilización de piel de manatí

como cuero de gran resistencia en maquinarias industriales y artículos de trabajo. Esto provocó que la tasa de captura de manatíes se estableciese entre unos 4,000 y 7,000 animales por año entre 1935 y 1954, año en que la industria del cuero de manatí quebró, debido seguramente a la aparición de cueros sintéticos. El último periodo de cacería comercial se dio entre 1954 y 1973, después del cual la cacería quedó prohibida. En este periodo el uso principal de la especie fue la industria de carne, llegándose a alcanzar una tasa de captura comercial de 6,500 individuos en 1959. A esta industria se añadían las capturas para subsistencia de los habitantes de la región. A partir de ese año y hasta su prohibición las tasas de captura comercial fueron declinando, posiblemente como reflejo de lo escasa que se había vuelto la especie²⁵.

La segunda historia tiene que ver con la vaca marina de Steller, el dugónguido gigante que habitaba el estrecho de Bering y que cité brevemente en el apartado de taxonomía. La historia de esta especie aparece en los libros de historia natural como uno de los mejores ejemplos de extinción de una especie causada por la avaricia humana. La vaca marina de Steller fue descubierta para la ciencia cuando el barco ruso comandado por Vitus Bering encalló en una isla de las Aleutianas, entre Alaska y Rusia. El destino de los marinos parecía sentenciado hasta que encontraron que las aguas de la isla estaban habitadas por cientos de vacas marinas gigantes que flotaban en las aguas poco profundas de la costa. Estos animales eran extremadamente confiados, parecían incapaces de sumergirse, por lo que eran fáciles de capturar, y además cada uno de ellos podía suministrar cuatro toneladas de carne y grasa de excelente calidad¹. Cuando los supervivientes del barco ruso regresaron a su patria no tardaron en relatar la abundancia de pieles que había en esas islas y la facilidad con que se podían capturar las vacas marinas para obtener su carne. Desde ese momento la zona se convirtió en parada obligada para los barcos peleteros que faenaban por la zona, y las vacas de Steller en la principal fuente de alimento para su tripulación. Como resultado de esto en 1768, apenas 27 años después de su descubrimiento, la vaca marina de Steller pasó a engrosar la lista de especies animales extinguidas por el hombre.

Los manatíes son relevantes para los pueblos indígenas no sólo por los productos que pueden obtener de ellos sino porque forman parte importante de su folklore. Entre los pueblos que habitan el litoral Caribe aparecen diferentes leyendas que explican el origen humano del manatí. Es llamativo que la mayoría de las que he encontrado relacionen de una manera u otra al manatí con la danta o tapir. Entre los indios Brí-brí del sur de Costa Rica existe una leyenda que explica como el manatí era originariamente un cazador de dantas que molestaba continuamente a su mujer. En una ocasión quiso cruzar un río y la mujer le dijo que lo atravesara sobre un palo que estaba tendido entre orilla y orilla. Al intentar cruzar, se rompió el palo y el cazador cayó al agua. De este modo, Sibö, el dios creador, lo mandó a vivir al mar²⁶.

Los indios Warauno de Venezuela llaman a la Vía Láctea “el camino del manatí”. Su leyenda para explicar el origen del manatí y la danta se centra en dos hermanas que quedaron viudas, convivieron y se pelearon. Después de pelear, una de las hermanas se fue a vivir con su hijo al bosque, donde se convirtieron

en dantas por la maldición de la otra hermana. Esta hermana fue condenada por la primera a vivir en el agua con su hijo no nato y se convirtió en el manatí²⁷. Para los indios del territorio de Amazonas en Venezuela, los manatíes, al igual que los delfines de río, son humanos encantados y por eso su caza está prohibida. Entre estos nativos se cuenta que hay una ciudad sumergida en el fondo del río Orinoco y que aquellos que se ahogan y llegan hasta ella se convierten en manatíes o delfines¹⁵.

Leyendas similares han sido recopiladas entre los indios Caribes que habitan Surinam. Aquí transcribo dos de ellas tal y como fueron grabadas por investigadores que trabajaron en ese país. “El delfín y el manatí: dos hermanas tenían un amante en el bosque, un dando. El hermano de ellas estaba curioso por saber que andaban haciendo por el bosque y las espió. Al día siguiente fue al bosque, imitó la llamada de las hermanas y mató al dando. Cuando las hermanas vieron la sangre entendieron que su amante había sido asesinado. Enfadadas decidieron irse lejos. Fueron al río y se sumergieron en el agua. Una nadó hasta el mar y se convirtió en un delfín y la otra nadó corriente arriba y se convirtió en un manatí. Su madre, parada sobre la orilla del río, trató de llamarlas de vuelta pero sin éxito”²⁸. “Las tres hermanas: había tres hermanas. La más vieja era un manatí. La segunda un delfín y la más joven una danta. Eran hurañas y no les gustaba la gente. Las tres vivían en una gran aldea como Pigi Poika. Ellas dijeron: “No tenemos ningún hombre que se ocupe de nosotras, ni siquiera tenemos padres”. El delfín preguntó a las otras dos: “a dónde quieren ir”. El manatí le respondió: “iré a vivir en el alto Surinam” y el delfín respondió: “iré a la costa y si un bote se hunde espantaré a los peces y pondré a las personas a salvo en la playa”. La danta, que había permanecido silenciosa, dijo: “mi hermana mayor se va al alto Surinam, mi segunda hermana se va a la costa. Como soy la más joven, iré al bosque y me convertiré en carne para la aldea”. Y así hicieron”²⁹.

PARTE II. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN Y LOS CANALES DE TORTUGUERO

El área de estudio de este libro no está delimitada por unidades políticas, administrativas o de manejo de recursos naturales, sino por los propios manatíes. Los siguientes párrafos describen el entorno biofísica y humano de la región que sirve de hábitat a la especie. Esta región está situada en una gran llanura cuyas alturas no exceden los 100 m.s.n.m. y tiene la forma de una T acostada hacia el este. El lado largo y horizontal de esta T está formado por el río San Juan y sus afluentes, el lado superior por el río Indio y sus afluentes y el lado inferior por los canales de Tortuguero. El límite occidental de este área de estudio está formado por los raudales de Machuca en el río San Juan, el límite oriental es el Mar Caribe, el límite norte es la laguna del Pescado en la cuenca del río Indio, y el límite meridional es la laguna de Mohín al sur de los canales de Tortuguero.

El río San Juan es el mayor curso de agua de Centroamérica y la cuenca compuesta por los cuerpos de agua que vierten directamente a él tiene 11,125 Km². De este área, la cuarta parte está en Nicaragua y el resto en Costa Rica³⁰. Los principales afluentes de esta subcuenca son el Melchora, Palo de Arquito, Sábalos, Santa Cruz, Bartola y Machuca en el lado nicaragüense, y Poco Sol, San Carlos y Sarapiquí en el lado tico. Además de estos ríos, el río San Juan sirve como desaguadero del lago Nicaragua, el mayor de Centroamérica. Cerca de su desembocadura el río San Juan se divide en dos brazos, el principal pasa a llamarse río Colorado y está en territorio costarricense y el secundario mantiene el nombre original y desemboca cerca de San Juan del Norte al mar Caribe.

El río Indio está situado en el extremo nororiental del área de estudio y tiene una cuenca mucho menor (1,480 Km.). Tras juntarse con su afluente principal, el Caño Negro, el río Indio toma una dirección paralela a la costa, típica de los ríos de aguas lentas, desembocando al lado del San Juan y recibiendo las aguas de la Bahía de San Juan del Norte.

Los canales de Tortuguero, en el lado costarricense, son un sistema de lagunas y ríos costeros de aguas lentas que discurren paralelos a la costa y que fueron conectados en los años 70 mediante unos cortos tramos de canales artificiales, lo que hace que actualmente formen un conjunto continuo de humedales. A estos canales vierten varios ríos procedentes de la cordillera volcánica situada en el centro del país, como el Penitencia, el Suerte, el Tortuguero, el Sierpe, el Reventón, el Pacuare y el Matiza. Los canales de Tortuguero comunican al norte con el río Colorado, el brazo costarricense del San Juan.

Estos tres grupos de humedales (San Juan, Indio y Tortuguero) están conectados entre sí y forman uno de los conjuntos continuos de hábitats apropiados para el manatí mayores de Centroamérica. A su vez, este conjunto está relativamente aislado de otras áreas habitadas por la especie. El río San Juan conecta con el lago Nicaragua al oeste, la bocana norte de la cuenca del río Indio (laguna el Pescado) está a 15 km. de

distancia por la costa del siguiente curso de agua (río Maíz) y la laguna de Mohín, en el límite sur de los canales de Tortuguero, está situada a más de 40 km de costa de la siguiente área habitada por manatíes al sur de Costa Rica (río Carbón)³². A diferencia de los ríos y lagunas de agua dulce, la costa no incluye hábitat apropiado para la especie, al ser de aguas turbias y no tener casi bancos de vegetación sumergida que sirvan de alimento a estos mamíferos.

La región de San Juan, el Indio y Tortuguero es una de las zonas más lluviosas de Centroamérica. La pluviosidad va aumentando cuanto más cerca de la costa Caribe, variando desde los 1,400 mm. en el Río Orate, próximo a la desembocadura del lago Nicaragua, a los 6,300 mm. en San Juan del Norte³⁰. Las temperaturas promedio son cálidas (24- 27°C) y la humedad relativa es altísima (90-95% en los meses más lluviosos). Aunque en el sector occidental sí se nota cierta estacionalidad, en general no existe una época seca definida^{30,31}. Estas características climatológicas hacen que la mayor parte del área de estudio pertenezca a la zona de vida de Holdridge del bosque muy húmedo tropical (Bmh-T)^{30,31}. En esta zona de vida crecen algunos de los ecosistemas con mayor biodiversidad del planeta, y en el área de estudio se conservan más de 300,000 has de estos bosques tropicales prácticamente sin interrupción.

Para entender los diferentes hábitats utilizados por los manatíes en la región debemos centrar nuestro interés en los diferentes tipos de cursos de agua. Estos se pueden dividir en cinco clases generales:

1) Ríos rápidos y caudalosos altamente deforestados. Son ríos anchos y de aguas turbias situados en áreas muy antropizadas. La erosión de las orillas provocada por la deforestación tiende a formar paredones donde los manatíes no pueden alimentarse, y la alta sedimentación crea bancos y playones poco profundos que dificultan el paso de estos animales. Todos los ríos de estas características presentes en el área de estudio se encuentran en territorio costarricense y en general están fuera de espacios protegidos. Los ríos San Carlos, Sarapiquí, Reventón, Pacuare y Matiza pertenecen a esta categoría. Por sus características, estos ríos no son casi utilizados por los manatíes aunque seguramente sí lo fueron hace menos de un siglo, tal y como se verá más adelante.

2) Ríos rápidos y caudalosos medianamente deforestados. A diferencia de los anteriores las orillas de estos ríos conservan bastante vegetación natural, lo que evita la formación de paredones y permite que los manatíes se alimenten en algunas de sus orillas. El río San Juan aguas abajo de Machuca y el Colorado son los únicos ejemplos, y sus aguas son visitadas regularmente por la especie.

3) Ríos de corriente media, poco caudalosos y arbolados. Son ríos más estrechos que los anteriores, de aguas más lentas y poseen abundantes bancos de vegetación emergente que crecen cerca de las orillas. Casi todos estos ríos albergan núcleos de manatíes residentes, tal y como sucede en el caño San Francisco, San Juanillo y Caño Negro en Nicaragua, y el Tortuguero, Sierpe, California y Madre de Dios en Costa Rica.

