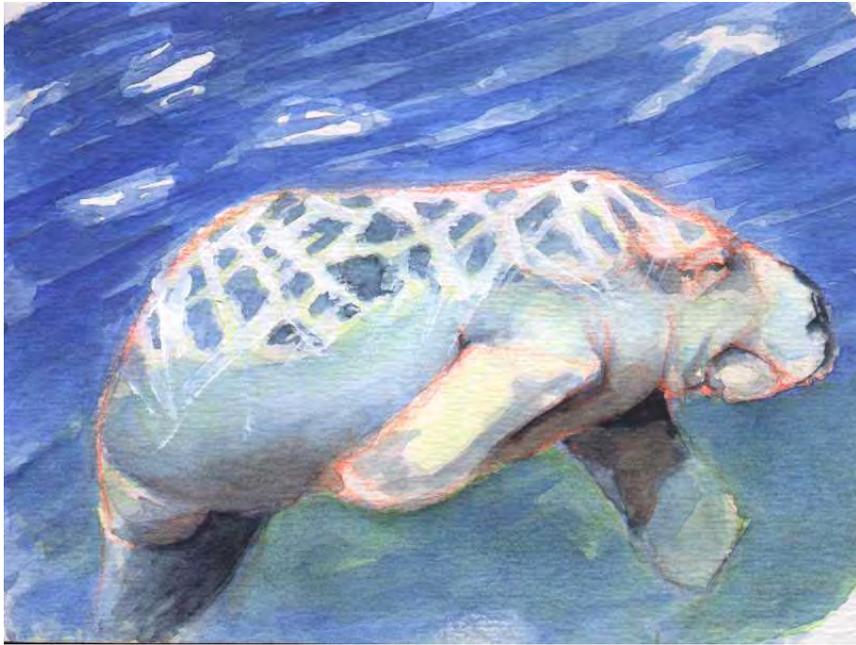


Análisis de la Viabilidad Poblacional y del Hábitat del Manatí en la Costa Atlántica de Costa Rica

Informe Final



20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

En colaboración con



Patrocinado por
Sea World Adventure Parks



Orlando, San Antonio, & San Diego

"CBSG, SSC y UICN, promueven talleres y otros foros para el análisis y consideración de problemas relativos a la conservación, y considera que los informes de estas reuniones son de gran utilidad cuando son distribuidos extensamente.

Las opiniones y recomendaciones expresadas en este informe reflejan los asuntos discutidos y las ideas expresadas por los participantes del taller y no necesariamente refleja la opinión o la posición de CBSG, SSC o UICN".

Una contribución del Grupo de Especialistas en Conservación y Reproducción SSC/UICN.

Rodríguez, J. Arguedas, R., Traylor-Holzer, K. Rodríguez, J.E., Matamoros, Y. (Editores). 2006. Análisis de la Viabilidad Poblacional y del Hábitat del Manatí en la Costa Atlántica de Costa Rica. Informe Final. 20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Grupo de Especialistas en Conservación y Reproducción SSC/UICN, Apple Valley, MN.

Additional copies of this publication can be ordered through the IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, 12101 Johnny Cake Ridge Road, Apple Valley, MN 55124. E-mail: office@cbsg.org Website: www.cbsg.org

Copyright© CBSG 2006

CONTENIDOS

Sección I

Resumen Ejecutivo y Recomendaciones

Sección II

Executive Summary and Recommendations

Sección III

Agenda Desarrollada

Sección IV

Objetivos de los Participantes

Sección V

Contribuciones de los Participantes

Sección VI

Retos para la Conservación del Manatí
en los Próximos 25 Años

Sección VII

Informe Grupo Biología y Modelaje

CONTENIDOS

Sección VIII

Informe Grupo Hábitat

Sección IX

Informe Grupo Comunidad

Sección X

Presentación PROMAR

Javier Rodríguez F.

Sección XI

Presentación Ecología y Conservación de los manatíes

(*Trichechus manatus*) del Río Tortuguero

Angie Alvarado T.

Sección XII

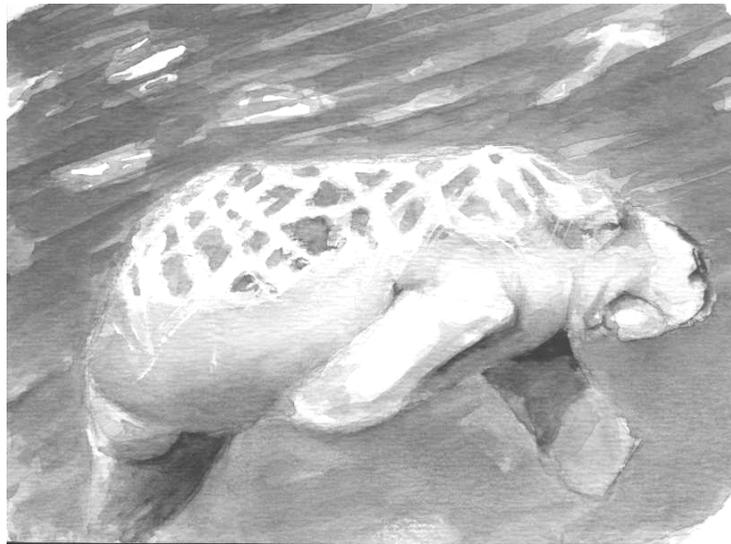
Hoja para una Base de Datos

Sección XIII

Lista de Participantes

Análisis de la Viabilidad Poblacional y del Hábitat del Manatí en la Costa Atlántica de Costa Rica

INFORME FINAL



20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Sección I
Resumen Ejecutivo y Recomendaciones

RESUMEN EJECUTIVO Y RECOMENDACIONES

Los manatíes se encuentran en los canales de Tortuguero y el Río San Juan en el norte de la costa Caribe de Costa Rica. Menos de 100 manatíes quedan en esta parte de Costa Rica. Esta pequeña población de reproducción lenta, es extremadamente vulnerable a la pérdida de tan solo pocos animales; incluso la muerte de una hembra cada año puede conducir a la población a la extinción. En el pasado, los manatíes eran muy apreciados por los cazadores locales debido a su carne, su grasa y su piel, y, aunque actualmente están protegidos, la sedimentación y la contaminación de los canales del río y el tráfico de embarcaciones amenazan a esta población críticamente amenazada. El grupo de especialistas en Conservación y Reproducción (CBSG) de la Comisión de Sobrevivencia de especies de la UICN, fue invitado por el Área de Conservación Tortuguero y PROMAR, una ONG dedicada a la conservación de mamíferos marinos, para ayudar con el análisis de las amenazas para esta especie y establecer una estrategia de conservación.

Con el apoyo de Sea World, CBSG, FUNDAZOO, el Área de Conservación Tortuguero y PROMAR, organizaron el taller en el Parque Nacional Tortuguero. Del 20 al 24 de Agosto del 2004, 28 personas representando a 19 instituciones se dedicaron a aprender sobre el manatí y su hábitat, y a analizar las amenazas a su población. Los participantes del taller recomendaron estrategias para minimizar el impacto de los humanos en los manatíes en Costa Rica.

Las principales amenazas para esta especie son:

Biología

Ausencia de datos confiables sobre el tamaño de las poblaciones, el número de subpoblaciones, y la capacidad de carga del hábitat.

Desconocimiento sobre tasas de mortalidad y natalidad.

Ausencia de información sobre fisiología reproductiva en Costa Rica: edades mínimas y máximas de parto, frecuencia de partos dobles, edad mínima de la primera cópula en machos y hembras, éxito reproductivo en machos y determinación de ciclo estral.

Hábitat

Escasa información sobre el hábitat.

Navegación

Sedimentación.

Contaminación por sustancias químicas.

Deforestación

Catástrofes naturales.

Comunidad

Reducción de la masa de agua de los canales por sedimentación y efectos naturales (terremoto).

Contaminación por:

Mal manejo de los desechos
Sólidos
Agroquímicos
Aguas negras
Sedimentación
Derrames de hidrocarburos

Poblaciones humanas que causan daños o impactos a las poblaciones de manatí y su hábitat:

Cacería
Botes
Construcción de nuevos canales.
Carencia de información por parte de la comunidad con respecto al manatí y no se visualiza como fuente de riqueza (turismo).
Desconocimiento de la abundancia y ubicaciones de las poblaciones e individuos.

Recomendaciones:

Biología

Iniciar un programa de investigación sistemático que permita establecer datos básicos para el manejo y conservación del manatí.
Reducir la mortalidad anual de manatíes por colisiones con botes y cacería. La reducción anual de dos muertes puede significar la supervivencia de la especie a largo plazo.
Estudiar la fisiología reproductiva del manatí, incluyendo la información que puede ser obtenida de necropsias.

Hábitat

Establecer una base de datos del hábitat con información disponible, repartirla entre los participantes del taller y determinar los vacíos de información para dirigir la investigación en el parque en un futuro cercano.
Establecer las regulaciones para tráfico acuático en el hábitat del manatí.
Estudiar los procesos de sedimentación en el hábitat del manatí, monitorearlos, y tener una reunión con las autoridades que manejan las cuencas en las tierras altas para establecer un proceso para reducirla.
Analizar la contaminación del agua y las fuentes de alimentación de los manatíes.

Comunidad

Enseñar a la gente de las comunidades sobre cómo reportar los avistamientos.
Realizar una recopilación de toda aquella legislación relacionada con la protección del manatí y su hábitat.
Utilizar programas de radio y televisión para dar a conocer la situación del manatí y las acciones que promuevan su conservación.
Designar un día como “Día del Manatí y su Hábitat” con el objetivo de realizar acciones que promuevan su conservación.
Diseñar paquetes de turismo para motivar a los pobladores para la conservación de la especie

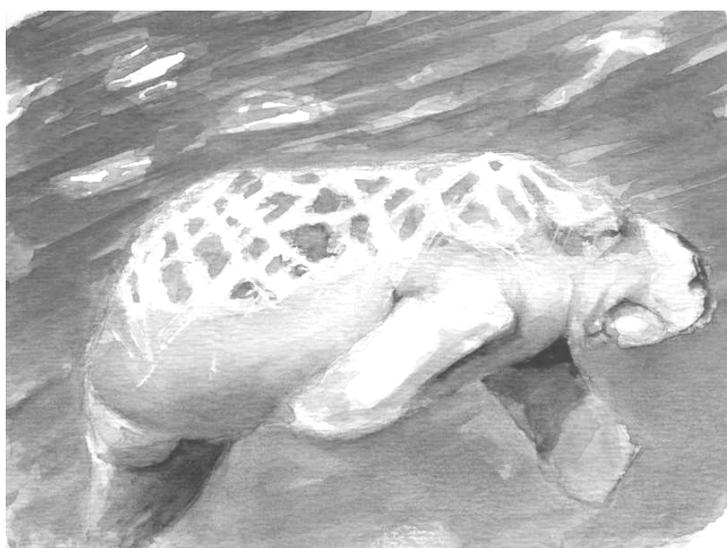
Si las acciones propuestas son implementadas, la población del manatí puede crecer hasta la capacidad de carga y se podría permitir la migración de más individuos, todo esto será en beneficio de la población de manatí del Caribe norte de Costa Rica.

Durante el taller, los participantes acordaron tomar las responsabilidades personales para la implementación de las recomendaciones. El personal del Área de Conservación Tortuguero incorporó inmediatamente las recomendaciones en su plan de trabajo semestral. PROMAR está tratando de buscar fondos para financiar las acciones propuestas, y FUNDAZOO está trabajando con los profesores del Ministerio de Educación para realizar un curso sobre especies amenazadas y para educar a los visitantes del zoológico sobre cómo su comportamiento impacta a los manatíes y su ambiente.

El Área de Conservación Tortuguero tiene ahora una Estrategia de Conservación del Manatí con las necesidades y acciones priorizadas, las cuales ayudarán en la evaluación de proyectos y la conservación de actividades para los manatíes en Costa Rica.

Análisis de la Viabilidad Poblacional
y del Hábitat del Manatí en la
Costa Atlántica de Costa Rica

INFORME FINAL



20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Sección II
Executive Summary and Recomendations

EXECUTIVE SUMMARY AND RECOMMENDATIONS

Manatees are found in the channels of Tortuguero and San Juan Rivers along the northern Caribbean coast of Costa Rica. Fewer than 100 manatees are believed to remain in this part of Costa Rica. This small, slow reproducing population is extremely vulnerable to the loss of only a few animals; even the removal of only two adult females each year can drive the population to extinction. In the past, manatees were prized by local hunters for their meat, blubber and skin and, although they are now protected, sedimentation and contamination of river channels and boat traffic threaten this critically endangered population. CBSG was invited by the Tortuguero Conservation Area and PROMAR, an NGO dedicated to marine mammal conservation, to assist in the analysis of threats to this species and to establish a conservation strategy for its preservation.

With the support of SeaWorld, CBSG, FUNDAZOO, Tortuguero Conservation Area and PROMAR organized a workshop in Tortuguero National Park. During September 20-24, 2004, 28 persons representing 19 institutions attended the workshop to learn about the manatee and its habitat, and to analyze the threats to this population. Workshop participants recommended strategies to minimize the impact of humans on manatees in Costa Rica.

The principal threats to this species are:

Biology

Lack of reliable data on population size, number of subpopulations, and habitat carrying capacity.

Lack of knowledge of reproductive and mortality rates.

Lack of information about manatee reproductive biology in Costa Rica, including the age of sexual maturity for males and females, maximum age of reproduction, frequency of twin births, reproductive success of males, and determination of the female's estrus cycle.

Habitat

Little information about the habitat

Navigation

Sedimentation

Contamination of chemical substances

Deforestation

Natural catastrophes

Community

Reduction of water in river channels due to sedimentation and natural effects (earthquakes).

Contamination by:

Poor waste management

Solids

Agricultural runoff

Sewage disposal
Sedimentation
Oil spills

Human populations impact the manatee population and its habitat through:

Hunting
Boats
Construction of new channels

Lack of knowledge in the community about the manatee. It is not seen as an opportunity to increase income (tourism).