4) Lagunas boscosas. Las hay estrechas (llamadas habitualmente caños) y anchas, pero todas ellas tienden a tener aguas más limpias y cálidas que el resto, teñidas de negro por los ácidos húmicos, con corriente prácticamente nula, profundidad superior a los 2 m y las orillas casi completamente cubiertas de bosque. En la región hay dos tipos fundamentales de bosques que cubren estas orillas: a) el bosque sirénidos tropical húmedo compuesto de infinidad de especies de árboles, y b) el pantano de palmas o yolillal compuesto casi exclusivamente de dos especies de palma, el yolillo (*Raphia taedigera*) y la palma real (*Manicaria saccifera*). La única excepción con respecto a estos dos tipos de vegetación boscosa la constituyen las lagunas contiguas de Haulover y el Pescado, en el límite norte del área de estudio, cuyas orillas están cubiertas de manglar. En las lagunas boscosas, gracias a su escasa corriente, se acumulan grandes bancos de vegetación emergente (*Oryza latifolia* y *Brachiaria* sp.) y flotante (*Eichhornia* sp.) de los que se alimentan los manatíes que viven allí. Algunos ejemplos: laguna La Playuela en Nicaragua y lagunas de Back Lagoon, Agua Dulce, Penitencia, Aguas Frías, Sérvulo, Jalova y Mohín en Costa Rica

5) Lagunas rodeadas de pantanos herbáceos (gamalotales). Se trata de lagunas abiertas que tienden a ser más anchas que las anteriores y cuyas orillas están rodeadas de pantanos herbáceos cubiertos mayoritariamente por gamalote (*Hymenochne amplexicaule*) en lugar de bosques. Los manatíes se alimentan a menudo de los zacates que forman las orillas de estos pantanos. Dentro de esta clase de humedales se encuentran las lagunas del Deseado, la Barca, Caño Sucio y la Bahía de San Juan del Norte en Nicaragua, y las lagunas de la Garza, la Danta, Cahué y Yakí en Costa Rica.

El área de estudio está escasamente poblada y, al igual que sucede con los cursos de agua, forma una unidad sociocultural propia. Las principales comunidades visitadas por los manatíes se sitúan en las bocanas de los ríos (San Juan del Norte, Barra Sur y Barra Norte del Colorado, Tortuguero, Parismina y Pacuare) y entre ellas comparten lazos económicos, culturales y familiares. Tradicionalmente la mayor parte de la población era de raza afroamericana con algo de sangre misquita, sobre todo en el norte, aunque en las últimas décadas se ha incorporado un sector importante de mestizos procedentes del interior de ambos países. Hasta la apertura de los canales artificiales de Tortuguero, esta región estaba prácticamente cerrada en sí misma y aislada de las respectivas capitales (San José y Managua), por lo que había un mayor movimiento de productos y personas entre las barras costeras de ambos países que con el interior de éstos. Aún hoy, San Juan del Norte depende mayoritariamente de las ciudades ticas de Puerto Viejo de Sarapiquí y Barra del Colorado para su abastecimiento e intercambios comerciales, y la moneda más utilizada es el colón costarricense. La población total de estas comunidades costeras no excede los 4000 habitantes y casi todo el transporte local se realiza a través de embarcaciones a motor. Esto quiere decir que los manatíes están compartiendo hábitat con los botes a motor, al utilizar frecuentemente las “autopistas” acuáticas locales, tal y como veremos más adelante. Las actividades productivas tradicionales de las comunidades costeras son la pesca, la extracción de madera y otros productos del bosque (hojas de palma y carne de

monte), el cultivo de coco a gran escala y la agricultura y ganadería de subsistencia^{30,31,33}. Desde hace dos décadas comenzó a desarrollarse una industria turística basada en la pesca deportiva (v.g. en Barra del Colorado) o en el ecoturismo (v.g. Tortuguero). Este tipo de actividad va a tender a aumentar en el futuro, sobre todo en el lado nicaragüense, donde existe un enorme potencial a este respecto que está siendo aprovechado marginalmente en la actualidad.

Aparte de estas comunidades costeras de cultura afrocaribeña, existe un conjunto de aldeas y caseríos situados a orillas del río San Juan y habitados mayoritariamente por mestizos. La economía de estas comunidades depende principalmente de la ganadería, la agricultura y el comercio a través del río. Todas estas comunidades están situadas en el lado costarricense (la Tigra, las Marías, Trinidad, Boca San Carlos y el Jardín), el cual está mucho más deforestado que el nicaragüense.

Una de las características más notables del área de estudio es que casi todos los cursos de agua habitados por los manatíes se encuentran protegidos bajo algún tipo de figura de protección (parque nacional, reserva biológica, refugio de vida silvestre, humedal nacional, etc.). En el último apartado de este libro desarrollaré con más detalle las implicaciones de este dato para la conservación del manatí.

PARTE III. DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y ECOLOGÍA DEL MANATÍ EN LA REGIÓN.

1. Distribución y abundancia

Hasta mediados de este siglo el manatí aparecía como un animal común en la cuenca del río San Juan y las llanuras de Tortuguero. En 1827 Roberts describió como los indios misquitos cazaban manatíes cerca de San Juan del Norte, donde eran muy abundantes³⁸. En la segunda mitad del siglo pasado, Frantzius consideraba a la especie como “abundante” en el río San Juan y, lo que es más interesante, en sus tributarios el Sarapiquí y el San Carlos. Él mismo vio rastros de alimentación de manatí en la vegetación de la orilla del Sarapiquí³⁹. En 1882 el naturalista y viajero sueco Carl Bovalius cazó seis manatíes en los alrededores del río Colorado, aunque simultáneamente advertía del peligro de extinción que corría la especie por culpa del exceso de cacería⁴⁰. Según fue avanzando el presente siglo los animales se fueron haciendo más escasos en la región aunque, gracias a Barret, sabemos que al menos eran todavía abundantes en el río Indio en los años 30⁴¹. A finales de los años 70, O'Donnell, después de hacer búsquedas y entrevistas a lo largo de la región, concluyó que el manatí es una especie muy rara en el río San Juan y el noreste de Costa Rica, aunque todavía está presente en la zona. Es interesante recalcar que ya en aquellos años no pudo encontrar ningún registro que indicase la presencia de manatíes en los ríos Sarapiquí y San Carlos (donde von Frantzius había encontrado rastros un siglo antes y decía que eran comunes)³².

A mediados de la presente década se dudaba de la existencia de manatíes en el río San Juan y los canales de Tortuguero. Al menos así sucedía en los ambientes científicos y conservacionistas situados cerca de las capitales de Costa Rica y Nicaragua, aunque los pobladores de la zona sí sabían de la presencia de estos animales en las aguas que bañan sus poblados. Entre 1995 y 1998 realicé estudios de campo destinados a determinar la distribución del manatí primero en el noreste de Costa Rica y luego en el sudeste de Nicaragua^{34,35}. Los datos que presento a continuación provienen de esos estudios, relacionándolos con los estudios realizados previamente por O'Donnell (1981)³⁶ y Reynolds *et al.* (1995)³⁷.

Los manatíes se distribuyen de manera prácticamente continua a lo largo del área de estudio, aunque son más comunes en las lagunas, ríos y caños más cercanos a la costa³⁸. Esto quiere decir que los manatíes habitan preferentemente los alrededores de San Juan del Norte y la mayoría de los canales de Tortuguero. En el extremo occidental del área de estudio, ocupado por el río San Juan, los manatíes se hacen más raros aunque hay algunos tramos de este río (isla California y Aguas Muertas) y cursos de agua asociados (caño San Francisco en Nicaragua, y lagunas de Tambor en Costa Rica) que son utilizados regularmente por la especie. La especie ha desaparecido de los ríos corrientosos y deforestados que vierten al San Juan y los canales de Tortuguero (Sarapiquí, San Carlos, Pacuare y

Matina). Aunque varias personas citan avistamientos de manatíes en las bocanas de los ríos de la zona, ninguno de los pescadores que faenan en las costas de la región dice haber visto manatíes en el mar. Este tipo de distribución, amplia y continua, da una imagen relativamente positiva de la situación de la especie en la zona, sobre todo si la comparamos con los otros estudios recientes, y pone a la región en un lugar importante para la conservación del manatí en Centroamérica.

El límite occidental de la distribución del manatí parece estar formado por los raudales de Machuca en el río San Juan, los cuales impiden casi totalmente el cruce de los manatíes hacia la parte alta del río y el lago Nicaragua. A pesar de esto, el ecólogo nicaragüense Fabio Buitrago me ha comentado que en 1999 varias personas dicen haber visto un manatí cerca del archipiélago de Soletiname. Suponiendo que dichos avistamientos sean ciertos, dicho manatí sería probablemente un individuo perdido más que parte de una población de manatíes que está residiendo en el lago Nicaragua actualmente. También he recibido comentarios de que fue visto un manatí en el río San Juan, cerca de San Carlos de Nicaragua, en 1985. Aparte de estos testimonios, en general los reportes de avistamientos se hacen extremadamente escasos y esporádicos aguas arriba de Machuca.

Aunque la red de cursos de agua de la región forma un continuo, existen dos zonas que mantienen un nivel del agua inferior a 50 cm a largo de más de trescientos metros. Estos tramos están situados en los canales de Tortuguero e impiden el paso de los manatíes a través suyo y el fácil intercambio de animales de un lado a otro. Esto hace que los manatíes del área de estudio estén divididos en tres subpoblaciones que intercambian individuos a través de un mar que no incluye hábitat apropiado para ellos, o de los dos tramos secos recién mencionados cuando éstos experimentan subidas del nivel del agua excepcionales. Una población de animales compuesta de varias subpoblaciones que intercambian individuos esporádicamente recibe el nombre de *metapoblación*. La supervivencia de una metapoblación está determinada por dos factores: a) la probabilidad de extinción de cada una de las subpoblaciones y b) la tasa de migración entre subpoblaciones. La probabilidad de extinción de cada subpoblación dependerá del balance existente entre la reproducción y la mortalidad de los manatíes que la componen. La tasa de migración depende de los obstáculos presentes entre subpoblaciones, de la distancia y del comportamiento de la especie. Así la metapoblación de manatíes del área de estudio está compuesta de tres subpoblaciones: una grande que ocupa los ríos San Juan, Colorado e Indio con sus cursos de agua asociados y dos pequeñas subpoblaciones situadas en el Parque Nacional Tortuguero, por un lado, y las lagunas de Pacuare y Mohín por otro. Para poder prever el riesgo de extinción de la especie en la zona no nos basta con saber las tendencias de crecimiento o decrecimiento de cada una de las tres subpoblaciones sino que también es imprescindible entender los patrones migratorios entre cada una de ellas. Al final del libro veremos este punto con más detalle.

En términos generales la distribución -pero no la abundancia- de la especie se ha mantenido bastante estable en los últimos cincuenta años. En casi todos los cursos de agua donde los habitantes veteranos de la región recuerdan que los manatíes eran comunes a mitad de siglo siguen habiendo manatíes en la actualidad. La excepción en este sentido es la ausencia de manatíes en el río Parismina, donde en los años 60 y 70 se veían grupos de estos animales, y en tres lagunas costarricenses (Caldera, Limón y Banana) que se encuentran colmatadas en la actualidad y no permiten el acceso de los manatíes. La especie debió desaparecer de los ríos San Carlos y Sarapiquí antes de los años 50, porque nadie recuerda que allá hubieran manatíes previamente. Igualmente, los manatíes del lago Nicaragua posiblemente se fueron haciendo cada vez más escasos por la misma época, según los iban cazando e iba disminuyendo el núcleo poblacional situado aguas abajo de los raudales de Machuca. Como noticia positiva está la presencia actual de manatíes en la laguna de Moin, al extremo sur del área de estudio, donde hace 20 años no se veían estos animales³⁶. Seguramente los manatíes han colonizado este área gracias a la apertura de canales artificiales que conectaron los canales de Tortuguero en los años 70. Esto implica una expansión hacia el sur de la especie en las últimas décadas y un incremento en el hábitat disponible para el manatí en la región.