Lack of knowledge about the location of manatee populations and individuals.

Recommendations:

Biology

Start a research program to determine basic information important for the management and conservation of the manatee, such as population size, number of subpopulations, reproductive and mortality rates, and causes of mortality.

Reduce the annual manatee mortality rate due to boat collision and hunting. Two fewer deaths per year would greatly increase the long-term survival of the species.

Study the reproductive biology of the manatee, including information that can be obtained from necropsies.

Habitat

Establish a manatee habitat database with the available information, distribute it among the participants of the workshop, and determine the gaps in information to direct the research in the park in the near future.

Establish regulations for river traffic in manatee habitat.

Study and monitor the sedimentation processes in manatee habitat, and have a meeting with the authorities that manage the basins in the highlands to establish a process to reduce sedimentation.

Analyze the contamination of water and food sources for manatees.

Community

Teach people in the community on how to report manatee sightings.

Compile all legislation related to the protection of the manatee and its habitat.

Use TV and radio programs to teach people about the manatee population situation and the actions that must be taken for its conservation.

Establish the Manatee and its Habitat Day to promote its conservation.

Design tourism packages to motivate the human population to conserve the species.

If the actions proposed are implemented, the manatee population could grow to carrying capacity and allow the immigration of additional manatees, all of which will be beneficial to the manatee population in the Costa Rican North Caribbean.

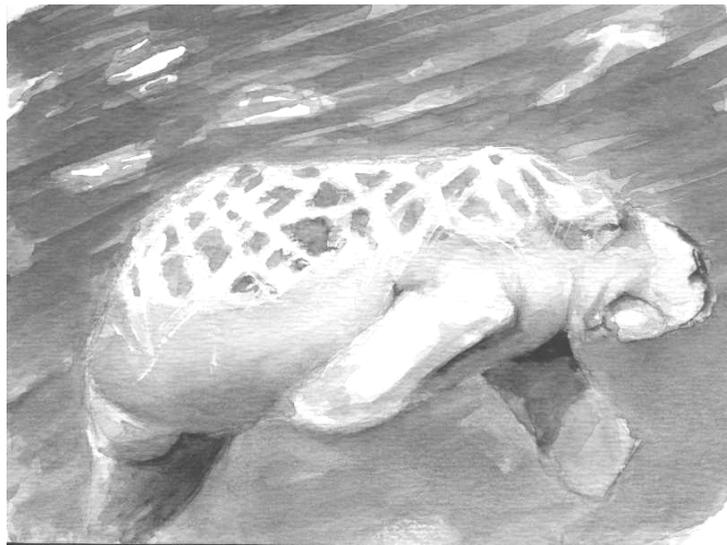
During this workshop, the participants committed to take personal responsibilities for the implementation of these recommendations. The staff of Tortuguero Conservation Area

immediately incorporated the recommendations into their biannual work plan. PROMAR is attempting to find funds to finance the proposed actions, and FUNDAZOO is working with teachers in the Education Ministry to conduct an endangered species course and to educate zoo visitors on how their behavior impacts manatees and the environment.

Tortuguero Conservation Area has now a Manatee Conservation Strategy with prioritized needs and actions that will aid in evaluating research projects and organizing conservation activities for manatees in Costa Rica.

Análisis de la Viabilidad Poblacional y del Hábitat del Manatí en la Costa Atlántica de Costa Rica

INFORME FINAL



20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Sección III
Agenda Desarrollada

**Análisis de la Viabilidad de la Población y
del Hábitat del Manatí (*Trichechus manatus*)**

PHVA

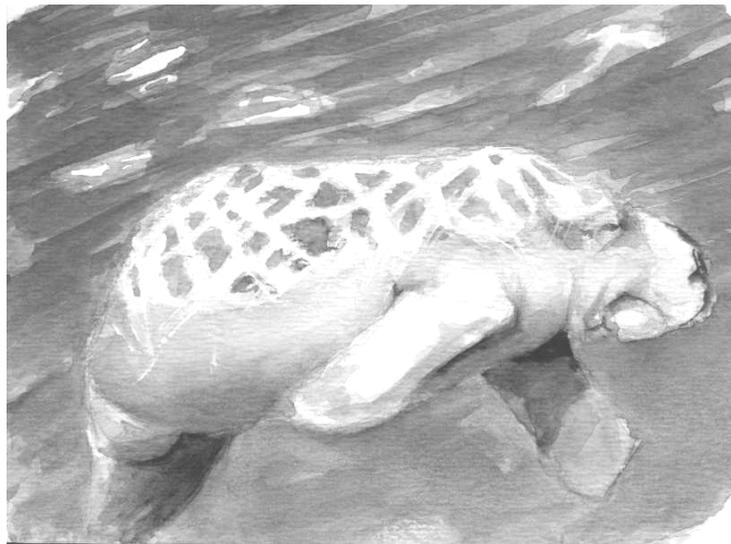
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Programa tentativo

Setiembre 20	6:00 a.m.-12:00 m.d.	Traslado San José, Tortuguero
	2:00 p.m.	Inauguración Palabras de bienvenida Eduardo Chamorro, Administrador PN Tortuguero
	2:15- 2:45 p.m.	Situación del Manatí en Costa Rica, Javier Rodríguez- PROMAR
	2:45 p.m.-3:00 p.m.	Café
	3:00 p.m.-3:30 p.m.	Charla: Plan de Acción Barra del Colorado, Marco Bolaños
	3:30 p.m.-4:00 p.m.	Presentación CBSG, Kathy Traylor-Hozler
	4:00 p.m.-4:30 p.m.	Definición de las amenazas del Manatí y objetivos para su conservación
	4:30 p.m.-5:00 p.m.	Establecimiento de los grupos de trabajo
	5:00 p.m.-6:00 p.m.	Trabajo en grupos
Setiembre 21	8:00 a.m.-8:30 a.m.	Charla Plan de Manejo del ACTo
	9:00 a.m.-10: 00 a.m.	Trabajo en Grupos-Tarea I
	10:00 a.m.-10:30 a.m.	Café
	10:30 a.m.-12:30 a.m.	Trabajo en grupos
	12:30 a.m.-1:30 p.m.	Almuerzo
	1:30 p.m.- 3:30 p.m.	Plenaria-Tarea I
	3:30 p.m.-4:00 p.m.	Café
	4:00 p.m.-5:30 p.m.	Trabajo en grupos
Setiembre 22	8:00 a.m.-8:30 a.m.	Charla: El Manatí como herramienta para la conservación integrada de los humedales y los bosques del Río San Juan y las Llanuras de Tortuguero, Carlos Espinoza
	9:00 a.m.-10: 00 a.m.	Plenaria
	10:00 a.m.-10:30 a.m.	Café
	10:30 a.m.-12:30 a.m.	Trabajo en grupos
	12:30 m.d.-1:30 p.m.	Almuerzo
	1:30 p.m.- 3:30 p.m.	Trabajo en grupos
	3:30 p.m.-4:00 p.m.	Café
	4:00 p.m.-5:30 p.m.	Plenaria
Setiembre 23	8:00 a.m.-10:00 a.m.	Trabajo engrupos
	10:00 a.m.-10:30 a.m.	Café
	10:30 a.m.-12:30 a.m.	Trabajo en grupos
	12:30 m.d.-1:30 p.m.	Almuerzo
	1:30 p.m.-3:30 p.m.	Plenaria
	3:30 p.m.-4:00 p.m.	Café
	4:00 p.m.-5:30 p.m.	Plenaria
	5:30 p.m.-6:00 p.m.	Clausura

Análisis de la Viabilidad Poblacional y del Hábitat del Manatí en la Costa Atlántica de Costa Rica

INFORME FINAL



20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Sección IV
Objetivos de los Participantes

OBJETIVOS DE LOS PARTICIPANTES

Conocer más de los problemas y soluciones para conservar el manatí. Crear un plan de manejo integral para la conservación de esta especie y su hábitat.

Fortalecer el conocimiento sobre la situación de la población de la zona. Que se establezcan estrategias de conservación para el manatí y su entorno. Reforzar y mejorar las tácticas de manejo y poder controlar de una manera más eficaz la industria hotelera de la zona en cuanto al tránsito de botes en ciertas áreas importantes para la especie. Compartir datos, conocimientos.

Llegar a un acuerdo entre todas las partes para hacer un estudio de la realidad de la cantidad poblacional y calidad de hábitat. Aprender información básica sobre el manatí.

Con este taller pretendemos crear una coalición que se integre al estudio poblacional de los manatíes, con el fin de que se tenga una clara conciencia de la realidad de este mamífero.

Tener un conocimiento general sobre las amenazas existentes sobre el manatí, analizando las diferentes experiencias y su aplicación e importancia para la realidad nacional sobre el tema.

Conocer más sobre este animal, los problemas que le están dificultando su existencia y ponen en peligro su especie. Búsqueda de la forma en la cuál se pueda ayudar a los mismos para su sobrevivencia.

Aprender más sobre la historia natural del manatí y el impacto de las actividades humanas sobre este. Quiero que se logre una estrategia realizable para la conservación de la especie.

Conocimientos sobre esta especie, me gustaría que se lograra descubrir como está su población, y la forma en que se puede aumentar el número de individuos.

El tener conocimiento sobre la especie y como conservarla.

Conocer a fondo la problemática de los manatíes. Lograr realmente algo positivo para el fortalecimiento de las poblaciones o individuos de la especie, en lo que definitivamente tienen que estar involucradas las poblaciones humanas aledañas para su conocimiento, educación, protección y conservación.

Aprender mucho sobre el manatí, y cómo se puede colaborar de la mejor y más viable forma para su estudio, cuidado y protección. Deseo que se logre un buen plan para que se tome más importancia y atención.

Poder tener la primera versión de un plan de manejo del manatí como parte integral del plan de manejo de las diferentes áreas donde habita con la participación de las comunidades involucradas.

Conocer acerca del hábitat, enfermedades que pueden afectar al manatí, y más importante, las implicaciones que representa para esta especie sobrevivir en un planeta cada vez más contaminado. Que se puedan realizar estudios sobre su fisiología, patología, etc. Entre más conocimiento se tenga mejor se enfrentan los problemas y se ayuda a la conservación de esta especie.

Realizar aporte de ideas para ayudar en la conservación y manejo del manatí. Aprender de otros grupos que participan en la misma. Ampliar el conocimiento sobre el manatí de manera integrada, por parte de diferentes grupos.

Delinear una estrategia de investigación con varias alternativas que permita estimar con precisión el tamaño de la(s) población(s) de manatíes en Costa Rica. Que esta estrategia esté acorde con las prioridades de investigación del Plan de acción definido para ACTO.

Adquirir mayor conocimiento y que podamos contar con información que nos ayude a implementar acciones de protección del recurso en la zona.

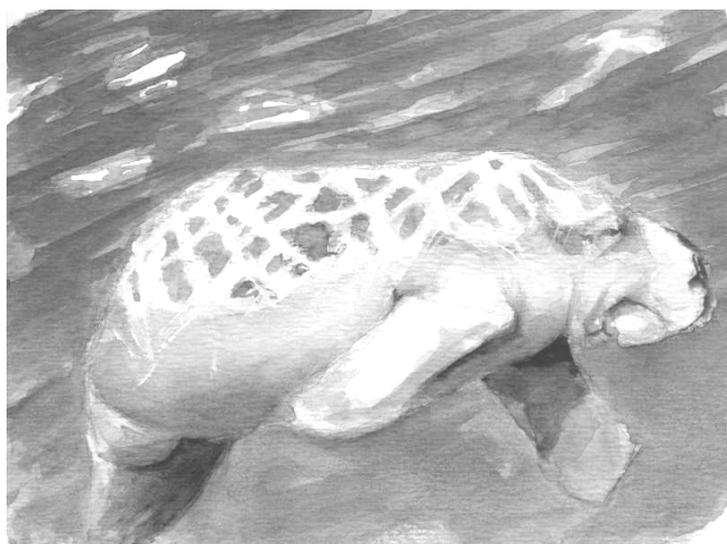
El establecimiento concreto y serio de una política de cooperación interinstitucional para la conservación del hábitat del manatí. Un insumo que oriente la formulación de políticas de manejo y conservación de los manatíes en ACTO.

Sensibilizar, conocer, analizar la información referente al manejo de poblaciones de manatíes.

Aprender más sobre los manatíes. Lograr una estrategia que promueva la conservación de los manatíes.

Análisis de la Viabilidad Poblacional
y del Hábitat del Manatí en la
Costa Atlántica de Costa Rica

INFORME FINAL



20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Sección V
Contribuciones de los Participantes

CONTRIBUCIONES DE LOS PARTICIPANTES

Experiencia en medicina veterinaria en zoológicos y un poco con el uso del VORTEX.

Con la experiencia de mi trabajo; aunque es pequeño, puede ser importante para mejorar las estrategias de conservación.

Por trabajar específicamente en el Caribe Sur (Gandoca-Sixaola) creo que puedo contribuir con algún tipo de recolecta de datos de esa zona. Coordinar giras a la zona.

En este taller personalmente quisiera contribuir con mi experiencia de casi siete años de trabajo en la zona, y lo que se ha producido a nivel institucional en el campo de la conservación.

Básicamente haciendo hincapié en las debilidades y fortalezas manifiestas en el manejo de otras especies, como experiencias que se deben evitar en el manejo del manatí.

Con todas las ideas que se puedan aportar.

Con mi capacidad para traducir inglés-español, mi conocimiento en conceptos biológicos y un poco de experiencia en el manejo del VORTEX.

Podría contribuir con la experiencia que he adquirido en la protección de tortugas marinas, así como encontrar lugares de alimentación en la zona.

Dedicando tiempo al conocimiento de la especie, y luego ayudando a la población a conservarla.

Con un plan de manejo eficaz para la protección y conservación del manatí, basado en la educación y responsabilidad de las comunidades aledañas.

Con ideas a corto plazo, en coordinación con los demás.

Me gustaría poder trabajar en el modelaje de los PHVA.

Conocimientos actuales en medicina veterinaria. En el futuro realizar estudios sobre enfermedades que afecten a la población.