De las conversaciones con los pobladores se obtiene un patrón bastante coherente de lo que ha sucedido con los manatíes en los últimos cincuenta años. En general la especie era abundante -y fuertemente cazada- durante los años 50 y 60, para hacerse cada vez más rara a partir de los 70 y convertirse en un animal muy escaso en los 80. Sin embargo, ningún habitante con conocimiento de la especie habla de la desaparición total de manatíes en la región. En los últimos años parece que los avistamientos de manatíes se están haciendo más comunes lo que indicaría una reciente recuperación de la población. Los avistamientos de manatíes parecen ser más comunes en el lado costarricense que en el nicaragüense, donde sin embargo existe hábitat de excelente calidad. El hecho de que Nicaragua declaró un espacio protegido en los ríos San Juan e Indio una década después de que Costa Rica lo hiciera en Tortuguero puede explicar esta diferencia entre la frecuencia de avistamientos de manatíes a ambos lados de la frontera.

Por su carácter huidizo y el tipo de hábitat que utilizan (aguas turbias con abundante vegetación flotante y boscosa) resulta prácticamente imposible realizar un conteo de los manatíes que habitan la región. Sin embargo se pueden utilizar métodos indirectos para tener una cierta idea de cuantos manatíes viven en la zona. Por un lado, en la región se encuentran repetidamente rastros de alimentación de manatíes en diferentes cursos de agua. Esto hace pensar que cada uno de los sectores de la región alberga grupos más o menos estables de manatíes, y que no se trata de los mismos dos o tres individuos que recorren toda la región dejando rastros por todas partes. Esta suposición se ve apoyada por los escasos estudios que se han realizado sobre movimientos de manatíes en cursos de

agua tropicales. En éstos se ve que los manatíes tienden a pasar la mayor parte del tiempo alrededor de bloques cercanos de cursos de agua, y que no viajan decenas de kilómetros diariamente^{12,18}.

Por otro lado, al recopilar los reportes de avistamientos realizados por los habitantes, se puede obtener una idea gruesa de cuantos manatíes hay en cada uno de estos sectores que albergan grupos estables de manatíes. Combinando esta información podemos concluir que en la zona deben de haber más de 30 manatíes y que la población total posiblemente está entre los 50 y 100 animales. Esta abundancia es menor de la que debió darse en tiempos históricos y de la que podría haber si se cuida a la población convenientemente.

2. Ecología

Nuestro conocimiento sobre como viven los manatíes del sur de Nicaragua y el norte de Costa Rica es bastante pobre. Su carácter reservado y el tipo de hábitat que utilizan hacen extremadamente difícil el observar su comportamiento. A pesar de estos problemas, en los últimos años hemos podido aprender algunas cosas sobre la ecología de la especie usando métodos indirectos de estudio basados en la observación de rastros de alimentación y en entrevistas a pobladores de la región. La imagen que se desprende de estas fuentes es que los manatíes locales se comportan de manera bastante similar a otros manatíes que habitan cursos de agua tropicales.

Se ha comprobado que los manatíes del área de estudio están activos principalmente al amanecer, el crepúsculo y durante la noche⁴³. Esto coincide con lo que dicen los habitantes de la región, ya que según ellos los manatíes pasan el día descansando en caños o lagunas tranquilas y luego se desplazan al atardecer a comer a sus lugares preferidos. Los resultados obtenidos en un estudio realizado en África con manatíes dotados de radio collares (lo que permitió seguir su patrón de actividad y movimientos) apoyan esta impresión de los habitantes de Costa Rica y Nicaragua, y nos ayudan a reconstruir el comportamiento de nuestros manatíes¹². Todos los manatíes que fueron equipados con radio collares en Costa de Marfil, África, mostraron un patrón similar de movimientos. En general cada manatí pasaba el día en un lugar de su preferencia, a menudo en compañía de otros congéneres. Alrededor de las cinco de la tarde cada manatí comenzaba lentamente a abandonar su lugar de descanso, normalmente sin dejar ninguna onda o señal en la superficie del agua que pudiera delatarlo. Cuando alcanzaban su lugar de alimentación, a menudo un banco de zacate, se detenían y comenzaban a alimentarse. Posiblemente este patrón de actividad, nocturno y sigiloso, se ha desarrollado en los manatíes tropicales como respuesta a siglos de cacería por parte del hombre. En cambio, los manatíes de Florida, donde prácticamente no existe cacería, muestran un patrón de actividad arrítmico en el que comen de día y de noche, y se mueven dejando rastros claros en la superficie del agua¹³.

Otro factor que rige el patrón de actividad de los manatíes de la región son las subidas y bajadas de marea. Se ha visto que estos animales tienden a aprovechar los momentos en que la marea está subiendo para desplazarse y que, en cambio, no parecen prestar atención a la altura del nivel del agua⁴⁴. Por lo tanto, lo que les interesa es la tendencia de subida o bajada de las aguas y no el nivel de éstas. El que los manatíes se desplacen preferentemente en momentos de subida de marea se justifica hidrodinámicamente, ya que durante estos periodos la corriente habitual de los cursos de agua en dirección al mar se ve frenada por la marea y el desplazamiento en estos cursos requiere un menor gasto energético por parte de los manatíes. En cambio el hecho de que no exista una relación entre la altura del nivel del agua y los avistamientos de manatíes sugiere que estos animales no requieren de estas subidas para poder acceder a las plantas acuáticas de las que se alimentan. Hay que tener en cuenta que gran parte de las plantas acuáticas de la región son flotantes o semiflotantes, estando siempre accesibles a los manatíes independientemente del nivel de las aguas, y que la mayoría de los cursos de agua locales son lo suficientemente profundos como para que los manatíes no necesiten subidas del nivel del agua provocadas por las mareas para acceder a ellos.

Los manatíes de la región se alimentan mayoritariamente de vegetación flotante -principalmente choreja *Eichhornia crassipes*- y pastos acuáticos emergentes (*Oryza latifolia*, *Panicum maximum*, *Hymenochne amplexicaulis*, y *Bracharia* sp). Dependiendo de la disponibilidad de cada uno de estos dos tipos de vegetación, los manatíes utilizan uno más que otro. Cuando existen diferentes tipos de pastos o zacates en la misma zona, los manatíes parecen seleccionar los más finos y tiernos. De este modo, siempre y cuando puedan elegir, se alimentan preferentemente del fino zacate pará (*Bracharia* sp.) frente al grueso gamalote (*Hymenochne amplexicaule*). En ríos como el San Juan y el Colorado estos animales se alimentan también de los pastos ganaderos que llegan a las orillas de los ríos. En algunos casos se ha visto como llegan a sacar medio cuerpo fuera del agua, apoyándose en sus extremidades anteriores, para poder alimentarse sobre estos pastos. Aparte de las plantas hasta ahora dichas, los manatíes parecen alimentarse a menudo de las hojas del árbol poponjoche (*Pachira aquatica*) y de diferentes tipos de bejucos que cuelgan sobre los cursos de agua. Igualmente, en algunas zonas poco profundas y con aguas relativamente claras existen plantas sumergidas (v.g. *Ludwigia* sp. y *Hydrilla* sp.) que completan la dieta de estos herbívoros generalistas.

Actualmente conocemos bastante bien las características de los cursos de agua más utilizados por los manatíes del área de estudio⁴⁵. En general estos animales habitan preferentemente cursos de agua con abundante vegetación acuática que les sirve de alimento y con aguas cálidas, profundas y de escasa corriente. Los manatíes también prefieren que estos humedales sean anchos y con las orillas cubiertas de bosque, excepto cuando están rodeados por pantanos herbáceos o gamalotales. Esto quiere decir que dentro de los diferentes tipos de cursos de agua presentes en la región, los manatíes utilizan preferentemente las lagunas, tanto las boscosas como las rodeadas de pantanos herbáceos. Es

interesante destacar que las zonas con mayor tránsito de botes a motor siguen siendo visitadas por estos animales aunque lo hacen casi exclusivamente de noche cerrada cuando el tráfico de embarcaciones se detiene. Así, vemos que los botes a motor que se utilizan en la región no llegan a desplazar a los manatíes de sus áreas de alimentación, aunque sí pueden estar provocando un cambio en su patrón de actividades. Esta información arroja una luz positiva sobre la posible convivencia de los manatíes y los botes a motor en la región, siempre y cuando se tomen algunas medidas para minimizar las molestias sobre estos animales.

Parece ser que los manatíes tienden a hacer desplazamientos motivados por las crecidas de los ríos. Varios habitantes del río San Juan me dijeron que se ve subir a los manatíes aguas arriba después de una crecida del río. Uno de los antiguos cazadores de manatíes con los que hablé me contó como vio un manatí bloqueado en una poza de un río cercano a Guápiles en el interior de Costa Rica. Según él, el animal remontó el río después de unas fuertes lluvias y se quedó encerrado cuando las aguas volvieron a su nivel habitual. Posiblemente los manatíes aprovechan las lluvias y el consiguiente aumento de caudal de los ríos y caños para acceder a áreas donde normalmente no pueden llegar por su escasa profundidad. Este patrón de movimientos motivados por crecidas de los ríos se ha visto también en los manatíes de Venezuela, la Amazonía y África occidental^{12,17,46}.

Sin embargo, aparte de lo dicho hasta ahora, nuestro conocimiento sobre como viven los manatíes que habitan la región es bastante pobre. Gran parte de la información contenida en los párrafos anteriores se basa en comentarios de los pobladores locales, que deben ser verificados, o en extrapolaciones de estudios realizados en áreas similares a la nuestra. Para poder comprender realmente la ecología de la especie en la zona se deben desarrollar estudios que permitan seguir a estos animales para ver cuándo y qué comen, cuándo y dónde descansan, cuánto y a dónde se mueven, qué tipo de relaciones sociales tienen y cómo responden frente a las múltiples perturbaciones provocadas por nuestra especie. La telemetría aparece como la técnica que mejor puede ayudar a responder a estas preguntas. De este modo se puede colocar un transmisor (VHF o satélite) a un manatí para seguir sus movimientos con el receptor apropiado sin que sea necesario lograr el contacto visual con el animal. El día que logremos “marcar” y seguir a varios animales con estos transmisores comenzaremos realmente a “ver” y entender como viven los manatíes del río San Juan y los canales de Tortuguero.

PARTE IV. AMENAZAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS MANATÍES EN LA REGIÓN.