Aporte de ideas. Aplicación de conocimientos aprendidos durante mis cursos de maestría.

Con alternativas de investigación, educación ambiental y manejo del manatí y su hábitat en Costa Rica.

Como funcionario del Ministerio del Ambiente y la Energía, es una obligación conservar, y educar a las comunidades aledañas para que adquieran mayor consciencia y se involucren en la protección del recurso.

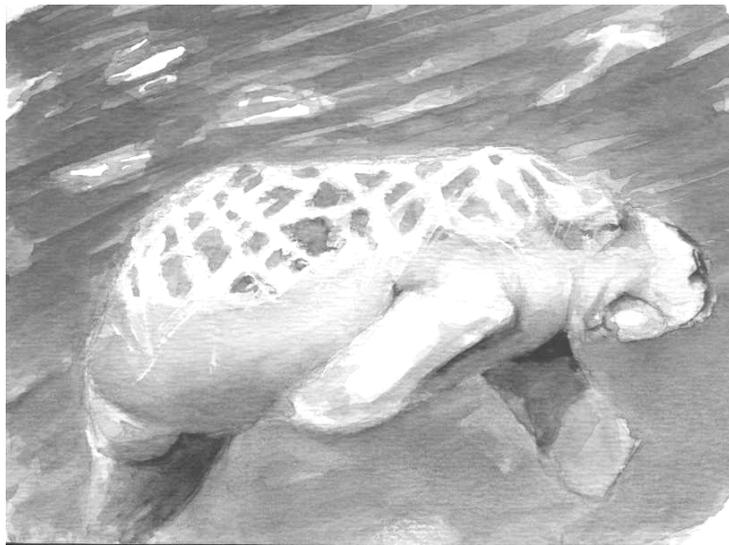
Con toda la información que cuenta el programa de investigaciones de ACTO.

Desde mi accionar, proponer estrategias que permitan la producción de material educacional comunitario. Muy a largo plazo político.

Colaborar con la estrategia de conservación en el área de educación ambiental.

Análisis de la Viabilidad Poblacional
y del Hábitat del Manatí en la
Costa Atlántica de Costa Rica

INFORME FINAL



20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Sección VI
Retos para la Conservación del Manatí
en los Próximos 25 Años

RETOS PARA LA CONSERVACION DEL MANATI EN LOS PROXIMOS 25 AÑOS

La dificultad de generar información científica específica. Poder conservar el hábitat. Educación.

El mayor reto es lograr proteger el animal y su hábitat contra las amenazas que podrían contribuir a su extinción. Trabajar duro en la parte de educación ambiental tanto formal como informal. Monitorear y controlar a las empresas turísticas. Hacer una buena planificación en cuanto a las zonas de tránsito de botes. Implementar el uso de motores eléctricos en canales importantes para la especie.

Concienciar a la población, hacer una buena legislación y hacerla cumplir, obviamente con una previa investigación o análisis.

El mayor reto para la conservación del manatí en el futuro es el conocimiento que podamos obtener con respecto a la realidad de su o sus poblaciones a nivel local, ya que no se puede determinar un plan de conservación si no conocemos cuál es su situación actual.

Recopilar información sobre su hábitat, poblaciones, amenazas, para luego definir estrategias de protección y conservación.

Concienciar a las personas, debido a que únicamente una vez que estas conozcan la importancia de las especies se podrán llevar a cabo las metas planteadas.

El reto es la poca información de historia natural como para plantear estrategias de manejo para la especie.

Disminuir la contaminación química así como la sedimentación.

La concientización de las poblaciones y con programa integral.

Aumento de la población humana que conlleva a la pérdida de hábitat, depredación y dependencia del manatí para sobrevivir, todo asociado a la información (educación) y los problemas socioeconómicos.

Conocer su hábitat, monitoreando los posibles grupos que puedan existir.

Cambiar la forma de pensar de las comunidades para que puedan visualizar el manejo de los recursos naturales de una forma más amigable.

El mayor reto es incrementar nuestros conocimientos sobre esta especie, y así poder transmitirlo a la población general. Concienciar a la población sobre las implicaciones que

representa para esta población de animales la contaminación y la destrucción del hábitat. Involucrar a los habitantes de la zona en su conservación.

Conocer cuál es el número de manatíes en el país y cómo ayudar para evitar la extinción de la especie.

Determinar cuál es el tamaño de población(es) estable para el manatí en el Caribe Norte y Sur y propiciar alcanzar ese tamaño poblacional.

Que se den políticas más claras tanto a nivel institucional como de la sociedad civil en un manejo más adecuado de las áreas de hábitat de la especie en lo que a conservación corresponde.

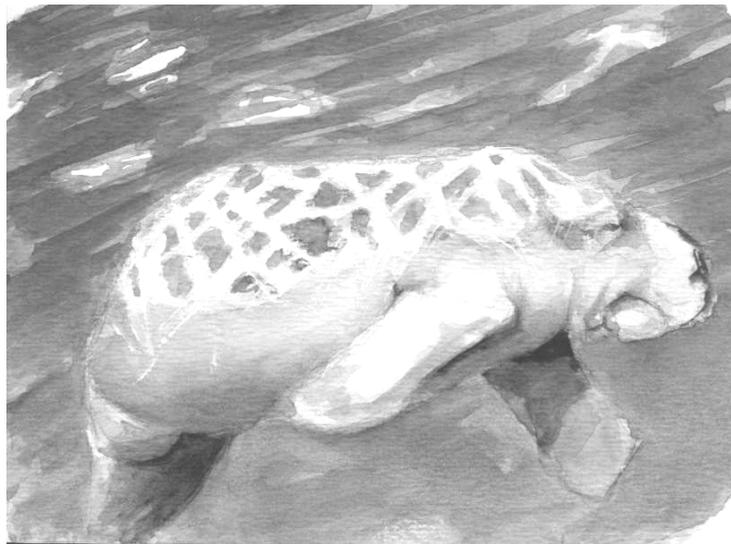
Conservación de su hábitat; mantener tal y como está al menos, los humedales donde habita el manatí.

Conocer la especie y educar a las comunidades y otros usuarios del ecosistema (hábitat) que comparten con los manatíes.

Problemas de contaminación y aumento del desarrollo turístico en la zona.

Análisis de la Viabilidad Poblacional
y del Hábitat del Manatí en la
Costa Atlántica de Costa Rica

INFORME FINAL



20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Sección VII
Informe Grupo Biología y Modelaje

GRUPO BIOLOGIA Y MODELAJE

Integrantes:

Randall Arguedas
Marco Bolaños
Aída Cháves
Alexander Gómez
Hellen Porras
Javier Rodríguez
Jorge Rodríguez
Rita Sandí
Kathy Traylor-Holzer

Problema 1

Ausencia de datos confiables: Del tamaño de las poblaciones y el número de subpoblaciones, y capacidad de carga del hábitat.

Objetivo 1

Determinar el número de poblaciones o subpoblaciones existentes en la región y el grado

Objetivo 2

Estimar el tamaño de cada una de esas poblaciones-subpoblaciones.

Acciones

Desarrollar un programa de investigación en dos años que incluya:

- a- Monitoreo de individuos por telemetría (4 animales).
- b- Creación de una base de datos de vocalizaciones.
- c- Creación de un banco genético.

Responsables

Fundación Salvemos al Manatí, Carlos Espinoza, Alexander Gómez.

Fundación PROMAR, Javier Rodríguez

Colaboradores

MINAE, ACTO, CITES, CONAGEBIO, Centro de Biología Celular y Molecular (CICBM) de la UCR.

Costo estimado

\$45.000

Objetivo 3

Determinar la capacidad de carga del hábitat del manatí en la costa Atlántica de Costa Rica

Acción

Junto con los estudios de la acción anterior se hará monitoreo de variables ambientales tanto bióticas como abióticas (temperatura del agua, cobertura vegetal, profundidad de los canales, sedimentación y otros.)

Responsables

Fundación Salvemos al Manatí, Carlos Espinoza, Alexander Gómez.
Fundación PROMAR, Javier Rodríguez

Colaboradores

MINAE, ACTo, CITES, INCOPECA

Problema 2

Desconocimiento de parámetros poblacionales básicos: tasas de mortalidad y natalidad.

Objetivo 1

Estimar la tasa de mortalidad de la o las poblaciones y determinar las causas de muerte (naturales o de origen humano directo o indirecto).

Acción 1

Desarrollar un programa de monitoreo de canales, ríos, lagunas y línea costera del ámbito de distribución de la especie, para localizar animales muertos o sus partes y para determinar eventos directos de muerte.

Nota: Vincular la operatividad de esta acción con la Acción 1.1-2.1b.

Responsables

Fundación Salvemos al Manatí, Carlos Espinoza, Alexander Gómez.
Fundación PROMAR, Javier Rodríguez, Servicio Nacional de Guardacostas (SNG)

Colaboradores

MINAE, ACTo, CITES, INCOPECA, Marco Bolaños (Consultor independiente, elaboro el Plan de Acción para Barra del Colorado).

Acción 2

Implementar talleres de capacitación en toma de datos básicos sobre observaciones de manatíes muertos o sus partes y sobre necropsias, para personas interesadas.

Responsables

Alexander Gómez, Javier Rodríguez, Aída Cháves, Juan Alberto Morales? (Escuela de Veterinaria, UNA).

Colaboradores

MINAE- ACTo.

Costos

\$2000 por taller (3)

Objetivo 2

Estimar las tasas de natalidad: edad del primer parto, intervalo entre partos y si hay estacionalidad reproductiva.

Acción 1

Utilizar parte los estudios para la Acción 1.1-2.1 para determinar las tasas de natalidad.

Responsables

Alexander Gómez, Carlos Espinoza.

Colaboradores

MINAE-ACTo, SNG

Costo

\$5,000

Acción 2

Dar capacitaciones e información a personas de la comunidad para datos de avistamientos, (sitio y hora).

Responsable

Alexander Gómez.

Costos actividades de talleres y papelería

\$1200

Problema 3

Ausencia de información sobre fisiología reproductiva en Costa Rica, edades mínimas y máximas de parto, frecuencia de partos dobles, edad mínima de la primera cópula en machos y hembras, éxito reproductivo en machos y determinación de ciclo estral.

Objetivo

Generar la información sobre la fisiología reproductiva en Costa Rica del manatí.

Acción

Extraer la mayor cantidad de información sobre fisiología reproductiva de las necropsias y el banco genético.

Responsables

Alexander Gómez, Javier Rodríguez, Aída Cháves, Juan Alberto Morales? (Escuela de Veterinaria, UNA).

Colaboradores

MINAE- ACTo.

Costo

\$2500

RECOMENDACIONES

1. Iniciar lo antes posible un programa de investigación sistemático que permita establecer datos básicos para el manejo y conservación del manatí.
2. Reducir al máximo la mortalidad anual de manatíes por colisiones y por cacería. **La reducción anual de dos muertes puede significar la supervivencia de la especie a largo plazo.**

COSTA RICAN MANATEE POPULATION MODEL

Computer modeling is a valuable and versatile tool for assessing risk of decline and extinction of wildlife populations. Complex and interacting factors that influence population persistence and health can be explored, including natural and anthropogenic causes. Models can also be used to evaluate the effects of alternative management strategies to identify the most effective conservation actions for a population or species and to identify research needs. Such an evaluation of population persistence under current and varying conditions is commonly referred to as a population viability analysis (PVA).

The simulation software program *Vortex* (v9.48) was used to examine the viability of manatee populations in northern Costa Rica. *Vortex* is a Monte Carlo simulation of the effects of deterministic forces as well as demographic, environmental, and genetic stochastic events on wild populations. *Vortex* models population dynamics as discrete sequential events that occur according to defined probabilities. The program begins by creating individuals to form the starting population and stepping through life cycle events (e.g., births, deaths, dispersal, catastrophic events), typically on an annual basis. Events such as breeding success, litter size, sex at birth, and survival are determined based upon designated probabilities. Consequently, each run (iteration) of the model gives a different result. By running the model hundreds of times, it is possible to examine the probable outcome and range of possibilities. For a more detailed explanation of *Vortex* and its use in population viability analysis, see Lacy (1993, 2000) and Miller and Lacy (2003).

Development of the Baseline Model

This population model was designed to assess the viability of the Antillean manatee population (*Trichechus manatus manatus*) in northern Costa Rica, which comprises most of the remaining manatees in Costa Rica (Reynolds and Szelistowski, 1995). This population is likely connected with the manatee population in southeastern Nicaragua beginning at the Río San Juan. Although a small population of manatees lives along the southern Caribbean coast of Costa Rica, they were viewed by the working group as an extension of the Panama manatee population and were not included in this model.

Manatees are a difficult species to observe and study due to their nocturnal and crepuscular activity patterns and avoidance of humans. Information specific to the Costa Rican manatee population is scarce with respect to population estimates and life history characteristics. However, some population biology information is available for other manatee subspecies and was useful as a basis for the *Vortex* manatee model. Much of the best known manatee biological information was estimated based on the examination of 1212 Florida manatee carcasses obtained from 1976-1991, which formed the basis for a Florida manatee PVA using *Vortex* (Marmontel *et al.* 1997). These data have been used by others to guide PVA models for other manatee populations; they provided most of the biological values used for the Mexican Manatee Population and Habitat Viability Assessment (PHVA) conducted in April 2001 (Guichard *et al.*, 2001), while Jiménez (1998) refined these values for a PVA for manatees in northern Costa Rica.

At this PHVA workshop the Biology Working Group began development of the baseline model for the northern Costa Rican manatee population by first reviewing these previous population viability analyses conducted for this species. Initial input values were taken from the Mexican Manatee PHVA (Guichard *et al.*, 2001) and the Costa Rican manatee PVA (Jiménez 1998, 2003). Both of these analyses used the *Vortex* simulation model, which facilitated the transfer of values from one model to another. Each model parameter was discussed and values were revised as necessary to reflect the Costa Rica population when such data were available.

Vortex Baseline Model Parameters

The final values used in the baseline model are described below. The *Vortex* project files with these input values are available at www.vortex9.org/projects/CRmanatee.zip.