1. Cacería ilegal y captura en redes.

La principal causa histórica de reducción de las poblaciones de manatíes en Centroamérica y otras regiones ha sido la cacería por el hombre. Esta actividad está actualmente prohibida tanto en Costa Rica como en Nicaragua. Sin embargo, hace 20 años la caza del manatí era una actividad común en la zona. En los años 60-70 había más de 20 personas que conocían el arte de cazar manatíes y que lo practicaban ocasionalmente o como una de sus actividades principales. De estos cazadores, al menos cuatro tenían a esta actividad como una de sus ocupaciones y fuentes de ingresos primordiales. La mayor parte de los cazadores de la región estaban emparentados entre ellos, hasta el punto de que había dos clanes familiares que incluían a los mejores tiradores de manatíes. Es interesante recalcar que estas dos familias y otros cazadores de manatíes actuaban a ambos lados de la frontera, desde San Juan del Norte hasta Parismina. Esto refuerza la idea de una unidad cultural entre las comunidades caribeñas de ambos países. Aunque hay bastante disparidad en las cifras de cacería ofrecidas por los habitantes de la región, posiblemente hasta los años 80 se estuvieron cazando de uno a cuatro manatíes por año en cada una de las cuatro comunidades costeras principales (San Juan del Norte, Colorado, Tortuguero y Parismina) y cantidades menores en la Barra de Pacuare y las comunidades costarricenses a orillas del río San Juan (Trinidad, Boca de San Carlos y el Jardín).

La caza activa de manatíes debió de abandonarse gradualmente en Costa Rica a principios de la década pasada, mientras que en Nicaragua posiblemente no disminuyó significativamente hasta el final de la guerra civil, casi diez años después. Ahora mismo la cacería de manatíes aparece como una actividad prácticamente abandonada en la zona. No existe en la región ninguna persona experimentada en la caza de manatíes que tenga menos de 60 años, lo que quiere decir que no hay interés en los jóvenes por aprender una técnica tan difícil y arriesgada, al disponer de medios más fáciles de ganarse la vida a través del ecoturismo, la pesca o el narcotráfico. Aunque se está abandonando prácticamente la caza del manatí, al menos en 1996 quedaba un cazador activo de estos animales en la comunidad de Barra del Colorado, sin que se sepa con exactitud cuántos animales cazaba, aunque seguramente no excedía las 2 piezas por año. Desconozco si este cazador sigue activo en la actualidad.

Los pobladores locales son conscientes de que la caza del manatí está prohibida y varios de ellos insistieron en que “uno iba directo a la cárcel” si lo encontraban cazando un manatí. Además de por este motivo, la caza se ha abandonado en gran medida porque resulta una tarea muy difícil, ya que el animal es muy arisco, tiene un oído muy fino, se requiere habilidad para arponearlo y tiene una enorme fuerza que puede poner en peligro a los cazadores. Uno de los informantes vino a resumir esta idea general al decir que

no compensaba cazar manatíes, ya que resulta mucho más complicado que cazar carne de monte (v.g. chanchos de monte (*Tayassu pecari*) o tepezcuintle (*Agouti paca*).

La técnica de caza utilizada en la zona coincide con la empleada por los indios misquitos del norte de Nicaragua y se asemeja a la utilizada en la mayor parte de los países donde se encuentra la especie¹. La mayoría de los cazadores expertos de la zona nacieron en Nicaragua y son de raza misquita o negra, aunque posiblemente se cazaba más en territorio de Costa Rica. Para cazar un manatí, primero hay que esperarlo durante varios días cerca del lugar donde deja sus rastros de alimentación. Según varios cazadores, el mejor momento para esta cacería son las noches de luna llena. La espera se hace habitualmente desde una canoa ligera y el equipo básico de cazadores consta de dos personas: un remero y timonel en la parte trasera del bote y un arponero en la proa. Mientras los cazadores se acercan al lugar de la caza o esperan, deben remar de una manera especial para no producir ningún ruido en el agua que espante al animal. Esto es tan importante que uno de los mejores cazadores de la región usaba unos remos (localmente llamado canaletes) especiales cuyos bordes habían sido afilados como una cuchilla para que minimizar el rozamiento con el agua.

Una vez se ha avistado al animal cerca de la superficie, se lanza con gran fuerza un arpón atado a una cuerda con una boya en el extremo. En ese momento el animal tiende a sumergirse y a escapar de la zona. Mientras los cazadores lo siguen, el animal herido se va cansando. Cuando éste está agotado se le alza a la superficie para rematarlo de un bastonazo en el hocico. Una vez muerto, se llena la canoa de agua hasta que se hunde, se introduce el manatí en la canoa y se saca el agua de ésta para ponerla a flote.

Del manatí cazado se utiliza principalmente la carne que, dependiendo de personas, puede llegar a tener desde uno hasta siete sabores según el corte (cerdo, res, pescado, pollo, etc.), aunque todos coinciden en su excelente calidad. También se utiliza la grasa y, al menos anteriormente, con el cuero se fabricaban “chilillos” o látigos para el ganado. Tres ancianos me hablaron de las propiedades curativas del hueso del oído del manatí, conocido localmente como el “sentido”. Para que el sentido no perdiera su valor curativo debía ser extraído rápidamente del animal muerto y ser introducido en la boca del cazador para que no se cerrase el hueso. Una vez “curado” el sentido se cosía a la muñeca o al cuello de un niño para prevenir posibles enfermedades. Es curioso que este uso del oído del manatí coincide con el descrito para ciertos grupos nativos de Venezuela, a más de 1000 km. de distancia del área de estudio¹⁷.

Aparte de la cacería “profesional” con arpón existen otros testimonios que se refieren a muertes ocasionales de manatíes realizadas por personas sin experiencia como cazadores que los mataron a tiros o cuando encontraron a un animal atrapado en un caño. Como ejemplo, en 1995 o 1996 un manatí fue herido con un arpón en el río Indio y luego rematado a balazos por miembros del puesto militar de Cangrejera. Mientras la cacería tradicional con arpón tiende a desaparecer en el futuro próximo, es posible que las muertes de manatíes causadas por personas inexpertas aumenten si no se toman medidas al respecto y se

deja clara la pena en que recar sobre la persona que mata a un manatí. Como veremos en el apartado dedicado al análisis de viabilidad poblacional, incluso una pequeña tasa de cacería puede poner en peligro la supervivencia de la población de manatíes que habita el río San Juan y los canales de Tortuguero.

Mientras la caza de manatíes es una amenaza que tiende a disminuir, otra amenaza para la supervivencia de la especie está creciendo en la zona: la utilización de redes o trasmallos en las lagunas. En los últimos años se ha difundido el empleo de este arte de pesca en los alrededores del pueblo de Barra del Colorado y, en menor medida, en San Juan del Norte y las otras comunidades costeras. Las redes se colocan de manera que atraviesan los caños y lagunas donde habitan manatíes. La presa buscada son peces, no manatíes, pero estos pueden caer accidentalmente y morir ahogados. Aunque es raro que un manatí adulto quede atrapado en una de estas redes, sí es más fácil que le suceda a una cría. En los últimos años al menos dos crías de manatí han muerto en trasmallos en los alrededores de Barra del Colorado y Tortuguero.

Aunque el uso de trasmallos dentro de los cursos de agua de la zona está prohibido en ambos países, la escasa presencia de guardería en la zona de San Juan del Norte y Barra del Colorado hace que no se cumpla adecuadamente esta reglamentación. El Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) de Costa Rica es la institución encargada de controlar las actividades de caza y pesca ilegales en las lagunas y caños habitados por el manatí. Desde 1996 hasta 1997 sólo una persona del MINAE estuvo encargada de la vigilancia permanente de las 73.000 has de que consta el refugio. Debido a los requisitos legales (necesidad de testigos principalmente) que implica cualquier actividad de patrullaje ambiental en el país, un solo guarda se encuentra imposibilitado para poder realizar este tipo de actividades, dedicándose casi exclusivamente a labores de vigilancia del puesto y el cobro de las licencias de pesca. Afortunadamente, en los primeros meses de 1998 hubo un aumento del personal de vigilancia establecido en el refugio, llegando a haber hasta seis guardas. El mantenimiento de esta presencia gubernamental en la zona de Barra del Colorado puede reducir significativamente el problema de la cacería y de los trasmallos en ese área. Desgraciadamente, la presencia de la guardería del MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales) nicaragüense en el Refugio de Vida Silvestre Río San Juan, donde está situado San Juan del Norte y los humedales que lo rodean, es todavía menor.

2. Tráfico de embarcaciones a motor.

A menudo se cita al atropello de manatíes por embarcaciones a motor como uno de los principales problemas para la conservación de la especie. El énfasis puesto en este problema está motivado en gran medida por la experiencia de Florida, donde se sabe que las colisiones con botes constituyen la principal causa de mortalidad artificial de manatíes⁴⁷. Sin embargo, hay que tener cuidado de no extrapolar la problemática de conservación del manatí en Florida a nuestros países, porque se trata de realidades bien diferentes. Para poner en perspectiva el problema de las embarcaciones a motor en ambos lugares -Florida y

el área de estudio- podemos comparar los datos de las dos flotas. En el área de estudio hay una flota residente de embarcaciones a motor con alrededor de 350 botes³⁴. El caballaje medio de la flota es de 74 caballos de vapor y el máximo es de 300. Según cuentan los boteros del noreste de Costa Rica, y por lo que yo he visto, el tamaño de la flota y de los motores creció espectacularmente desde finales de los 80 hasta mitad de los 90. La densidad de tráfico es mucho mayor en el lado costarricense que en el nicaragüense. En la actualidad se encuentra bastante estabilizado el número de embarcaciones, al menos en el lado costarricense, aunque continúa aumentando su potencia. Pese a que el tamaño de la flota actual es muy superior al de hace 20 años, cuando debía haber un máximo de 20 botes a motor funcionando en la región, todavía está muy por debajo en densidad y caballaje de la flota existente en Florida. La densidad de embarcaciones a motor estimada para Florida es de unos 555 botes/km. de costa, mientras que en el área de estudio está alrededor de los 2,5 botes/km³⁴. Esta diferencia es demasiado grande como para asumir que el problema de las colisiones con embarcaciones a motor es similar en ambas zonas.

Entre los habitantes del noreste de Costa Rica existe una tendencia general a culpar al tráfico de embarcaciones a motor como la causa principal por la que los manatíes se han hecho raros en la zona. Sin embargo, la aparición de embarcaciones con motor fueraborda en la región no se da hasta principios de los años 80, creciendo rápidamente el número de embarcaciones y la potencia de éstas en los últimos tres años de esa década. Esta historia de aparición de los motores en la zona no coincide con la época en la que los mismos informantes dicen que los animales comenzaron a escasear (años 60 y 70). En cambio, sí que coincide con la época en que todavía quedaban más de una veintena de cazadores de manatí activos en la zona. Esto hace pensar que la principal causa de disminución de la población en tiempos pasados fue la cacería y no un tráfico de embarcaciones que todavía no existía.

A pesar de que el tráfico de botes no parece ser un problema tan grande en la zona como en otros lugares (v.g. Florida), tampoco hay que dejarlo de lado si se quiere conservar a la especie. En mis conversaciones con los pobladores locales escuché tres posibles casos de muertes de manatíes causadas por choques con embarcaciones a motor en los últimos 30 años. Uno de estos tres casos fue confirmado por varias personas y parece seguro. Los otros dos casos no están tan claros. Es difícil que un manatí muerto por una embarcación pase desapercibido en la región, debido a la baja corriente de la mayoría de los cursos de agua -lo que impide el rápido "lavado" de los cuerpos muertos- y la gran cantidad de observadores que pasan cada día por ellos. Por esto podemos asumir que los informes suministrados por los boteros locales son un buen reflejo del número total de casos de atropello de manatíes. Sin embargo, es posible que varios manatíes hayan sido heridos por botes sin llegar a morir y aparecer flotando en los canales, por lo que estos casos serían muy difíciles de verificar. El dueño de un hotel en Barra del Colorado me informó que pensaba que una de sus lanchas marinas de gran caballaje chocó en dos ocasiones diferentes con un manatí cerca de la desembocadura del río Colorado porque se sintió un choque fuerte y se vio abundante sangre en el agua.

Sin embargo el capitán del bote no vio al animal para confirmarlo. Otro capitán me contó de un choque similar que sintió en la zona de las hélices cuando circulaba a máxima velocidad en los alrededores del caño Sérvulo, en el Parque Nacional Tortuguero, impulsado por un motor de 115 caballos (suficiente como para matar a un manatí). Según él, debió ser un manatí por el tipo de choque que sintió y el oleaje que levantó. Con todo esto vemos que, aunque las cifras de mortalidad causada por motores no son muy altas (por ejemplo, comparadas con las cifras de cacería de hace veinte años), sí indican que el tráfico de embarcaciones a motor actúa como una causa de mortalidad añadida en la región.

Prácticamente todos los habitantes de la región con cierto conocimiento del manatí destacan que el ruido de los motores fueraborda espanta y molesta a estos animales. Si esto es cierto, el tráfico de embarcaciones a motor, aparte de herir o matar manatíes, puede estar desplazándolos de los cursos de agua que utilizan tradicionalmente. Pero ya hemos visto en el apartado de ecología del manatí que los botes no están excluyendo a los manatíes de sus zonas de alimentación, aunque posiblemente están favoreciendo el desarrollo de un comportamiento de alimentación nocturno. Es posible que los manatíes necesiten de cursos de agua silenciosos para descansar durante el día o para alimentarse, en el caso de ejemplares extremadamente tímidos. Por esto es una buena medida preventiva el restringir el acceso de embarcaciones a motor en áreas muy usadas por la especie y que no son rutas principales para el transporte de personas y mercancías en la región. Estos cursos de agua cerrados al tráfico servirían como santuarios para que los manatíes estén tranquilos en las horas de mayor tráfico. La ventaja de estos santuarios es que no tienen porque ser de gran tamaño, siempre y cuando se aplique con rigurosidad la exclusión de embarcaciones a motor. En ciertos lugares de Florida llevan años trabajando con este tipo de santuarios de pequeño tamaño (la mayoría de ellos son menores de una ha) con un enorme éxito. Estos santuarios han sido determinantes para que en el Refugio de Vida Silvestre de Crystal River se haya pasado de una población de manatíes de 30 a 300 individuos en los últimos veinte años.

Otra medida que puede ayudar a la conservación de la especie es el establecimiento de límites de velocidad en cursos de agua que son utilizados a menudo por los manatíes. El Parque Nacional Tortuguero, en Costa Rica, es un buen ejemplo en este sentido, ya que en ciertos lugares coinciden las mayores densidades de tráfico de la región y algunas de las zonas más utilizadas por los manatíes. Hasta el momento no existe ningún tipo de límite de velocidad para las lanchas que atraviesan diariamente este espacio protegido, lo que hace que éstas utilicen la máxima velocidad que les permite sus motores en su trayecto dentro del parque.

3. Contaminación.

Los cursos de agua habitados por los manatíes en la cuenca del río San Juan y los canales de Tortuguero reciben una de las mayores descargas de pesticidas agrícolas de Centroamérica. En cambio, la cuenca del río Indio está prácticamente limpia de estos tóxicos, ya que sus aguas no atraviesan áreas agrícolas importantes. La gran mayoría de los pesticidas presentes en los cursos de agua de la región procede de plantaciones situadas en territorio costarricense. Se estima que la tercera parte del volumen de los pesticidas importados a Costa Rica es usado en las plantaciones bananeras, estando éstas ubicadas mayoritariamente aguas arriba de los humedales ocupados por los manatíes en el área de estudio⁴⁸. Dentro de los cursos de agua a los que vierten plantaciones bananeras se encuentran los ríos Sarapiquí, Suerte, Sierpe, California, Parismina, Pacuare y Matiza. De hecho, son muy raros los humedales habitados por manatíes en Costa Rica que no reciben de una u otra manera los efluentes de plantaciones bananeras. El uso intensivo de pesticidas en las bananeras, su aplicación por vía aérea, el sistema de drenaje utilizado por las plantaciones y la elevada precipitación local, hacen que los cursos de agua cercanos a las plantaciones puedan ser contaminados por éstas^{48,49}. Debido a esto, en aguas del Parque Nacional Tortuguero y sus alrededores se han encontrado organofosforados de alta toxicidad como malathion, clorpirifos, ethoprop y terbufos en aguas, sedimentos y plantas acuáticas⁵⁰.

Los organofosforados son fuertes inhibidores de la colinesterasa en los animales, provocando la muerte por este efecto o por su acción en el sistema nervioso periférico⁵¹. Se sabe que tanto terbufos como ethoprop son altamente tóxicos para mamíferos y pueden intoxicarlos por vía oral o dérmica⁵². La aplicación en gránulos del terbufos en las bananeras debería prevenir daños sobre la fauna, pero las elevadas precipitaciones de la zona favorecen la entrada de este compuesto a los cursos de agua. Algunas de las mortandades de peces registradas en la zona en los últimos años pueden haberse debido a este compuesto, sin que se pueda detectar la sustancia culpable en análisis posteriores debido a su corta vida media⁵³.

En mis recorridos por el área de estudio pude comprobar en dos ocasiones la existencia de estas mortandades en los alrededores de la laguna de Pacuare y el caño Chiquero en Costa Rica, y escuché relatos de casos similares en la misma zona en otras épocas, junto con la laguna de Sierpe, caño Madre de Dios y río Suerte, todos ellos en Costa Rica. Todos los informantes coinciden en que estas mortandades suceden después de fuertes lluvias. Además, todos estos cursos de agua tienen canales de desagüe de plantaciones bananeras que abocan directamente a ellos, y todos ellos, excepto el Suerte, albergan núcleos de manatíes residentes. El que se haya encontrado malathion en plantas acuáticas es especialmente preocupante, ya que éstas sirven de alimento a los manatíes y la metabolización del malathion ingerido produce el malaoxon, un compuesto de aún mayor toxicidad⁵¹. Además de organofosforados, en las plantaciones de la región se utilizan carbamatos (sobre los que no conozco que se haya realizado ningún

estudio en la zona) y herbicidas. Estos últimos, aunque no afectan directamente a los manatíes, sí afectan de manera negativa a la vegetación de la que se nutren.

Los organofosforados y carbamatos pueden afectar a los manatíes por toxicidad directa más que por efectos crónicos debidos a la acumulación de los tóxicos en los animales⁵⁴. Estos compuestos no persisten o se acumulan significativamente en los tejidos de mamíferos, y normalmente se desintegran relativamente rápido en el ambiente. Por tanto, los manatíes se verán afectados por estos plaguicidas en aquellas circunstancias en que coincide en el tiempo y el espacio una aplicación intensa de tóxicos, a menudo ayudada por fuertes lluvias, con un grupo de manatíes alimentándose en un caño o laguna cercanos. En 1990 se encontró un manatí muerto cerca de Parismina al mismo tiempo que ocurrió una gran mortandad de peces en el río Matiza, a unos 35 km. de distancia³⁷. Podría ser que los mismos tóxicos que afectaron a los peces acabaron con la vida del manatí. El problema es que la corta vida de estos compuestos hace extremadamente difícil identificarlos como culpables de muertes de estos mamíferos, más aún cuando en la zona no existen mecanismos de respuesta frente a estos casos de mortandades de peces o manatíes que permitan identificar a la sustancia que causa las mortandades. El diseño e implementación de estudios que permitan evaluar el impacto de los plaguicidas sobre los manatíes aparece como una cuestión prioritaria para conservar la especie, no sólo en el área de estudio sino en otros países centroamericanos donde los manatíes y las bananeras comparten el mismo territorio. En este sentido se puede aprovechar la existencia de manatíes en el río Indio, donde no hay plaguicidas, para realizar análisis comparativos con los manatíes de Costa Rica.

En el lado positivo, en los últimos años y como consecuencia de la mala imagen ambiental de la industria bananera, se están desarrollando algunas iniciativas dirigidas a paliar, aunque no a anular, el impacto de los agroquímicos sobre el medio ambiente. Así varias compañías pequeñas y la multinacional Chiquita Brands se han incorporado al programa de Banana OK cumpliendo los criterios de producción desarrollados por la ONG conservacionista Rainforest Alliance. También Chiquita Brands está llevando a cabo una importante inversión en investigación de control biológico destinada a reducir en más de 70% el uso de plaguicidas⁵⁵.

El desarrollo de la industria minera del oro en la cuenca del río San Juan supone otra amenaza para la conservación de la especie en la región. Más de 700.000 has han sido solicitadas en concesión de exploración y explotación minera en la cuenca del río San Juan a ambos lados de la frontera⁵⁶. El método de extracción de mineral utilizado por estas compañías oreras es el de la minería a cielo abierto. Aparte de la destrucción de los bosques donde se desarrolla la extracción, este tipo de actividad produce una enorme cantidad de desechos altamente tóxicos (arsénico y metales pesados) que puede envenenar a los manatíes de la región o a la vegetación de la que éstos se alimentan⁵⁷.

4. Pérdida del hábitat.

Anteriormente hemos visto las características que reúnen los cursos de agua preferidos por los manatíes en la zona: abundancia de alimento en forma de vegetación acuática, elevada cobertura boscosa, aguas cálidas, profundas, de poca corriente, y con buena anchura. De aquí se deducen los procesos que pueden perjudicar o destruir el hábitat requerido por la especie: deforestación, erosión, sedimentación y alteración de cuencas y cauces para aumentar la velocidad de desagüe. Estas actividades están ocurriendo en el área de estudio y en las cuencas que vierten a ella. Ya vimos como entre el siglo pasado y el presente los manatíes dejaron de utilizar los ríos San Carlos y Sarapiquí, en Costa Rica. La historia de estos ríos ejemplifica el proceso que transforma a un río de un lugar apto para los manatíes a un hábitat inservible. El proceso comienza habitualmente con la deforestación. Ésta favorece la erosión de las orillas y los terrenos cercanos a estos ríos. Posteriormente las tierras erosionadas son transportadas a los cursos de agua provocando su sedimentación y pérdida de profundidad. Además de esto, la tala completa de los árboles en las orillas de los ríos con fuertes corrientes favorece el desmoronamiento de éstas y la creación de altos paredones carentes de vegetación de la que puedan alimentarse los manatíes. Finalmente, las aguas de los ríos contienen abundantes contaminantes urbanos y agrícolas en sus aguas.

Antes de que comenzara este proceso de destrucción, los ríos Sarapiquí y San Carlos debieron tener abundante vegetación que frenaba la corriente, servía de alimento a los manatíes y protegía las orillas de la erosión. Seguramente estos ríos eran más profundos, de corriente más regular, y debieron experimentar subidas y bajadas de nivel del agua graduales. Después de su alteración, los ríos Sarapiquí y San Carlos se han convertido en grandes “canales de desagüe”. En estos ríos el agua circula a gran velocidad, desmoronando las paredes, experimentando súbitas y bajadas de nivel bruscas, perdiendo profundidad cada año y trayendo además una buena cantidad de contaminantes. Los manatíes se encuentran ahora con que tienen que luchar con fuertes corrientes, que las orillas prácticamente carecen de comida y que hay playones donde pueden quedar peligrosamente varados. Como resultado de esto, la especie desaparece de estos ríos.