Number of iterations: 500

500 independent iterations (runs) for each scenario

Number of years: 100

The population was modeled for 100 years so that long-term population trends could be observed. This allows results to be viewed in shorter time periods as well, so that short-term and long-term management actions and impacts could be considered.

Extinction definition: Only one sex remaining

Number of populations: 1

It was decided to model northern Costa Rica manatees as one population for the baseline model. Jiménez (2003) suggests that this population may be fragmented into three subpopulations; this alternative population structure was examined as an alternative scenario to explore the impact of current or future population fragmentation.

Inbreeding depression: Yes

Inbreeding is thought to have major effects on reproduction and survival, especially in small populations, and so was included in the model (as reduced survival of inbred offspring through their first year). The impact of inbreeding was modeled as 3.14 lethal equivalents, the median value estimated from analysis of studbook data for 40 captive mammal populations (Ralls *et al.* 1988), with 50% of the effect of inbreeding due to recessive lethal alleles.

Concordance between environmental variation in reproduction and survival: Yes

Environmental variation (EV) is the annual variation in reproduction and survival due to random variation in environmental conditions. The working group believed that there is a correlation between environmental conditions that affect survival and reproduction (i.e., good years from reproduction are also good years for survival).

Number of catastrophes: 0

The Florida manatee PVA included three catastrophes in the model: extreme cold, high-intensity hurricanes, and disease, while the Mexican manatee PHVA included only dinoflagellate blooms (red tides). Powell *et al.* (2001) recognize differences between factors affecting Florida and Central American manatee populations, including the reduced effects of cold weather. Jiménez

did not include any of these events into his model for Costa Rican manatees. The working group decided not to include any catastrophes into the Costa Rica manatee model, as none of the events is believed to impact this population beyond normal environmental variation.

Mating system: *Short-term polygyny*

Manatees do not form pair bonds, but females may mate with several different males. The model incorporated a short-term polygynous mating system, in which animals can select new mates every year.

Age of first offspring: *6 years*

Vortex defines reproduction onset as the time at which offspring are born, not simply the age of sexual maturity. The model uses the mean age of first reproduction rather than the earliest recorded age of offspring production. Marmontel *et al.* 1997 concluded that females reach sexual maturity between 3 and 4 years of age, with first calving occurring as early as one year later (4 to 5 years of age). By examining the spacing of growth layers in the earbone, Pitchford and Rommel (2001) found a decline in growth rate between 3 – 5 years in Florida manatees consistent with sexual maturity. Spellman and Smith (2001) suggest that females reach sexual maturity later, at 6-10 years. Given that gestation is about one year, the working group decided to use 6 years as the mean age of first offspring for the baseline model but to explore the impact of earlier or later first reproduction through sensitivity analysis.

Maximum age of reproduction: *39 years*

Vortex assumes that animals can reproduce throughout their adult life and does not model reproduce senescence. Manatees are long-lived; Marmontel *et al.* 1997 aged 75 adult manatees at 21-39 years and reported evidence of one manatee living 59 years. Earlier PVA models for the Florida manatee and Mexican manatee set the maximum age of reproduction at 39 years; this value was adopted by the working group for the Costa Rica manatee model.

Maximum litter size: *2*

Manatees typically give birth to one offspring (cria), although a few twin births have been observed (Marmontel *et al.* 1997). Sex ratio at birth was assumed to be 50:50.

Density-dependent reproduction: *No*

Reproduction was assumed to be density-independent.

Percent adult females breeding: *42.33%*

This baseline value (42.33% of adult females breeding each year) was adopted from the Florida and Mexican manatee PVA models (Guichard *et al.*, 2001; Marmontel *et al.* 1997). This was calculated from the proportion of female carcasses observed pregnant plus one-half of the proportion observed to be lactating. The working group reduced the amount of environmental variation used in the previous PVAs from 13.2% to 10%, as they estimated environmental variation to be less in Costa Rica than in Florida.

This percent of females breeding translates into an inter-birth interval (IBI) of approximately 2.5 years based on Florida manatee data. Powell *et al.* (2001) found that the IBI for tagged female manatees in Belize was longer than that of Florida manatees. Spellman and Smith (2001) suggest

that female produce one cria every 3 to 5 years. The working group decided that longer IBIs should be explored through sensitivity testing.

Distribution of litter size: 96% single births

Twin births have been observed only very rarely in manatees. Values for single (96%) and twin (4%) births were adopted from the previous PVAs.

Mortality: See below

It was recognized that rates and causes of mortality are likely to differ among the various manatee populations. Therefore, mortality estimates for the Costa Rican manatee population by Jiménez were used in the model, which are lower than mortality estimates for the Florida population. This includes all current causes of mortality except for hunting. Mortality rates do not differ between the sexes. Environmental variation around mortality rates was set at 10% of the mean mortality rates.

Mean annual <u>Age class</u>	Environmental <u>mortality</u>	<u>variation</u>
0 – 1	18%	1.8%
1 – 2	5%	0.5%
2+	4.5%	0.45%

Monopolization of breeding: 100%

There is no evidence that some males are more likely than others to be successful breeders. All adult males were considered to be potential breeders in this polygynous mating system.

Initial Population Size (N): 58

Jiménez (1998) estimated the North Caribbean manatee population from San Juan del Norte, Nicaragua to Moín, Costa Rica at 58 individuals, which was adopted for this model. *Vortex* distributes the specified initial population among age-sex classes according to a stable age distribution that is characteristic of the mortality and reproductive schedule in the model.

Carrying capacity (K): 105

Carrying capacity was set at 105, calculated by summing the carrying capacities estimated by Jiménez (1998) for the northern Costa Rican manatee subpopulations. No environmental variation was added to the carrying capacity, as variations in population size are accounted for by environmental variation in reproduction and survival.

Harvest: 2 adults per year

Harvest of two adult manatees (one male, one female) per year was included in the baseline model to account for hunting levels observed in Tortuguero National Park as reported by park staff. Harvest (in terms of hunting and additional mortality due to boat collisions) was selected for additional sensitivity testing.

Parameters Varied During Sensitivity Testing

To investigate areas of uncertainty in several of the demographic parameter values, sensitivity testing was conducted to explore the sensitivity of the model results to these values. Baseline values are in boldface.

Interbirth interval:	2.5 , 3, 4 years
Age of first offspring:	4, 5, 6 , 7 years
Maximum reproductive age:	39 , 45, 50
Initial population size:	35, 58 , 80
Carrying capacity:	Below or at carrying capacity

Baseline Model Results

The baseline model describes a population that shows strong positive deterministic growth ($r = 0.057$). This is the average population growth expected based on mean fecundity and mortality rates in the absence of inbreeding, hunting, and stochastic processes (e.g., shortage of mates, skewed sex ratio). In the absence of these forces, populations would be expected to grow to the carrying capacity of the environment. Jiménez (2002) cites evidence that manatees can demonstrate 7-10% annual population growth when conservation measures are enforced. Others have suggested that sirenian biology only allows for a maximum potential annual rate of increase of about 5% when mortality is low (see O'Shea *et al.*, 1988). Therefore, the observed model growth rate of 5.9% per year is reasonable. Although deterministic growth is positive, manatee populations will not be able to withstand mortality over 5% annually; in addition, small populations will be vulnerable to risks associated with stochastic processes.

Effect of Reproductive Parameters

There is a paucity of life history data on manatees in Costa Rica. Although some data are available for Florida manatees, based primarily on examination of carcasses, some have suggested that manatees in warmer, southern habitats (*T.m. manatus*) differ from Florida manatees in reproductive characteristics. Given the uncertainty surrounding these parameters, sensitivity testing was conducted on the age of first reproduction, maximum age of reproduction, and the percent of females breeding (based upon the interbirth interval).

Table 1 gives the probability of extinction, mean population size, proportion of gene diversity (heterozygosity), and mean time to extinction at 100 years for various reproductive values. The age of first reproduction and maximum age of reproduction had little effect on the model results; however, the interbirth interval has a significant influence on population viability. Similarly, Heinsohn *et al.* (2004) found the interbirth interval to be the most sensitive life history parameter in their PVA model of Australian dugong populations. At IBI = 2.5 years the population is able to increase and has a low probability of extinction. With IBI = 3 years (33% females breeding each year), the population has a slower deterministic growth rate ($r = 0.040$) and a relatively high risk of extinction (37%). If the IBI is as long as four years (only 25% females breeding each year), the population has a lower potential growth rate ($r = 0.023$), a strong negative growth rate when harvest and stochastic processes are added ($r = -0.054$), and faces almost certain extinction within 100 years (Figure 1). An accurate estimate of this value is important to the construction of a population viability model for Costa Rican manatees. Likewise, factors that influence the percent of females breeding will have substantial effects upon manatee population viability.

Table 1. Effects of varying reproductive parameters on population viability at 100 years (Det. r = deterministic r; Stoch. r = stochastic r; PE = probability of extinction; N = mean population size; GD = proportion of gene diversity remaining; TE = median time to extinction, in years).

	Det. r	Stoch. r	PE	N	GD	TE
First Repro						
4	0.075	0.069	0.00	105	0.92	--
5	0.065	0.061	0.00	105	0.92	--
6	0.057	0.029	0.03	100	0.92	--
7	0.050	0.022	0.01	99	0.92	--
Max Repro						
39	0.057	0.029	0.03	100	0.92	--
45	0.058	0.031	0.01	102	0.92	--
50	0.059	0.031	0.02	101	0.92	--
IBI						
2.5	0.057	0.029	0.03	100	0.92	--
3.0	0.040	-0.002	0.37	58	0.91	--
4.0	0.023	-0.054	0.97	2	0.90	41

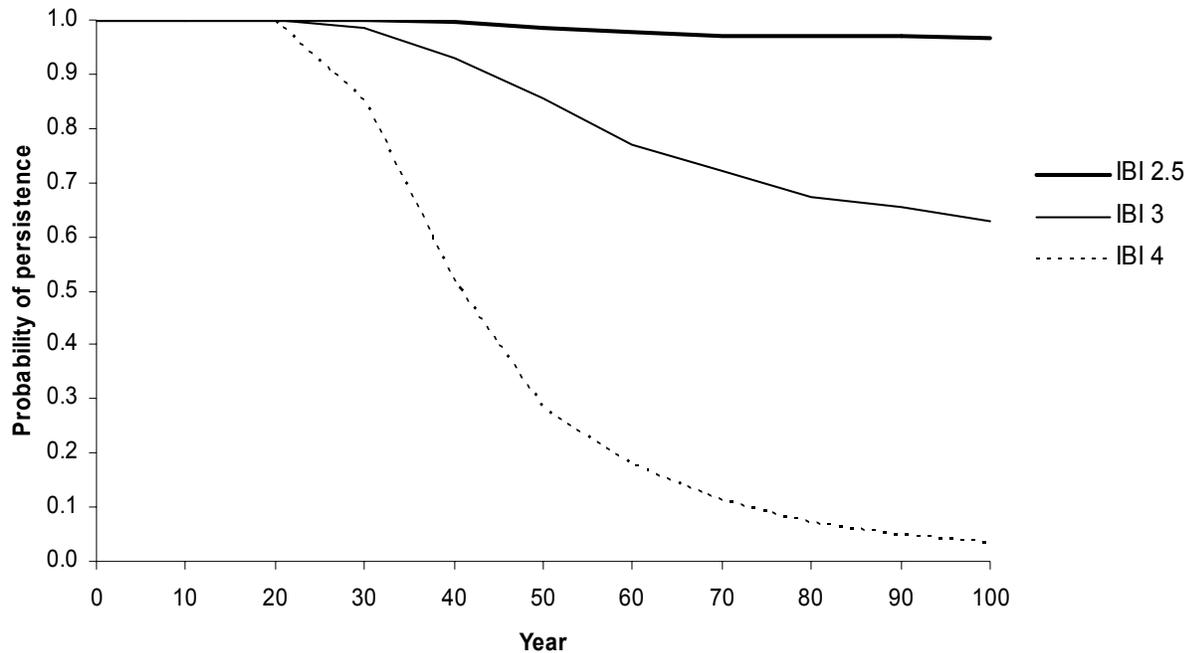


Figure 1. Probability of persistence of manatee populations with IBI = 2.5, 3 and 4 years.

Effects of Population Size and Carrying Capacity

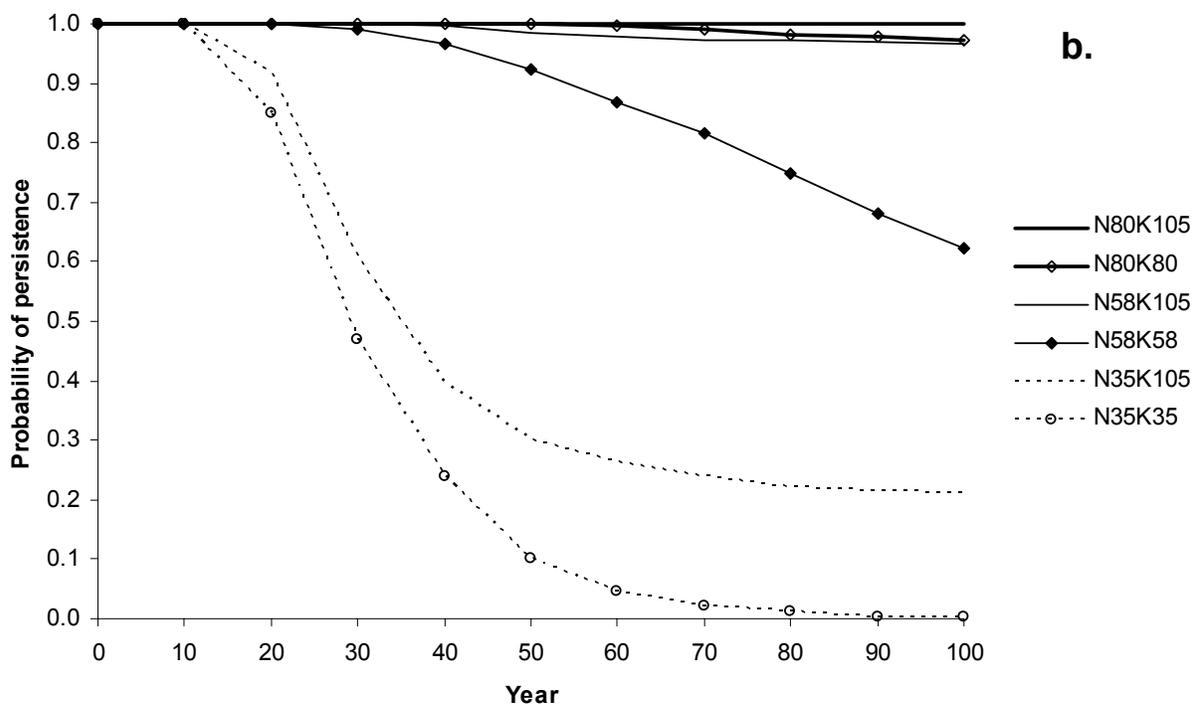
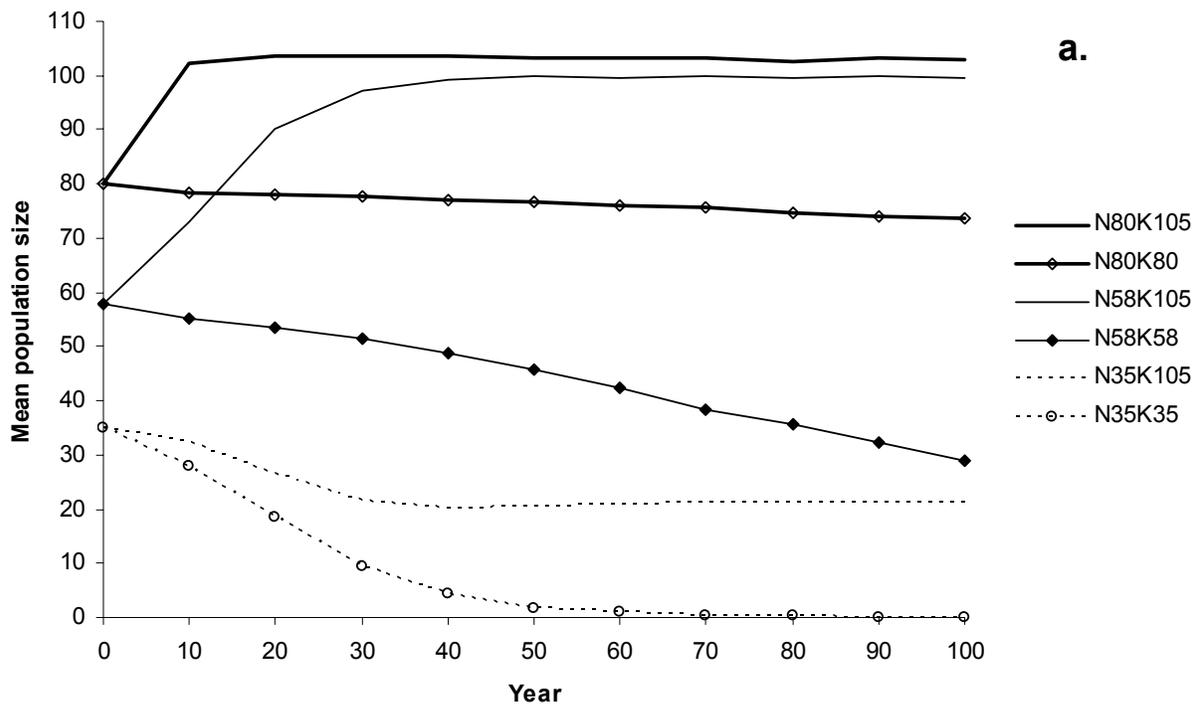
As populations become smaller, they become more susceptible to the negative effects of inbreeding and stochastic processes. The baseline model uses the population estimate of 58 individuals taken from Jiménez (1998) for the North Caribbean manatee population; however, there is no accurate current estimate of this population. Sensitivity testing suggests that with no additional mortality and with other current baseline values, this population is not at great risk of population extinction in 100 years, provided that it is not currently at carrying capacity and has the ability to grow larger. Population estimates of 58 vs 80 individuals do not differ substantially in population viability when carrying capacity is 105, as both populations are able to increase (see Table 2). However, despite the same carrying capacity, an initial population size of 35 is small enough that it often is susceptible to stochastic processes and is at high risk of extinction (Figure 2a).

The baseline model also adopted a total carrying capacity of 105 individuals from Jiménez (1998), which assumes that the manatee population is well below carrying capacity of the habitat. Carrying capacity is difficult to measure and be influenced not only by biotic factors such as available vegetation but also anthropogenic impacts such as sedimentation and levels of human disturbance and may change over time. An accurate estimate of carrying capacity (K) is perhaps more critical to the manatee PVA model than current population size, as K limits the ability of the population to grow and withstand environmental variation and other threats.

When manatee populations of 35, 58 and 80 are modeled at carrying capacity, the model results suggest that populations of 80 individuals are able to maintain themselves and are at low risk of extinction. However, a population of 58 manatees that is at carrying capacity and is unable to grow larger is at considerable risk of extinction in 100 years (Figure 2b). The carrying capacity of the habitat is critical to the viability of this small population, suggesting the importance of minimizing impacts that reduce the effective carrying capacity for manatees.

Table 2. Effects of initial population size and carrying capacity on population viability at 100 years (Stoch. r = stochastic r; PE = probability of extinction; N = mean population size; GD = proportion of gene diversity remaining; TE = median time to extinction, in years).

	Stoch. r	PE	N	GD	TE
Below K (K = 105)					
$N_{init} = 35$	-0.023	0.79	21	0.88	35
$N_{init} = 58$	0.029	0.03	100	0.92	--
$N_{init} = 80$	0.033	0.00	103	0.93	--
At K (K = N_{init})					
$N_{init} = 35$	-0.061	1.00	--	--	30
$N_{init} = 58$	0.002	0.38	29	0.85	--
$N_{init} = 80$	0.024	0.03	74	0.90	--



Figures 2a, b. Mean population size (a) and probability of persistence (b) of manatee populations with initial population sizes of 35, 58 and 80 below ($K = 105$) or at ($K = N_{init}$) carrying capacity.

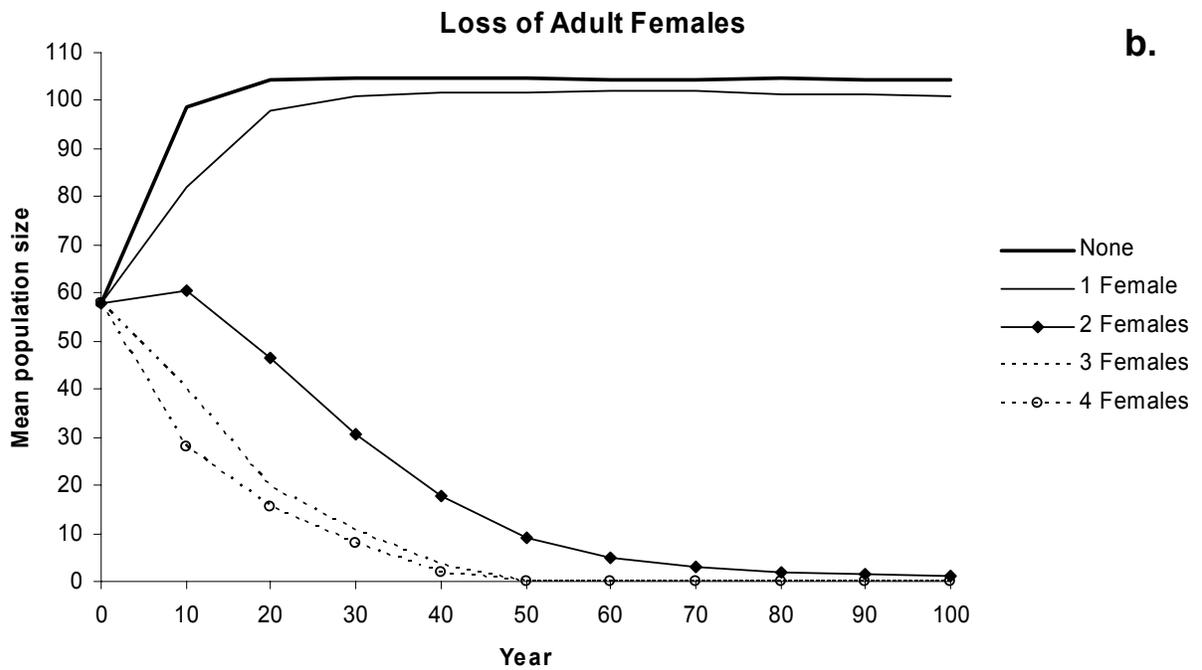
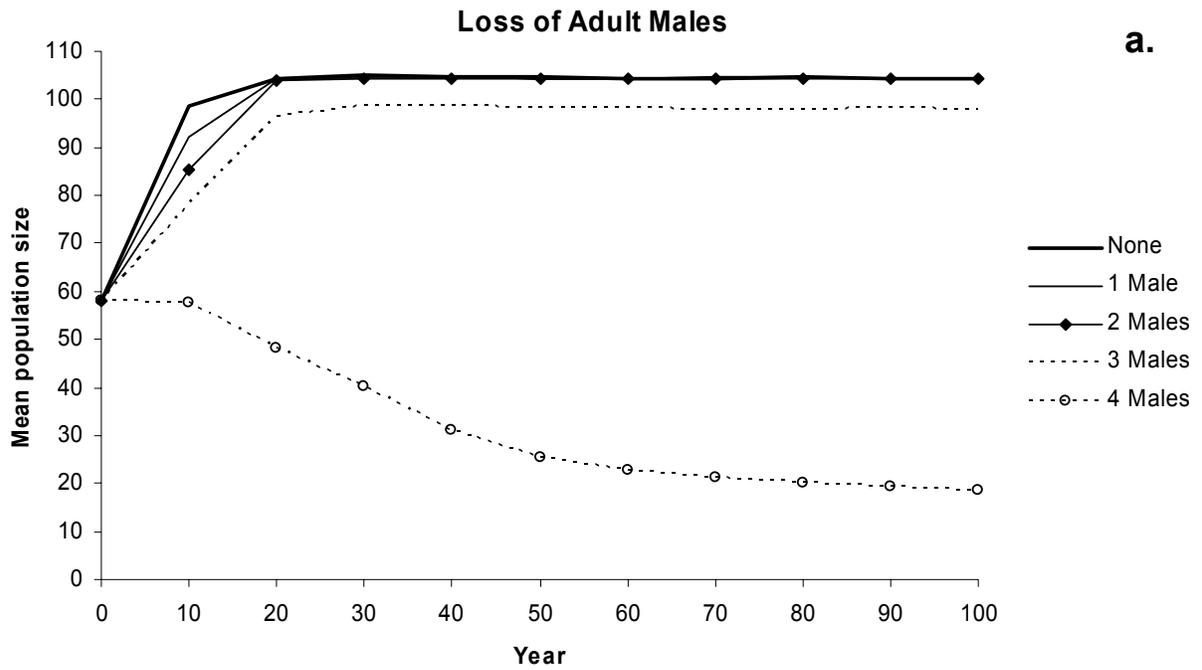
Effects of Harvest

The baseline manatee model incorporates the removal of one adult male and one adult female manatee each year to represent the estimated loss of two adult manatees per year in Tortuguero National Park due to hunting. There was some discussion at the PHVA workshop that perhaps the baseline model should include the removal of four adults per year (two due to hunting and two due to boat collisions), as the actual level of harvest is uncertain. Removal of breeding age adults, and particularly breeding age females in a polygynous species, limits the reproductive potential and growth rate of a population. Reduction in harvest would increase the reproductive potential of the population to grow, while additional loss of individuals (through hunting, boat collisions or other causes) in such a small population could have devastating consequences.

The manatee model was run with the removal (harvest) of 0, 1, 2, 3 or 4 adult manatees of varying sex ratios to evaluate the impact on the baseline population. Model results are given in Table 3 and clearly demonstrate the differential effect of removal of adult males vs. females from the population. The annual removal of up to three adult males has little effect on the growth rate of the population and only a low probability of extinction in 100 years. This is due to the species' polygynous mating system, in which males can breed with more than one female. Removing four males, however, seriously affects population viability (Figure 3a). This is logical, as four individuals represent almost 7% of the 58 individuals in the starting population; with a deterministic annual growth rate of 5.9%, the population is not able to reproduce fast enough to replace those animals harvested. The situation is much more dire if adult females are harvested, as the removal of females directly affects the growth potential of the population (Figure 3b). The loss of more

Table 3. Effects of harvesting adult male and/or female manatees on population viability at 100 years (Stoch. r = stochastic r; PE = probability of extinction; N = mean population size; GD = proportion of gene diversity remaining; TE = median time to extinction, in years).

	Stoch. r	PE	N	GD	TE
No Harvest	0.054	0.00	104	0.93	--
Male Harvest					
1 male	0.052	0.00	104	0.92	--
2 males	0.051	0.00	104	0.91	--
3 males	0.048	0.06	98	0.90	--
4 males	0.007	0.81	19	0.88	22
Female Harvest					
1 female	0.029	0.02	101	0.93	--
2 females	-0.023	0.99	1	0.92	26
3 females	-0.053	1.00	--	--	15
4 females	-0.074	1.00	--	--	11
Harvest 2 adults					
2 males	0.051	0.00	104	0.91	--
1 male/ 1 female	0.029	0.03	100	0.92	--
2 females	-0.023	0.99	1	0.92	26
Harvest 3 adults					
3 males	0.048	0.06	98	0.90	--
2 males/1 female	0.028	0.06	97	0.91	--
Equal sex ratio	-0.002	0.47	51	0.91	--
1 male/2 females	-0.044	0.98	2	0.91	27
3 females	-0.053	1.00	--	--	15



Figures 3a, b. Mean population size of manatee populations with annual loss of 0, 1, 2, 3 and 4 adult males (a) or adult females (b).

than one female per year virtually ensures population extinction in 26 years or sooner (Table 3). Thus the loss of four individuals discussed by the working group as a possible current level of harvest would result in extirpation of this manatee population as modeled.