Este proceso de alteración del hábitat se ha dado en otros ríos costarricenses como el Reventazón-Parismina, el Pacuare y el Matina. Aunque no he encontrado informes sobre la presencia de manatíes en tiempos históricos en esos ríos, seguramente formaban parte de la distribución de especie antes de ser deforestados. En la actualidad estos ríos carecen de manatíes a pesar de que estos animales frecuentan las lagunas situadas aguas abajo de las mismas. La orilla costarricense del río San Juan está igualmente deforestada en su mayor parte, a pesar de pertenecer a un Refugio de Vida Silvestre Fronterizo. Afortunadamente, la orilla nicaragüense conserva su vegetación natural.

A los problemas causados por la deforestación hay que añadir la alteración de cuencas fluviales provocadas por los desagües de las plantaciones bananeras situadas aguas arriba del hábitat de los manatíes. El tipo de curso de agua preferido por los manatíes no es precisamente el más útil como desagüe de una plantación bananera. Estas plantaciones buscan cursos de agua que puedan desaguar rápidamente el exceso de agua de sus áreas cultivadas y que, por lo tanto, puedan tener rápidas bajadas del nivel del agua. En cambio, como hemos visto, los manatíes prefieren lugares con un nivel de agua más o menos constante y con poca corriente. En 1997 se detectó que varias fincas bananeras habían alterado la cuenca del caño Chiquero en Costa Rica. Previamente a estas alteraciones existía una laguna que constituía uno de los últimos refugios del manatí en el sur del área de estudio. En algún momento un grupo de fincas bananeras conectaron artificialmente al río Pacuare -con un caudal de agua muy superior- con el Chiquero para facilitar el desagüe de sus cultivos. Desde ese momento la parte final del Chiquero dejó de comportarse como una laguna de aguas calmas y comenzó a sufrir bruscas subidas y bajadas del nivel del agua que pueden hacer que el lugar deje de ser apto para los manatíes.

En general hay una tendencia a que los cursos de agua de la región se vayan haciendo cada vez menos profundos. Al perder profundidad, varios de estos humedales dejarán de ser hábitat apropiado para los manatíes. Como ejemplo de este proceso, en los mapas detallados del noreste de Costa Rica de los años 60 aparecían lagunas que actualmente han desaparecido o están aisladas del resto de los cursos de agua. Estas lagunas eran visitada asiduamente por los manatíes hace 20 o 30 años y en la actualidad son incapaces de albergar a estos animales. Este proceso de pérdida de profundidad de los humedales de la región puede ser debido a fuerzas naturales (la dinámica natural del sistema o los efectos del terremoto de 1991), a alteraciones artificiales (la deforestación y alteración de los cauces de aguas), o a la combinación de todas ellas.

PARTE V. DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA CONSERVAR LA ESPECIE.

1. Análisis de viabilidad poblacional.

El análisis de viabilidad poblacional, conocido generalmente como PVA, se concibió como una herramienta destinada a estimar el riesgo de extinción de una población. En los PVAs se crean modelos matemáticos que incorporan la información disponible sobre la población con el intento de recrear el funcionamiento de ésta en la realidad. Una vez se ha logrado “recrear” la realidad en términos matemáticos, se proyecta esta realidad hacia el futuro con el fin de predecir su comportamiento. Los principales resultados que se buscan con este tipo de análisis son la probabilidad de extinción y el tamaño de la población después de un tiempo dado. Cuando se creó este análisis se pensó que sería una excelente ayuda para los gestores de especies amenazadas, al informarles del riesgo que corre su población.

El primer problema de los PVAs yace en su misma concepción: asumen que la realidad se puede representar matemáticamente. El segundo problema se plantea cuando necesitamos “alimentar” al modelo matemático con información sobre como vive la población cuyo futuro queremos predecir. En ese momento nos damos cuenta de las enormes lagunas de conocimiento existentes y recurrimos a suposiciones sin verificar para poder construir nuestra representación de la realidad. Estos problemas hacen que los PVAs incorporen múltiples fuentes de error dentro de su engranaje matemático, por lo que nunca llegan a estimar correctamente el riesgo de extinción de una población.

El objeto de esta introducción sobre los análisis de viabilidad poblacional es explicar los resultados de un PVA realizado para la población de manatíes del área de estudio^{34,49}. Cuando la información procedente de los estudios de campo estuvo ordenada y analizada, observé que el conocimiento disponible sobre cómo viven los manatíes de la región era suficiente para desarrollar un PVA bien informado. ¿Por qué consideré que era suficiente?. Por un lado se conocía la distribución de la especie, la existencia de una metapoblación compuesta de tres subpoblaciones, de manera gruesa las principales amenazas que pesan sobre los manatíes y algunas otras cosas sobre la ecología de la especie en la zona. A esta información le pude añadir un regalo que venía de otra zona. Gracias a décadas de estudios en Florida, conocemos con bastante fiabilidad las características básicas de la biología de *Trichechus manatus*. Estos estudios aportan información como: número de crías por camada, edad a la que una hembra comienza a reproducirse, tiempo de gestación y crianza, longevidad, mortalidad en áreas protegidas, etc. La combinación de esta información sobre la biología de la especie con la disponible sobre la población a estudio creaba un banco de datos lo suficientemente completo como para hacer una recreación de la realidad que tuviera cierta credibilidad.

Obviamente, todavía hay muchas cosas sobre la población que se desconocen pero, ese precisamente era el interés de desarrollar un PVA. No se trataba de estimar con precisión el riesgo de extinción de la población de manatíes binacional, sino de detectar cuáles de las cosas que desconocemos son las que pueden determinar que los manatíes sobrevivan o perezcan en la zona. De este modo se podrían detectar futuras prioridades de investigación y gestión destinadas a conservar a los manatíes. El análisis de viabilidad poblacional serviría para identificar cuáles de las características de la población sobre las que tenemos incertidumbre (v.g. la tasa de migración de manatíes entre subpoblaciones, número de manatíes existentes en la zona, número de manatíes cazados, etc.) pueden ser determinantes para su futuro. Una vez identificadas estas características -denominadas *parámetros* en la jerga del modelaje matemático- se recomendaría que se enfatizara la investigación en ellas para determinar sus valores (v.g. determinar la tasa de migración entre poblaciones) o que se realizaran acciones de gestión para asegurar que alguno de estos factores no alcance valores que pongan a la población en peligro (v.g. disminuir la tasa de cacería de manatíes). Así se identificarían acciones prioritarias donde invertir recursos limitados sin tener que dispersar los esfuerzos en infinidad de acciones de menor importancia.

Para identificar estas prioridades se realiza un *análisis de sensibilidad*. En este tipo de análisis se van variando los valores incluidos en el modelo para cada uno de los *parámetros* sobre los que existe más incertidumbre y se observa el efecto que estas variaciones tienen sobre la probabilidad de extinción de la población. El objetivo es ver cuánto afecta a la realidad imitada por el modelo las variaciones de un parámetro determinado. Por ejemplo, en el PVA asigné valores al número de manatíes presentes en el noreste de Costa Rica, que iban de 31 a 61 individuos. Dentro de este rango de valores obtuve como resultado entre 2 y 10% de probabilidad de extinción de la metapoblación en 100 años. Para el margen de variación en el número individuos incluido en el análisis de sensibilidad no parece que tenga un gran efecto sobre la probabilidad de extinción. Esto indica que estimar con precisión el número de manatíes que existen actualmente no es tan relevante para la conservación de la población como quizás podíamos pensar inicialmente. Más aún cuando lo comparamos con lo que viene a continuación.

Anteriormente hemos visto que los manatíes están distribuidos en tres subpoblaciones, pero que desconocemos casi completamente hasta qué punto hay intercambio de individuos entre subpoblaciones. Para ver el efecto que la ignorancia de este factor puede tener sobre la supervivencia de la población, incluí a la tasa de migración entre subpoblaciones en el análisis de sensibilidad. Introduje probabilidades de migración individuales comprendidas entre 0.5 y 20% en el modelo matemático que representa a la metapoblación. Es un rango de variación muy grande, pero está en relación con lo poco que sabemos del comportamiento migratorio de los manatíes en la zona. Como

resultado de estas variaciones obtuve probabilidades de extinción de la población de manatíes del noreste de Costa Rica que iban desde el 0 al 60%. ¡Una enorme diferencia!. Dependiendo de cuanto se muevan los manatíes, el conjunto de la metapoblación está fuera de peligro o tiene una inaceptable probabilidad de extinguirse. Como resultado de este análisis se identificó como prioridad la necesidad de realizar estudios que ayuden a conocer los movimientos de manatíes entre subpoblaciones.

Aunque el PVA fue realizado principalmente para la población de manatíes del noreste de Costa Rica, sus conclusiones son válidas para toda el área de estudio. Entre los resultados más relevantes de este análisis destaca la gran sensibilidad de la población a la cacería, ya que la caza de dos manatíes por año puede poner en peligro a toda la población. Además sirvió para demostrar que no es posible conservar a los manatíes de un país si no se realizan actividades de conservación en el otro. El futuro de los manatíes de Nicaragua depende de lo que pase en Costa Rica y viceversa. Del análisis se desprende también que la especie es vulnerable a la extinción en la región y que se deben tomar medidas para su conservación antes de que la situación empeore y sea más difícil revertir las amenazas.

2. SI-A-PAZ: una excelente oportunidad para la conservación de la especie.

En 1988 los ministros de recursos naturales de Nicaragua y Costa Rica firmaron una carta de intenciones para propiciar el establecimiento de un Sistema Internacional de Áreas Protegidas para la Paz (SI-A-PAZ). La idea de SI-A-PAZ era crear un sistema de espacios protegidos binacional que sirviera para conservar la biodiversidad existente a ambos lados de la frontera. Este sistema se articuló alrededor de la cuenca de los ríos San Juan e Indio, y las llanuras de Río Frío y Tortuguero. En 1990 los presidentes de Nicaragua y Costa Rica firmaron un acuerdo donde se declaraba a SI-A-PAZ como el más importante programa de conservación para ambos países. A pesar de esta declaración de principios, a lo largo de la década el enfoque binacional de SI-A-PAZ ha ido languideciendo. Actualmente en Costa Rica casi no se habla de SI-A-PAZ, ni se utiliza como concepto operativo. En Nicaragua, donde sí se utiliza el término, implica generalmente los espacios protegidos del sudeste del país, sin incluir a los costarricenses.

En la actualidad el sistema de áreas protegidas situado a ambos lados de la frontera incluye el Refugio de los Guatuzos, la Reserva Indio Maíz y el Refugio de Vida Silvestre Río San Juan en Nicaragua; la Reserva Cerro Jardín, el Refugio de Vida Silvestre Fronterizo, el Refugio de Vida Silvestre de Barra del Colorado, el Parque Nacional Tortuguero, la Reserva Forestal Pacuare y el Humedal Nacional Matina-Cariari en Costa Rica, entre otros. Lo más interesante de este conjunto de áreas protegidas es que cubren más del 90% de los cursos de agua habitados por el manatí. Si en su momento los gestores de áreas protegidas de ambos países se hubieran propuesto crear una gran red de reservas para los manatíes -algo que no hicieron-, difícilmente lo hubieran hecho mejor. El conjunto de estas áreas protegidas constituye posiblemente la mayor extensión continua de hábitat apropiado para el manatí protegido legalmente en toda

Centroamérica. Esta es una oportunidad excelente para conservar a los manatíes que no se debe desaprovechar. Como hemos visto antes, la conservación de la especie en la región depende de la ejecución de acciones apropiadas a ambos lados de la frontera. Los manatíes del río San Juan y los canales de Tortuguero necesitan que SI-A-PAZ pase de las declaraciones de intenciones a convertirse en un sistema binacional de conservación operativo.