There was no data available at the PHVA regarding the sex ratio of manatees lost due to hunting, boat collisions or other factors. Some participants hypothesized that females with young may be slower and more reluctant to flee from boats as they stay with their offspring and therefore may be more vulnerable to boat collisions or poaching. The sex ratio of animals killed by hunters or by boats is critical to the survival of this population (Table 3). Even if only two manatees are removed each year from the northern Costa Rica population, the sex of these individuals has a profound impact upon population viability, from almost no risk of extinction if only males are removed to essentially certain extinction if only females are harvested (Figure 4). To better project population viability, it would be valuable to collect data regarding sex of observed incidences of manatee deaths due to hunting, boat collisions and other sources of mortality.

The number of annual losses that a population can sustain is related to the size of the population. Since the actual size of the northern Costa Rican manatee population is unknown, the *Vortex* model was used to explore the effects of harvest vs. population size. As would be expected, larger populations are able to withstand the loss of greater numbers of manatees (Table 4). A population of 25 individuals cannot replace the loss of even one adult per year; populations of 50, 75, 100 and 125 can lose 1, 2, 3 and 4 adults, respectively, with low levels of extinction risk ($\leq 5\%$). Therefore, even if the northern Costa Rican population is underestimated by 50%, or if it is able to grow to the estimated carrying capacity of the habitat, it is still very vulnerable to additional mortality. Hunting was the likely cause of decline for manatees in Venezuela (O’Shea *et al.* 1988) and Nicaragua (Jiménez, 2002). Manatees were reported abundant in Tortuguero and adjacent areas in the 1940s and 1950s but declined precipitously by the late 1970s, possibly due to high levels of hunting and mortality related to increasing boat traffic, pollution and pesticides (Reynolds and Szelistowski, 1995; Smethurst and Nietschmann, 1999). This population remains vulnerable to these external threats.

Table 4. Stochastic growth rate and probability of extinction at 100 years for manatee populations of 25, 50, 75, 100 and 125 ($N_{init} = K$) with harvest of 0, 1, 2, 3, and 4 adult manatees (equal sex ratio).

Pop. Size	Stochastic r					Probability of extinction				
	Number of adults harvested					Number of adults harvested				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
25	0.035	-0.121	--	--	--	0.00	0.92	1.00	1.00	1.00
50	0.047	0.006	-0.022	--	--	0.00	0.03	0.75	1.00	1.00
75	0.047	0.021	0.013	-0.101	-0.057	0.00	0.00	0.04	0.55	0.96
100	0.054	0.030	0.027	-0.022	-0.023	0.00	0.00	0.00	0.04	0.46
125	0.049	0.033	0.035	0.003	0.013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05

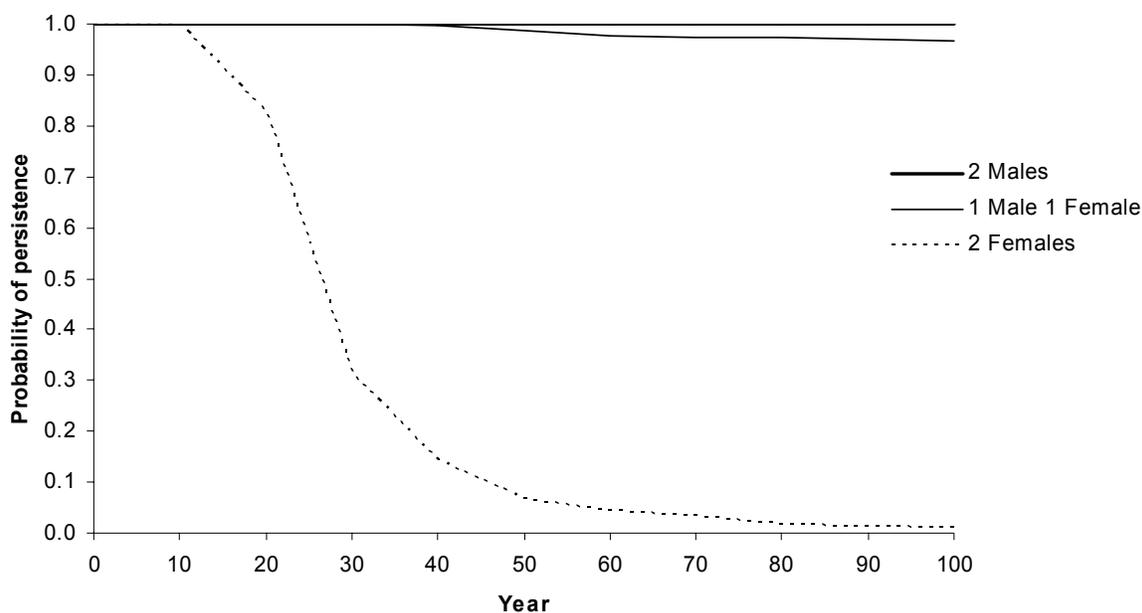


Figure 4. Probability of persistence of manatee populations with the annual removal of two adults of varying sex ratio (two males, one of each sex, or two females).

Effects of Population Fragmentation

Modeling Fragmentation

The baseline manatee model assumes that manatees living between San Juan del Norte, Nicaragua to Moín, Costa Rica function as one panmictic population. Jiménez (1998) suggests that this population may be fragmented into three subpopulations from north to south, with some movement of individuals among subpopulations. Manatees have been sighted offshore, indicating the potential for exchange of individuals among these areas (Smethurst and Nietschmann, 1999). Population subdivision can have both demographic and genetic effects and therefore affects the population’s risk of extinction. Total population isolation (i.e., no inter-population movement) results in smaller populations that are more vulnerable to stochastic processes and loss of genetic diversity. In many cases the exchange of individuals among subpopulations can help to counteract these risks, especially if one or more subpopulations can act as a “source” population and augment other populations without added risk to itself. In some cases, however, subpopulations can act as “sinks” – non-viable populations that draw in dispersing individuals, negatively impacting adjacent populations.

To investigate the impacts of population substructure, *Vortex* was used to model a manatee metapopulation consisting of the following three subpopulations (north to south) as outlined by Jiménez:

<u>Subpopulation</u>	<u>Initial N</u>	<u>Carrying capacity</u>
Colorado	33	60
Tortuguero	18	30
Moín	7	15

Three levels of dispersal among subpopulations were modeled:

- 1) isolated subpopulations, with no movement of manatees among them;
- 2) low levels of movement suggested by Jiménez (2% between adjacent populations, 1% between non-adjacent populations of Colorado and Moín, annually); and
- 3) twice this dispersal rate (i.e., 4% between adjacent populations, 2% between non-adjacent populations).

Survival during dispersal was set to 95%. This alternative population structure was examined to explore the impact of current or future population fragmentation.

Effect of Harvest under Fragmentation

In the absence of harvest, population fragmentation has little effect on manatee population viability. The probability of extinction in 100 years for manatees in northern Costa Rica remains zero with or without population division. Mean population size and gene diversity show only slight decreases with division, well within the variation expected due to chance.

When the harvest of one adult male and one adult female annually (baseline harvest level) is added to the model, the effects of fragmentation can be seen. Harvest under the metapopulation model was modeled as harvest from only one of the three subpopulations, and the area that is harvested can have significant consequences for the subpopulations and metapopulation.

Location of Harvest

Subpopulations that are harvested tend to either go extinct or, if they persist, act as sinks to reduce the viability of the metapopulation. In the absence of dispersal, harvest restricted to the smaller populations of Tortuguero or Moín quickly causes these populations to go extinct; in the model this actually boosts the size and probability of persistence of the remaining population, as all harvest is quickly eliminated from the model. The larger Colorado subpopulation occasionally persists when harvested but at greatly reduced numbers. As this subpopulation represents 57% of the metapopulation, its decline or extinction negatively impacts the viability of the entire metapopulation (Table 5).

Movement of individuals among subpopulations has varying effects, depending upon which subpopulation is being harvested. Dispersal acts to raise the viability of the smaller subpopulations when harvested but not the larger Colorado subpopulation.

Moín: Moín is a very small subpopulation at the south end of the manatee distribution; as the rate of dispersal increases, the benefit to Moín increases with relatively little negative impact to the metapopulation. Given its small size and placement, Moín does not act as a “sink” in this model (Figure 5c).

Tortuguero: Tortuguero lies in the middle of the line of three subpopulations and exchanges individuals with both. As dispersal rates increase, harvest in Tortuguero starts to negatively impact the other subpopulations, and therefore the metapopulation (Figure 5b). Although risk of metapopulation extinction remains low, the mean population size after 100 years is only 54 with higher dispersal rates compared with 100 (essentially carrying capacity) with no population subdivision.

Colorado: Colorado represents the largest subpopulation (57% of the metapopulation); however, it only consists of 33 individuals and so is still quite vulnerable to harvest effects and is not able to withstand the removal of two adults per year. As with harvest in other areas, the subpopulation declines and is at high risk of extinction. As dispersal rates increase, harvest in Colorado starts to negatively impact the adjacent Tortuguero subpopulation as well and therefore the metapopulation. Since Colorado comprises a large portion of the metapopulation, harvest in this area can have the greatest impact on the metapopulation of manatees (Figure 5a).

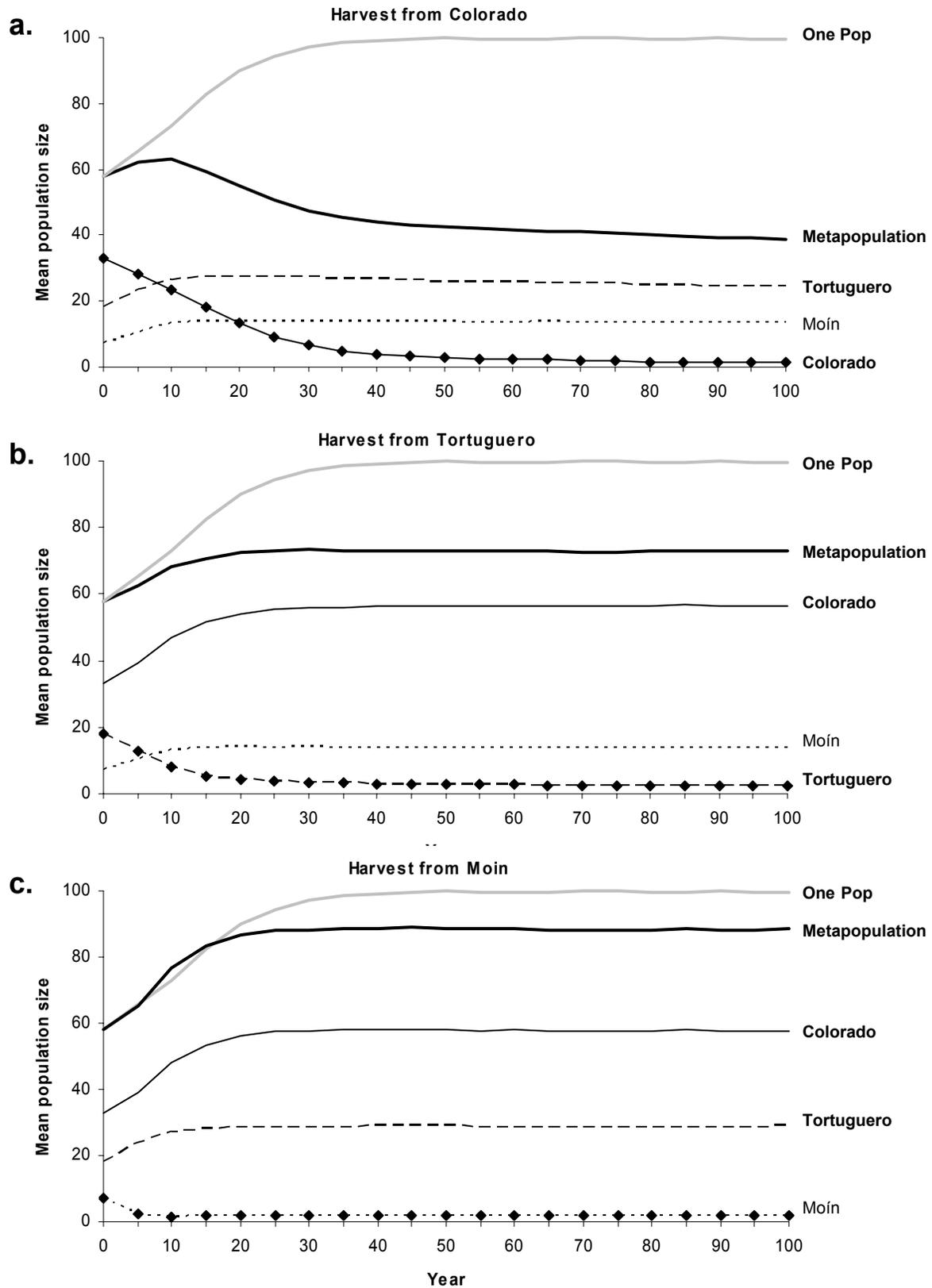
Several points should be kept in mind when applying these model results to the northern Costa Rican manatee population. The model restricts harvest to one subpopulation; this assumes that if a harvested subpopulation goes extinct (which is a likely outcome), harvest will not move to another manatee subpopulation. It may or may not be true that poachers will move on to other areas to hunt manatees as manatee numbers dwindle. This may be dependent at least in part upon the level of anti-poaching enforcement in each habitat area.

While movement of manatees among subpopulations can help to augment harvested subpopulations, this may lead to the decline of these supporting subpopulations as manatees are drained from areas of no or low harvest to high harvested areas. This potential phenomenon was observed in the PVA model for dugong populations in Australia (Heinsohn *et al.*, 2004). This could be of particular concern if manatees are attracted in some way to high harvest areas.

The *Vortex* model is sensitive to dispersal rates, harvest rates and subpopulation size and carrying capacity. All of these parameters were estimated with limited data. Therefore these population projections should be viewed cautiously until more complete information is available. Given these cautions, the model results do suggest that increased mortality (due to hunting, boat collisions, etc.) can be particularly harmful in core population areas of this small metapopulation.

Table 5. Interaction of harvest and population structuring on population viability at 100 years (St. r = stochastic r; PE = probability of extinction; N = mean population size; GD = gene diversity remaining).

	No Dispersal				Low Dispersal				Dispersal x 2			
	St. r	PE	N	GD	St. r	PE	N	GD	St. r	PE	N	GD
One population	0.029	0.03	100	0.92								
Harvest from Colorado												
Colorado	-0.038	0.86	7	0.83	-0.065	0.90	1	0.73	-0.062	0.83	1	0.66
Tortuguero	0.045	0.00	29	0.78	0.021	0.01	24	0.82	0	0.11	13	0.76
Moin	0.031	0.13	11	0.57	0.053	0.01	13	0.80	0.046	0.07	11	0.76
Metapopulation	0.030	0.00	46	0.86	0.023	0.00	39	0.84	0.009	0.03	24	0.78
Harvest from Tortuguero												
Colorado	0.050	0.00	59	0.88	0.024	0.00	56	0.88	0.002	0.03	35	0.85
Tortuguero	-0.164	1.00	--	--	-0.039	0.54	3	0.76	-0.015	0.36	7	0.81
Moin	0.030	0.14	11	0.57	0.058	0.00	14	0.84	0.065	0.05	12	0.82
Metapopulation	0.044	0.00	70	0.90	0.027	0.00	73	0.89	0.014	0.02	54	0.86
Harvest from Moin												
Colorado	0.050	0.00	59	0.88	0.031	0.00	58	0.90	0.014	0.00	52	0.90
Tortuguero	0.045	0.00	29	0.77	0.048	0.00	29	0.89	0.045	0.00	28	0.89
Moin	-0.288	1.00	--	--	-0.043	0.69	2	0.74	0.001	0.13	7	0.83
Metapopulation	0.048	0.00	88	0.92	0.036	0.00	88	0.91	0.025	0.00	88	0.90



Figures 5a, b, c. Mean population size of each population with harvest of 2 adults per year from the Colorado (a), Tortuguero (b), or Moín (c) subpopulation with low dispersal (◆ = harvested subpopulation).

Summary of Model Projections for Manatee Populations

Participants at this PHVA workshop built upon previous manatee population viability analyses to develop a baseline population model that appears to be a reasonable model for the northern Costa Rican manatee population. This *Vortex* model is based upon the best estimates of manatee biology and threats to manatee populations and assume that these conditions will remain constant over time. Because our understanding of manatee dynamics may be incomplete, or because conditions are not likely to remain constant, it is difficult to produce accurate population projections over the next 100 years. However, this model can be useful in predicting population trends, identifying threats to manatee survival, and identifying gaps in knowledge. As more accurate information is gathered and management actions implemented, these results can be re-evaluated to promote effective conservation action.

The best guess baseline model suggests that the manatee population in northern Costa Rica has the potential to grow to carrying capacity when harvest is minimal and has about a 3% probability of extinction over the next 100 years. This projection is highly dependent upon certain factors, some intrinsic to manatee biology and others under the influence of human actions. Most critical with respect to population biology is the interbirth interval, which determines the percent of females breeding each year and the reproductive potential of the population. It is unlikely that human influences greatly impact this parameter, although Powell *et al.* (2001) suggest that manatees in Belize may show extended interbirth intervals during periods of nutritional stress, which could be a result of habitat degradation. Research targeting determination of interbirth interval would allow a better projection of manatee population viability.

Population size influences population persistence and health. Although current population numbers are important, even more important is the carrying capacity of the habitat, as this determines population size long-term. In 1995 Reynolds *et al.* suggested that excellent manatee habitat still remains in northeast Costa Rica. Research expeditions in 1996 – 1998 concluded, however, that manatee habitat in Tortuguero has been degraded and reduced by sedimentation from canal construction and deforestation due to commercial banana cultivation, logging and ranching (Smethurst and Nietschmann,1999). Manatees appear to avoid areas of heavy boat traffic, effectively reducing carrying capacity. Smethurst and Nietschmann found a strong correlation between manatee sightings and areas that were not degraded nor heavily trafficked by boats. Accurate estimates of population size and habitat carrying capacity will improve future population projections, as will monitoring trends in habitat quality for manatees. Conservation management actions that can improve the carrying capacity of the environment and minimize reduction of habitat quality and carrying capacity will have significant impacts upon the manatee population.

A major factor influencing the persistence of manatees in Costa Rica is the removal of individuals from the population. In some scenarios even the removal of one additional adult female per year can result in the extinction of this small population. It is therefore vital to minimize the loss of manatees through poaching, boat collisions, pesticides, pollution, fishing nets, and any other possible source of mortality. Special efforts should be made to reduce the loss of breeding females, who could be more vulnerable when accompanied by young and slower

to avoid boats or hunters. Population fragmentation can exacerbate the effects of harvest if harvest is concentrated in the core manatee population. Although illegal, the hunting of manatees still occurs, particularly in Nicaragua at the northern end of the Costa Rican manatee range where the manatee concentration may be greatest.

The northern Costa Rican manatee population is quite small and therefore vulnerable to environmental variation and other stochastic processes. This population may be following a delicate balance to remain viable. The dramatic decline observed in manatee populations in Costa Rica over the past few decades may be due to direct mortality and/or habitat loss or degradation. A reversal of these trends is necessary to promote the long-term survival of manatees in northern Costa Rica.

Literature Cited

- Guichard, C., S. Ellis, Y. Matamoros, and U.S. Seal (eds.). 2001. *Análisis de la Viabilidad de Poblacional y del Hábitat del Manatí en México*. Apple Valley, MN: Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN).
- Heinsohn, R., R.C. Lacy, D.B. Lindenmayer, H. Marsh, D. Kwan, and I.R. Lawler. 2004. Unsustainable harvest of dugongs in Torres Strait and Cape York (Australia) waters: Two case studies using population viability analysis. *Animal Conservation* 7: 417-425.
- 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.
- Jiménez, I. 2002. Heavy poaching in prime habitat: The conservation status of the West Indian manatee in Nicaragua. *Oryx* 36(3): 272-278.
- Jiménez, I. 2003. Los manatíes de Río San Juan y los Canales de tortugueros: ecología y Conservación. Managua: Araucaria, 87pp.
- Lacy, R.C. 1993. Vortex: A computer simulation model for population viability analysis. *Wildlife Research* 20:45-65.
- Lacy, R.C. 2000. Structure of the *VORTEX* simulation model for population viability analysis. *Ecological Bulletins* 48:191-203.
- Miller, P.S., and R.C. Lacy. 2003. *VORTEX: A Stochastic Simulation of the Extinction Process. Version 9 User's Manual*. Apple Valley, MN: Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN).
- Marmontel, M., S.R. Humphrey, and T.J. O'Shea. 1997. Population viability analysis of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*), 1976-1991. *Conservation Biology* 11(2):467-481.
- O'Shea, T.J., M. Correa-Viana, M.E. Ludlow, and J.G. Robinson. 1988. Distribution, status, and traditional significance of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in Venezuela. *Biological Conservation* 46: 281-301.
- Pitchford, M.E. and S.A. Rommel. 2001. Interpretation of life history events of the Florida

- manatee (*Trichechus manatus latirostris*) recorded in growth-layer-groups. 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Vancouver, Canada. (abstract).
- Powell, J.A., R. Bonde, A.A. Aguirre, C. Koontz, M. Gough, and N. Auil. 2001. Biology and movements of manatees in Southern Lagoon, Belize. 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Vancouver, Canada. (abstract).
- Ralls, K., J.D. Ballou, and A.R. Templeton. 1988. Estimates of lethal equivalents and the cost of inbreeding in mammals. *Conservation Biology* 2:185-93.
- Reynolds, J.E. and W.A. Szelistowski. 1995. Status and conservation of manatees *Trichechus manatus manatus* in Costa Rica. *Biological Conservation* 71: 193-196.
- Smethurst, D. and B. Nietschmann. 1999. The distribution of manatees (*Trichechus manatus*) in the coastal waterways of Tortuguero, Costa Rica. *Biological Conservation* 89: 267-274.
- Spellman, A.C. and J.M. Smith. 2001. The epidemiology of perinatal mortality in the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Vancouver, Canada. (abstract).

Modelo poblacional del manatí en Costa Rica

El modelado computacional es una herramienta valiosa y versátil para evaluar el riesgo de declinación y extinción de las poblaciones de vida silvestre. Con su uso pueden ser explorados factores complejos y que interactúan, que influyen la salud y la persistencia de las poblaciones incluyendo causas naturales y antropogénicas. Los modelos también pueden ser usados para evaluar los efectos de estrategias de manejo alternativas con el fin de identificar las acciones de conservación más efectivas para una población o una especie y para identificar necesidades de investigación. Esta evaluación de persistencia de la población bajo condiciones corrientes o variables se denomina corrientemente como Análisis de Viabilidad de la Población (PVA).

Se utilizó el programa de simulación *Vortex* (v9.48) para analizar la viabilidad de las poblaciones de manatí en el norte de Costa Rica. *Vortex* es una simulación Monte Carlo de los efectos de fuerzas determinísticas, así como de eventos demográficos, ambientales y genético estocásticos sobre las poblaciones silvestres. *Vortex* modela la dinámica poblacional como eventos secuenciales discretos que ocurren de acuerdo a probabilidades definidas. El programa comienza creando los individuos que constituyen la población inicial e introduciéndose en los eventos típicos del ciclo de vida (por ejem. nacimientos, mortalidad, dispersión, eventos catastróficos), en una base anual. Eventos como éxito reproductivo, tamaño de la camada, sexo al nacimiento, y sobrevivencia se determinan basándose en probabilidades designadas. Consecuentemente, cada corrida (iteración) del modelo da un resultado diferente. Corriendo el modelo cientos de veces, es posible analizar el resultado probable de un rango de posibilidades. Para una explicación más detallada de *Vortex* y su uso en el análisis de viabilidad de población, puede consultar Lacy (1993, 2000) y Miller y Lacy (2003).

Desarrollo del modelo base

Este modelo poblacional fue diseñado para analizar la viabilidad de la población caribeña de manatíes (*Trichechus manatus manatus*) en el norte de Costa Rica, la cual comprende la mayoría de los manatíes en este país (Reynolds y Szelistowski, 1995). Esta población está conectada con la población de manatíes en el sureste de Nicaragua, comenzando en el río San Juan. Aunque una pequeña población de manatíes vive en la parte sur de la costa caribeña de Costa Rica, fueron vistos por el grupo de trabajo como una extensión de la población panameña y no se incluyeron en este modelo.

El manatí es una especie difícil de observar y estudiar debido a sus patrones de comportamiento nocturnos y crepusculares y a que evitan a los seres humanos. La información específica sobre el manatí de Costa Rica es escasa con respecto a los estimados poblacionales y a las características de la historia de vida. Sin embargo, alguna información sobre la biología de las poblaciones de otras subespecies de manatí está disponible, y fue útil como base para el modelo de *Vortex*. La mayoría de la información mejor conocida sobre la biología de manatíes se estimó del examen de 1212 esqueletos de manatí de la Florida obtenidos entre 1976 y 1991, lo que constituyó la base para un PVA del manatí de la Florida utilizando *Vortex* (Marmontel *et.al.* 1997). Esta información ha sido utilizada por otras personas para guiar modelos de PVA para otras poblaciones de

manatí; estos proveyeron la mayoría de los valores biológicos utilizados en el Análisis de viabilidad de población y de hábitat (PHVA) del manatí de México, conducido en abril del 2001 (Guichard *et.al*, 2001), mientras que Jiménez (1998) refinó estos valores para un PVA para manatíes en el norte de Costa Rica.

En este taller de PHVA el Grupo de Trabajo en Biología inició el desarrollo del modelo base para la población de manatíes del norte de Costa Rica revisando los análisis de viabilidad de la población de la especie que se habían realizado con anterioridad. Los valores iniciales introducidos fueron tomados del PHVA del manatí mexicano (Guichard *et.al*, 2001) y del PVA del manatí costarricense (Jiménez 1998, 2003). Ambos análisis utilizaron el modelo de simulación *Vortex*, lo que facilitó la transferencia de valores de un modelo a otro. Cada parámetro del modelo fue discutido y los valores fueron revisados cuando fue necesario para reflejar la población de Costa Rica cuando esa información estaba disponible.

Parámetros del modelo base de *Vortex*

Los valores finales utilizados en el modelo base se describen abajo. Los archivos del proyecto *Vortex* con estos valores introducidos están disponibles en www.vortex9.org/proyectos/Crmanatee.zip.

Número de repeticiones: 500

500 repeticiones (corridas) independientes para cada escenario

Número de años: 100

La población fue modelada para 100 años, de manera que las tendencias poblacionales a largo plazo se pudieran observar. Esto también permite ver los resultados en períodos cortos de tiempo, de manera que se puedan considerar acciones de manejo e impactos al largo y al corto plazo.

Definición de extinción: Solamente permanece un sexo.

Número de poblaciones : 1

Se decidió modelar los manatíes de la parte norte de Costa Rica como una población para el modelo base. Jiménez (2003) sugiere que esta población pudiera estar fragmentada en tres subpoblaciones; esta estructura alternativa fue analizada como un escenario alternativo para explorar el impacto de la fragmentación de la población presente o futura.

Depresión de entrecruzamiento: Sí

Se piensa que la depresión de entrecruzamiento tiene los mayores efectos en la reproducción y la sobrevivencia, especialmente en pequeñas poblaciones, por lo que fue incluida en el modelo (como la reducción de la sobrevivencia de crías entrecruzadas durante su primer año de vida). El impacto del entrecruzamiento fue modelado como 3.14 equivalentes letales, el valor medio del análisis de información del pedigree de 40 poblaciones de mamíferos en cautiverio (Ralls *et al*, 1988), con el 50% del entrecruzamiento debido a alelos recesivos letales.