3. Acciones realizadas y acciones pendientes

Entre 1996 y 1999 se han realizado diferentes actividades relacionadas con la conservación de los manatíes en la región. Primeramente se realizaron estudios para determinar la situación de la especie, y este libro ha descrito los resultados obtenidos en ellos. Posteriormente con los datos obtenidos en estos estudios y la bibliografía disponible de otras zonas se diseñó un comic para niños sobre los manatíes de Centroamérica. La primera tirada de este comic ha sido repartida entre los niños del noreste de Costa Rica y se espera que pronto llegue a San Juan del Norte. Igualmente los estudiantes del Programa de Vida Silvestre de la Universidad Nacional de Costa Rica llevaron a cabo una obra de teatro sobre la problemática de conservación de los manatíes en las tres barras costeras de Costa Rica.

En general el proceso de conservación de la especie está más adelantado en Costa Rica que en Nicaragua porque fue en aquel país donde se comenzó a trabajar antes. Costa Rica tiene la ventaja de disponer de un Plan de Acción para la Conservación del Manatí en el país⁶⁰. Este Plan sirve de documento marco para las futuras acciones destinadas a conservar la especie. El documento, además de recopilar la información disponible sobre la especie en la zona, enumera acciones concretas que se deben ejecutar para asegurar la supervivencia del manatí en la región, propone instituciones encargadas de cada acción, define prioridades, estima la duración de las acciones y describe una posible estructura organizativa para la aplicación del Plan. La aceptación a nivel institucional y ejecución del Plan es el principal desafío pendiente para la conservación del manatí en Costa Rica.

Nicaragua carece de un plan nacional para la conservación de la especie. Sin embargo las acciones recomendadas para Costa Rica se pueden extender casi en su totalidad a la zona nicaragüense de los ríos San Juan e Indio, ya que la problemática es muy similar. Dentro de las acciones prioritarias para la conservación de la especie a ambos lados de la frontera se encuentran⁶⁰:

- 1) Creación de una estructura organizativa encargada de realizar acciones de conservación de la especie.
- 2) Control de la cacería y de la pesca con trasmallos.
- 3) Creación de santuarios que restrinjan el acceso de embarcaciones a motor y control de velocidad de éstas en ciertas áreas.
- 4) Control de vertidos tóxicos (especialmente en Costa Rica).

5) Control de deforestación y de la alteración de cuencas fluviales. Realización de actividades de reforestación.

Mención especial merece la necesidad de realizar estudios que permitan conocer mejor la biología de la especie en la región. Necesitamos observar el comportamiento de los manatíes en su ambiente natural. La mejor manera de lograr esta información es mediante la captura y posterior seguimiento con radiotransmisores de varios individuos, ya que, por su comportamiento esquivo, resulta imposible obtener buenos datos mediante observación directa de estos animales. A partir de ese momento realmente comenzaremos a entender como viven los manatíes del río San Juan y los canales de Tortuguero y podremos emprender con conocimiento de causa las acciones necesarias para su conservación.

CONCLUSIÓN.

En los últimos años nuestro conocimiento sobre los manatíes que habitan el río San Juan y los canales de Tortuguero ha mejorado significativamente. De pensar que estaban casi extintos hemos pasado a descubrir que en la zona habita un número importante de ellos. Sobre todo, sabemos que la especie está bien distribuida y que dispone de una gran extensión de hábitat apropiado. Más aún, este hábitat está incluido casi en su totalidad dentro de un gran sistema de áreas protegidas establecido a ambos lados de la frontera. Estos espacios protegidos constituyen la mejor herramienta disponible para asegurar la permanencia de este gran mamífero en la región.

Sin embargo, no basta con adoptar una actitud pasiva con respecto a la conservación de la especie basada en la declaración de espacios protegidos. Algunos de estos espacios carecen de una guardería mínima que asegure el cumplimiento de las leyes ambientales. Algunas amenazas llegan desde las cuencas fluviales externas a los espacios protegidos. La especie se encuentra en un equilibrio precario en el que, si bien no parece que un sólo factor vaya a causar su extinción, sí existen varias amenazas que, si no son controladas, pueden hacer que la población tienda a desaparecer. Se deben tomar medidas destinadas a conservar los manatíes antes de que la situación se torne crítica y sea demasiado difícil revertir las fuerzas que pueden llevarlos a la extinción. La población local debe ser informada de la existencia de una importante población de estos animales y de la necesidad de conservarlos. En este sentido los manatíes tienen media batalla ganada, ya que la gente simpatiza con ellos y no es indiferente a su desaparición.

Este libro describe los primeros pasos en el largo camino que debe llevar al mantenimiento en perpetuidad de estos animales únicos. Espero que dentro de unos años cuando el lector recorra estas páginas encuentre que gran parte de su contenido está desactualizado. Confío en que esa desactualización se deba a lo mucho que habremos aprendido sobre estos animales y a lo mucho que se ha avanzado para lograr su conservación. El caso opuesto: que el libro quede desactualizado porque los manatíes han desaparecido de la región, sería inaceptable. La región fronteriza entre Costa Rica y Nicaragua perderá gran parte de su belleza si los manatíes dejan de soplar en la superficie de sus aguas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Amigos de la Tierra, en general, y a Rafael García, en particular, su invitación para escribir este libro. Sin ellos este nunca se hubiera realizado.

Los dibujos de Carlos Espinoza han mejorado inmensamente la presentación esta obra. Gran parte de la información contenida en estas páginas procede de investigaciones de campo realizadas con el apoyo, a menudo desinteresado, de un gran grupo de personas e instituciones interesadas en la conservación del manatí y los humedales que habita. Las siguientes instituciones contribuyeron financieramente a estos estudios: Chiquita Brands; Agencia Española de Cooperación (AECI) a través de la beca Mutis; Unión Europea y el entonces llamado Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas (MIRENEM) de Costa Rica a través del Proyecto de Consolidación del Área de Conservación Tortuguero (PACTo); Servicio de Pesca y Vida Silvestre, y Departamento de Estado de los EE.UU. y la Convención Ramsar, a través de la iniciativa Humedales para el Futuro; Amigos de la Tierra, a través del Proyecto Corredor Biológico Fronterizo Costa Rica-Nicaragua y Idea Wild.

El equipo del Área de Conservación Tortuguero me apoyó para que realizase el trabajo en Costa Rica. Lo mismo hizo la Dirección General de Áreas Protegidas, Pesca y Fauna (DGAPPYF) de Nicaragua. Fernando y Lily Figuls de la Fundación Salvemos al Manatí de Costa Rica, me ofrecieron alojamiento, comida, combustible y hospitalidad mientras estuve en el pueblo de Tortuguero. El Dr. Bernard Nietschmann y la gente de UREP contribuyeron al buen comienzo del trabajo de campo.

Las siguientes personas mejoraron y enriquecieron los documentos que sirvieron de base a este libro: Chris Vaughan, Jorge Fallas, Joel Saenz, Emilio Vargas, Claudine Sierra, Mariana Altrichter y Javier Bustamante. Fabio Buitrago, Claudine Sierra, Mariana Altrichter y Rafael Díez revisaron y mejoraron los borradores iniciales.

Elier Tabilo, Roberval Tabares, Modesto Watson, Ángel y Claudine Sierra, Mariana Altrichter, Omar Laquis, Daniel Izquierdo y Germán Gómez colaboraron en la toma de datos de campo y la hicieron mucho más agradable. Dora Ingrid Rivera identificó las plantas que forman la dieta del manatí. La gente de las llanuras de Tortuguero y el río San Juan suministró gran parte de la información utilizada en este estudio. A todos ellos, muchas gracias.

REFERENCIAS Y NOTAS METODOLÓGICAS

1. Reynolds III, J.E. y D.K. Odell. 1991. Manatees and dugongs. Facts on File, New York. 192 pp.
2. Domning, D.P., L.G. Barnes, R.E. Fordyce y I.A. Koretsky. 1997. Evolution of marine mammals. Manuscrito sin publicar.
3. Domning, D.P. 1982. Evolution of manatees: a speculative history. *Journal of Paleontology* 56: 599-619.
4. García-Rodríguez, A.I., B.W. Bowen, D. Domning, A.A. Mignucci-Giannoni, M. Marmontel, R.A. Montoya-Espina, B. Morales-Vela, M. Rudin, R.K. Bonde y P.M. McGuire. 1998. Phylogeography of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*): how many populations and how many taxa?. *Molecular Ecology* 7: 1137-1149.
5. Best, R.C. 1983. Apparent dry-season fasting in Amazonian Manatees (Mammalia: Sirenia). *Biotropica* 15: 61-64.
6. Irvine, A.B. 1983. Manatee metabolism and its influence on distribution in Florida. *Biological Conservation* 25: 315-334
7. Best, R.C. 1981. Foods and feeding habits of wild and captive Sirenia. *Mammal Review* 11: 3-29
8. Marmontel, M. 1995. Age and reproduction in female Florida manatees. Páginas 98-119 en T.J. O'Shea, B.B. Ackerman y H.F. Percival, eds. Population biology of the Florida manatee. Information and Technology Report I. U.S. Department of Interior, National Biological Service, Washington D.C. 289 pp.
9. Hernandez, P., J.E., Reynolds, III, H., Marsh y M. Marmontel. 1995. Age and seasonality in spermatogenesis of Florida manatees. Páginas 84-97 en T.J. O'Shea, B.B. Ackerman y H.F. Percival, eds. Population biology of the Florida manatee. Information and Technology Report I. U.S. Department of Interior, National Biological Service, Washington D.C. 289 pp.
10. Best, R.C. 1982. Seasonal breeding in the Amazonian manatee, *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia). *Biotropica* 14: 76-78.
11. Powell, J.A. 1978. Evidence of carnivory in manatees (*Trichechus manatus*). *Journal of Mammalogy* 59: 442
12. Powell, J.A. 1996. The distribution and biology of the West African manatee (*Trichechus senegalensis* Link, 1795). United Nations Environmental Program, Regional Seas Program, Ocean and Coastal Areas. Nairobi, Kenya
13. Hartman, D.S. 1979. Ecology and behavior of the manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. American Society of Mammalogists, Special Publication No.5. 153 pp.
14. Lefebvre, L.W., T.J. O'Shea, G.B. Rathbun and R.C. Best. 1989. Distribution, status, and biogeography of the West Indian manatee. Páginas 567-610 en C.A. Woods, ed. Biogeography of the West Indies: past, present and future. Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida. 878 pp.
15. Reid, J. 1995. Chessie's most excellent adventure: the 1995 East Coast tour. *Sirenews* 24: 9-10.

16. Colmenero R., L. del C. 1984. Nuevos registros del manatí (*Trichechus manatus*) en el Sureste de México. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México 54(1983), serie Zoología 1: 243-254
17. O'Shea, T.J., M. Correa-Viana, M.E. Ludlow y J.G. Robinson. 1988. Distribution, status and traditional significance of the West Indian Manatee *Trichechus manatus* in Venezuela. Biological Conservation 46: 281-301.
18. Montgomery, G.G., Best, R.C. y Yamakoshi, M. 1981. A radio-tracking study of the Amazonian manatee *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia). Biotropica 13: 81-85.
19. NRCA/UNEP. 1994. Regional Management Plan for the West Indian manatee, *Trichechus manatus*. Kingston, Jamaica. 67 pp.
20. Whitehead, P.J.P. 1977. The former southern distribution of New World manatees (*Trichechus* spp.). Biological Journal of the Linnean Society 9: 165-189
21. LeBouef, B.J., K.W. Kenyon y B. Villa-Ramirez. 1986. The Caribbean monk seal is extinct. Marine Mammals Science 2: 70-72
22. Morgan, G.S. y C.A. Woods. 1986. Extinction and the zoogeography of West Indian land mammals. Biological Journal of the Linnean Society 28: 167-203.
23. Baughman J.L. 1946. Some early notices on American Manatees and the mode of their capture. Journal of Mammalogy 27:234-239.
24. Domning, D.P. 1980-81. Distribution and status of manatees *Trichechus* spp. near the mouth of the Amazon river, Brazil. Biological Conservation 19: 85-97
25. Domning, D.P. 1982. Commercial exploitation of manatees *Trichechus* in Brazil c1785-1973. Biological Conservation 22: 101-126
26. Stewart, R. 1995. Bribris, semillas de Sibö. Editorial Costarricense de Enseñanza Radiofónica. 80 pp.
27. Wilbert, J. 1970. Folk literature of the Warao Indians: narrative material and motif content. University of California, Los Angeles. Latin American Studies Series, 15. Citado en O'Shea, T.J., M. Correa-Viana, M.E. Ludlow y J.G. Robinson. 1988. Distribution, status and traditional significance of the West Indian Manatee *Trichechus manatus* in Venezuela. Biological Conservation 46: 281-301.
28. Kloos, P. 1971. The Maroni river caribs of Suriname. Assen: van Gorcum. Citado en Duplaix, N. y Reichart, H.A. 1978. History, status and protection of the Caribbean manatee *Trichechus m. manatus* in Suriname. Informe sin publicar presentado al Manatee Conservation Project, USFWS.
29. Duplaix, N. y H.A. Reichart. 1978. History, status and protection of the Caribbean manatee *Trichechus m. manatus* in Suriname. Informe sin publicar presentado al Manatee Conservation Project, USFWS.

30. Amigos de la Tierra. 1998. Plan de Manejo de la Reserva Indio Maíz. Managua, Nicaragua.
31. MIRENEM-UICN/ORCA-JAPDEVA. 1991. Estrategia de conservación para el desarrollo sostenible de Llanuras de Tortuguero. San José, Costa Rica.
32. Jiménez, I. 1998. Distribución y estado de conservación del manatí en el sudeste de Costa Rica. Apéndice III *en* Jiménez, I. Plan de Acción para la Conservación del Manatí en Costa Rica. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
33. Altrichter, M. e I. Jiménez. 1998. Caza y consumo de carne de monte en la comunidad de San Juan del Norte, Reserva Biológica Indio Maíz, Nicaragua. Informe técnico presentado a Amigos de la Tierra y Idea Wild. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 13 pp.
34. Jiménez, I. 1998. Ecología y conservación del manatí antillano (*Trichechus manatus*) en el noreste de Costa Rica. Base de datos de los humedales del noreste de Costa Rica asociada a un sistema de información geográfica. Tesis de Maestría en Manejo y Conservación de Vida Silvestre. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
35. Jiménez, I y M. Altrichter. 1998. Estado de conservación del manatí (*Trichechus manatus*) en la Gran Reserva Biológica Indio Maíz, Nicaragua. Informe técnico presentado a Amigos de la Tierra y Idea Wild. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 10 pp.
36. O'Donnell, D.J. 1981. Manatees and man in Central America. Ph.D. tesis, University of California, UCLA.
37. Reynolds III, J.E., W.A. Szelistowski y M.A. León. 1995. Status and Conservation of manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Costa Rica. *Biological Conservation* 71:193-196.
38. Roberst, O. 1827. A narrative of voyages and excursions on the east coast and in the interior of Central America. Edinburgh: constable and Co. Citado *en* O'Donnell, D.J. 1981. Manatees and man in Central America. Ph.D. tesis, University of California, UCLA.
39. Frantzius, A. 1892. Los mamíferos de Costa Rica. Traducción de Roberto Cortés *en* Francisco Montero Barrantes. Geografía de Costa Rica. Barcelona: Tip. lit. de J. Cunill Sala. Citado *en* O'Donnell, D.J. 1981. Manatees and man in Central America. Ph.D. tesis, University of California, UCLA.
40. Bovallius, C. 1977. Viaje por Centroamérica (1881-1883). Traducido por C. Vigil Tardón. Fondo de Promoción Cultural del Banco de América. Managua, Nicaragua. 317 pp.
41. Barret, O.W. 1935. Notes concerning manatees and dugongs. *Journal of Mammalogy* 16: 216-220
42. Para obtener esta información utilicé tres métodos: 1) búsquedas y esperas silenciosas de manatíes desde una canoa de fibra de vidrio, 2) búsquedas de rastros de alimentación de la especie sobre vegetación acuática, y 3) entrevistas a habitantes y visitantes de la región. Los estudios constaron de nueve meses de trabajo de campo repartidos entre junio de 1996 y agosto de 1998. Observé manatíes en siete ocasiones y los escuché resoplando de noche cerca de mi canoa en otras dos ocasiones. Recopilé 332 reportes de avistamientos y encontré los rastros del animal en más de 50 lugares en 120 ocasiones. En todas mis visitas al área de estudio encontré a alguna persona que había visto un manatí en la última semana. Para más detalles sobre la metodología empleada se pueden leer las referencias 34 y 35.

43. Al agrupar mis avistamientos de manatíes con los reportados por los habitantes obtuve 126 casos de avistamientos de manatíes con hora conocida. De éstos, 74 ocurrieron temprano por la mañana (6-9 horas) o al final de la tarde (15-18 horas) y 44 ocurrieron en pleno día (9-15 horas) ($G=7.24$, $p<0.01$). En este sentido, nada hace pensar que haya un sesgo en el número de observadores presentes en los cursos de agua en las diferentes horas del día. En cambio, no incluí en el análisis los avistamientos realizados durante la noche, porque el número de casos (8) fue muy bajo debido a que poca gente se encuentra en los cursos de agua a esas horas.
44. Dentro del conjunto de avistamientos de manatíes recopilado en el área de estudio hay 47 casos con hora y fecha conocidas en 1996 y 1997, lo que permitió determinar el estado de la marea en el momento en que se vio a un manatí en la superficie. Dentro de estos casos no detecté ninguna relación entre los avistamientos de manatíes y la altura del nivel del agua marcado por la tabla de mareas local, pero sí se observa un mayor número de avistamientos en los momentos en que la marea estaba subiendo ($G= 6.305$, $p<0.025$), lo que confirma la creencia popular de que los manatíes aprovechan las subidas de marea para desplazarse o alimentarse.
45. Realicé un estudio sobre las variables de hábitat que explican el uso de cursos de agua por los manatíes en el área de estudio. Para esto medí una serie de variables de hábitat y determiné la presencia o ausencia de manatíes en 87 cursos. Las variables de hábitat medidas durante el estudio fueron: 1) profundidad del curso de agua, 2) visibilidad del agua, 3) salinidad, 4) temperatura, 5) velocidad de la corriente, 6) ancho del curso de agua, 7) abundancia de vegetación acuática total, 8) abundancia de vegetación acuática emergente, 9) abundancia de vegetación acuática flotante, 10) cobertura boscosa de las orillas, y 11) tráfico de embarcaciones. Luego desarrollé modelos lineales generalizados (GLMs) para describir matemáticamente la relación existente entre estas variables y la probabilidad de que los manatíes utilicen un curso de agua. Estos modelos sirven también para poner a prueba la significancia de la relación entre variables ambientales y la presencia de la especie. Así pude identificar las variables ambientales que mejor explican que haya manatíes en un curso de agua, y describir el hábitat más utilizado por la especie. Para más detalles sobre este estudio, consultar la referencia 34.
46. Weber Rosas, F.C. 1994. Biology, conservation and status of the Amazonian Manatee *Trichechus inunguis*. Mammal Review 24: 49-59
47. Ackerman, B.B., S.D. Wright, R.K. Bonde, D.K. Odell, y D.J. Banowetz. 1995. Trends and patterns in mortality of manatees in Florida, 1974-1991. Páginas 223-258 en T.J. O'Shea, B.B. Ackerman y H.F. Percival, eds. Population biology of the Florida manatee. Information and Technology Report I. U.S. Department of Interior, National Biological Service, Washington D.C. 289 pp.
48. Castillo, L.E., C. Ruepert, E. Solís y E. Martínez. 1994. Environmental impact of pesticide use in a tropical aquatic ecosystem. Case study in a banana plantation in Costa Rica. Poster presentado en el VIII Congreso Internacional de Química de Pesticidas, UIPAC, Washington DC, Julio de 1994. 5pp.
49. Hilje, L., L. Castillo, L.A. Thrupp y I. Wesseling. 1987. El uso de plaguicidas en Costa Rica. Editorial Heliconia/EUNED. Costa Rica. 150 pp.
50. Jiménez, I. 1995. Presencia de contaminantes en el Parque Nacional Tortuguero y su posible impacto sobre el manatí (*Trichechus manatus*). Manuscrito sin publicar. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
51. Peterle, T.J. 1991. Wildlife Toxicology. Van Nostrand Reinhold. 332 pp.

52. Smith J.G. 1987. Pesticide use and toxicology in relation to wildlife: organophosphorus and carbamate compounds. US Fish & Wildlife Service. Resource Publication 170.
53. Castillo, L.E., C. Wesseling, C.C. Hidalgo, S. Mora y V. Bravo. 1989. Diagnóstico sobre el impacto de los plaguicidas en América Central: informe de Costa Rica. Universidad Nacional.
54. Thomas J. O'Shea, U.S. Geological Service, Fort Collins, Colorado, USA. 1999. Comunicación personal.
55. Manuel Madrid, Chiquita Brands, San José, Costa Rica. 1998. Comunicación personal
56. AECO. 1996. Panorama de la minería a cielo abierto en Costa Rica. Manuscrito sin publicar. San José, Costa Rica.
57. van Bennekon, S. 1996. Mining in tropical regions. The Netherlands Committee for IUCN, Amsterdam. 72 pp.
58. Para realizar el PVA utilicé el programa VORTEX 7.4. Este programa tiene las siguientes ventajas que lo hacían apropiado para el caso: 1) se trata de un programa fácilmente disponible, ampliamente probado y continuamente actualizado, 2) está pensado para modelar pequeñas poblaciones de grandes vertebrados, y 3) permite incluir el componente espacial y de estructura de edades en el modelo. El programa VORTEX simula la supervivencia y reproducción de cada individuo de la población a lo largo de años sucesivos mediante el método Monte Carlo (Lacy 1993⁵⁹). El programa incluye en cada simulación los efectos de procesos determinísticos y estocásticos (ambientales, demográficos y genéticos) sobre la población a estudio. Primero ejecuté una simulación con los parámetros básicos representativos de la mejor información disponible con respecto a la población a estudio. El tiempo elegido para proyectar la población en el futuro fue de 100 años. Posteriormente al desarrollo del modelo básico de PVA, efectué un análisis de sensibilidad del modelo con aquellos parámetros poblacionales sobre los que existe un mayor grado de incertidumbre. Dentro del análisis de sensibilidad incluí los siguientes parámetros: tamaño inicial de la población, probabilidad de migración entre subpoblaciones, mortalidad añadida a la migración, variación ambiental, estructura de edades inicial, capacidad de carga de las diferentes subpoblaciones, cacería en Barra del Colorado y cacería en Nicaragua. Para más detalles, consultar la referencia 34.
59. Lacy, R.C. 1993. VORTEX: A computer simulation model for population viability analysis. *Wildlife Research* 20: 45-65.
60. Jiménez, I. 1998. Plan de Acción para la Conservación del Manatí en Costa Rica. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 119 pp.