Concordancia entre variación ambiental en reproducción y sobrevivencia: Sí

La variación ambiental (EV) es la variación anual en reproducción y sobrevivencia debida a la variación al azar en condiciones ambientales. El grupo de trabajo creyó que existe una correlación entre las condiciones ambientales que afectan la sobrevivencia y la reproducción (por ejem. buenos años para la reproducción son también buenos años para la sobrevivencia).

Número de catástrofes: 0

El PVA del manatí de la Florida incluyó tres catástrofes: frío extremo, huracanes de alta intensidad, y enfermedad. El PHVA del manatí mexicano incluyó solamente los brotes de dinoflagelados (mareas rojas). Powell *et al.* (2001) reconocen que hay diferencias entre los factores que afectan las poblaciones de manatíes en la Florida y en Centro América, incluyendo el efecto reducido del clima frío. Jiménez no incluyó ninguno de estos eventos en el modelo para los manatíes de Costa Rica. El grupo de trabajo decidió no incluir ninguna catástrofe en el modelo para el manatí de Costa Rica, debido a que no se cree que ninguno de estos eventos impacte la población más allá de una variación ambiental normal.

Sistema de apareamiento: Polígamo a corto plazo

Los manatíes no forman parejas, las hembras pueden copular con varios machos diferentes. El modelo incorporó un sistema de apareamiento polígamo, en el cual los animales pueden seleccionar parejas nuevas cada año.

Edad de la primera cría: 6 años

Vortex define el inicio de la reproducción como el tiempo en que las crías nacen, no simplemente como la edad de la madurez sexual. El modelo utiliza la edad promedio de la primera reproducción más que la edad más temprana de producción de crías. Marmontel *et al.* 1997 concluyeron que las hembras llegan a la madurez sexual entre los 3 y los 4 años de edad, y el nacimiento de la primera cría ocurre un año después (4 a 5 años de edad). Pitchford y Rommel (2001), examinando las capas de crecimiento del hueso del oído encontraron una declinación en el crecimiento a los 3-5 años en el manatí de la Florida, lo cual es consistente con la madurez sexual. Spellman y Smith (2001) sugieren que las hembras llegan a la madurez sexual más tarde, a los 6-10 años. Dado que la gestación es de aproximadamente de un año, el grupo de trabajo decidió que los 6 años son la edad promedio de producción de la primera cría para el modelo base. También decidió explorar el impacto de que la primera reproducción sea antes o después a través de análisis de sensibilidad.

Edad máxima de reproducción: 39 años

Vortex asume que los animales se pueden reproducir durante toda su vida de adultos, y no modela la senilidad reproductiva. Los manatíes viven bastante: Marmontel *et al.* 1997, determinaron la edad de 75 manatíes adultos en los 21-39 años, y reportaron evidencia de un manatí que vivió 59 años. Los modelos de PVA para el manatí de la Florida y el manatí mexicano establecieron la edad máxima de reproducción en 39 años: este valor fue adoptado por el grupo de trabajo para el modelo del manatí de Costa Rica.

Tamaño máximo de la camada: 2

Los manatíes típicamente dan a luz una cría, aunque se han observado algunos nacimientos de gemelos (Marmontel *et al.* 1997). Se asumió que la proporción de sexos al nacimiento es de 50:50.

Reproducción dependiente de la densidad: No

Se asumió que la reproducción era independiente de la densidad.

Porcentaje de hembras adultas en reproducción: 42.33%

Este valor base (42.33% de las hembras adultas reproduciéndose cada año) se adoptó de los modelos de PVA del manatí mexicano y del de la Florida (Guichard *et al.*; Marmontel *et al.* 1997). Este porcentaje se calculó a partir de la proporción de los esqueletos de hembras preñadas que se observaron más la mitad de la proporción que se observó que estaba lactando. El grupo de trabajo redujo la cantidad de la variación ambiental utilizada en PVAs previos de 13.2% a 10 %, debido a que estimaron la variación ambiental menor en Costa Rica que en la Florida.

Este porcentaje de hembras reproduciéndose se traduce en un intervalo entre partos (IBI) de aproximadamente 2.5 años, según la información disponible sobre el manatí de la Florida. Powell *et al.* (2001) encontró que el IBI para hembras de manatí marcadas en Belice era mayor que el de los manatíes de la Florida. Spellman y Smith (2001) sugieren que las hembras producen una cría cada 3 a 5 años. El grupo de trabajo decidió que IBI más prolongados deben ser explorados por medio de análisis de sensibilidad.

Distribución del tamaño de la camada: 96% de partos simples

En los manatíes se han observado muy raramente partos de gemelos. Valores para partos simples (96%) y dobles (4%) fueron adoptados de PVA previos.

Mortalidad : Ver abajo

Se reconoció que las causas de mortalidad varían entre las diferentes poblaciones de manatí. Por lo tanto, los estimados de mortalidad establecidos por Jiménez para la población de Costa Rica fueron utilizados en el modelo, los cuales son más bajos que los estimados de mortalidad para la población de Florida. Esto incluye todas las causas de mortalidad con excepción de la cacería. La tasas de mortalidad no son diferentes entre los sexos. La variación ambiental alrededor de las tasas de mortalidad se estableció en 10% de las tasas de mortalidad promedio.

<u>Clase por edad</u>	<u>Mortalidad anual promedio</u>	<u>Variación ambiental</u>
0 – 1	18%	1.8%
1 – 2	5%	0.5%
2+	4.5%	0.45%

Monopolización de la reproducción: 100%

No existe evidencia de que algunos machos tengan más éxito reproduciéndose que otros. Todos los machos adultos fueron considerados como reproductores potenciales en este sistema polígamo de apareamiento.

Tamaño poblacional inicial (N): 58

Jiménez (1998) estimó que la población de manatíes del norte del Caribe, de San Juan del Norte, Nicaragua, a Moín, Costa Rica, era de 58 individuos, lo que fue adoptado en este modelo. *Vortex* distribuye la población inicial especificada entre clases de diferentes sexo y edades, de acuerdo con una distribución de edades estable que es característica de los esquemas de mortalidad y reproducción en el modelo.

Capacidad de carga (K): 105

La capacidad de carga se estableció en 105, calculándola por la suma de las capacidades de carga estimadas por Jiménez (1998) para las subpoblaciones de los manatíes del norte de Costa Rica. No se adicionó a la capacidad de carga la variación ambiental, debido a que en las variaciones del tamaño poblacional se incluye la variación ambiental influenciando la reproducción y la sobrevivencia.

Cosecha: dos adultos por año

La cosecha de dos manatíes adultos (un macho, una hembra) por año fue incluida en el modelo base para incluir los niveles de cacería reportados por el personal, en el Parque Nacional Tortuguero. La cosecha (en términos de cacería y mortalidad adicional debido a la colisión de botes) fue seleccionada para un análisis de sensibilidad adicional.

Parámetros variados durante los análisis de sensibilidad

Para investigar las áreas de incertidumbre en algunos de los valores de los parámetros demográficos, fueron realizados análisis de sensibilidad para explorar la sensibilidad de los resultados del modelo a estos valores. Los valores base están en negrita.

Intervalo entre partos:	2.5, 3, 4 años
Edad de la primera cría:	4, 5, 6, 7 años
Edad máxima de reproducción:	39, 45, 50
Tamaño inicial de la población:	35, 58, 80
Capacidad de carga:	En la capacidad de carga o más bajo

Resultados del modelo base

El modelo base describe una población que muestra un fuerte crecimiento determinístico positivo ($r = 0.057$). Este es el crecimiento promedio esperado de la población basándose en la tasa media de fecundidad y mortalidad en la ausencia de endocruzamiento, cacería y procesos estocásticos (por ejem. disminución de apareamientos, proporción de sexos sesgada). En ausencia de estas fuerzas, se esperaría que las poblaciones crecieran hacia la capacidad de carga del ambiente. Jiménez (2002) cita evidencia de que los manatíes pueden mostrar 7-10% de crecimiento poblacional anual cuando las medidas de conservación se refuerzan. Otros han sugerido que la biología de los sirenios permite únicamente un máximo de 5% de tasa anual de aumento, cuando la mortalidad es baja (ver O Shea *et al.*, 1988). Por lo tanto, es razonable la tasa

de crecimiento anual del modelo observado de 5.9%. Aunque el crecimiento determinístico es positivo, las poblaciones de manatí no pueden resistir mortalidades sobre el 5% anual; adicionalmente, las poblaciones pequeñas pueden ser vulnerables a riesgos asociados con procesos estocásticos.

Efectos de los parámetros reproductivos

Existe poca información sobre la historia de vida de los manatíes en Costa Rica. Aunque hay disponible alguna información sobre los manatíes de la Florida, con base en el examen de esqueletos, algunos han sugerido que los manatíes en hábitat más calientes del sur (*T.m. manatus*) difieren de estos en sus características reproductivas. Dada la incertidumbre que envuelve estos parámetros, se realizaron análisis de sensibilidad sobre la edad de la primera reproducción, edad máxima de reproducción, y el porcentaje de hembras reproduciéndose (basado en el intervalo entre partos).

El Cuadro 1 da la probabilidad de extinción, tamaño promedio de la población, proporción de diversidad genética (heterogocidad), y tiempo promedio de extinción en 100 años para varios valores reproductivos. La edad de la primera reproducción y la edad máxima de reproducción tuvo poco efecto en los resultados del modelo; sin embargo, el intervalo entre partos tiene una influencia significativa en la viabilidad poblacional. Similarmente, Heinsohn *et al.* (2004) encontraron que el intervalo entre partos era el parámetro más sensitivo en la historia de vida en su modelo PVA de la población del dugongo australiano. A IBI = 2.5 años la población puede aumentar y tiene una baja posibilidad de extinción. Con IBI = 3 años (33% de las hembras reproduciéndose cada año), la población tiene una tasa de crecimiento determinística más lenta ($r = 0.040$) y un relativamente alto riesgo de extinción (37%). Si el IBI es de cuatro años (solamente el 25% de las hembras reproduciéndose cada año), la población tiene una tasa de crecimiento más baja ($r = 0.023$), una tasa de crecimiento negativa cuando se adicionan la cosecha y los procesos estocásticos ($r = 0.054$), y enfrenta una extinción casi segura en 100 años (Figura 1). Un estimado preciso de este valor es importante en la construcción de un modelo de viabilidad de población del manatí de Costa Rica. De igual modo, factores que influyen el porcentaje de hembras reproduciéndose tendrán importantes efectos en la viabilidad de la población de manatíes.

Cuadro 1. Efectos al variar parámetros reproductivos en la viabilidad de la población a los 100 años (Det. r = determinístico r; Stoch. r = estocástico r; PE = probabilidad de extinción; N = tamaño poblacional promedio; GD = proporción de diversidad genética remanente TE = tiempo medio para la extinción, en años).

	Det. r	Stoch. r	PE	N	GD	TE
Primera Repro						
4	0.075	0.069	0.00	105	0.92	--
5	0.065	0.061	0.00	105	0.92	--
6	0.057	0.029	0.03	100	0.92	--
7	0.050	0.022	0.01	99	0.92	--
Max Repro						
39	0.057	0.029	0.03	100	0.92	--

45	0.058	0.031	0.01	102	0.92	--
50	0.059	0.031	0.02	101	0.92	--
IBI						
2.5	0.057	0.029	0.03	100	0.92	--
3.0	0.040	-0.002	0.37	58	0.91	--
4.0	0.023	-0.054	0.97	2	0.90	41

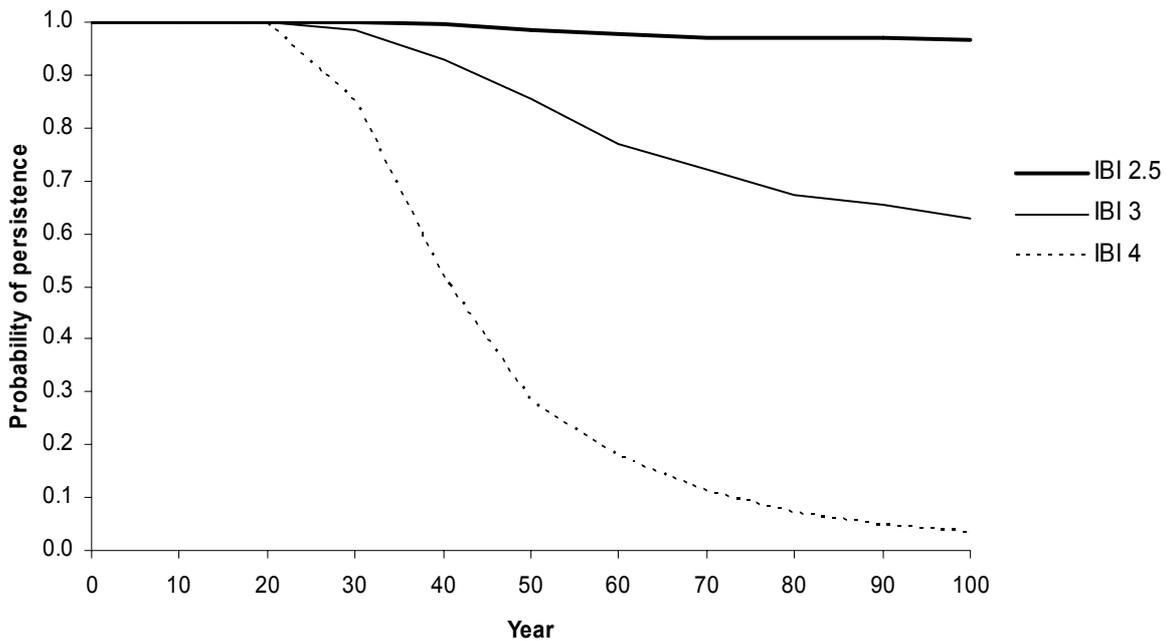


Figure 1. Probabilidad de persistencia de las poblaciones de manatí con IBI = 2.5, 3 y 4 años.

Efectos del tamaño de la población y de la capacidad de carga

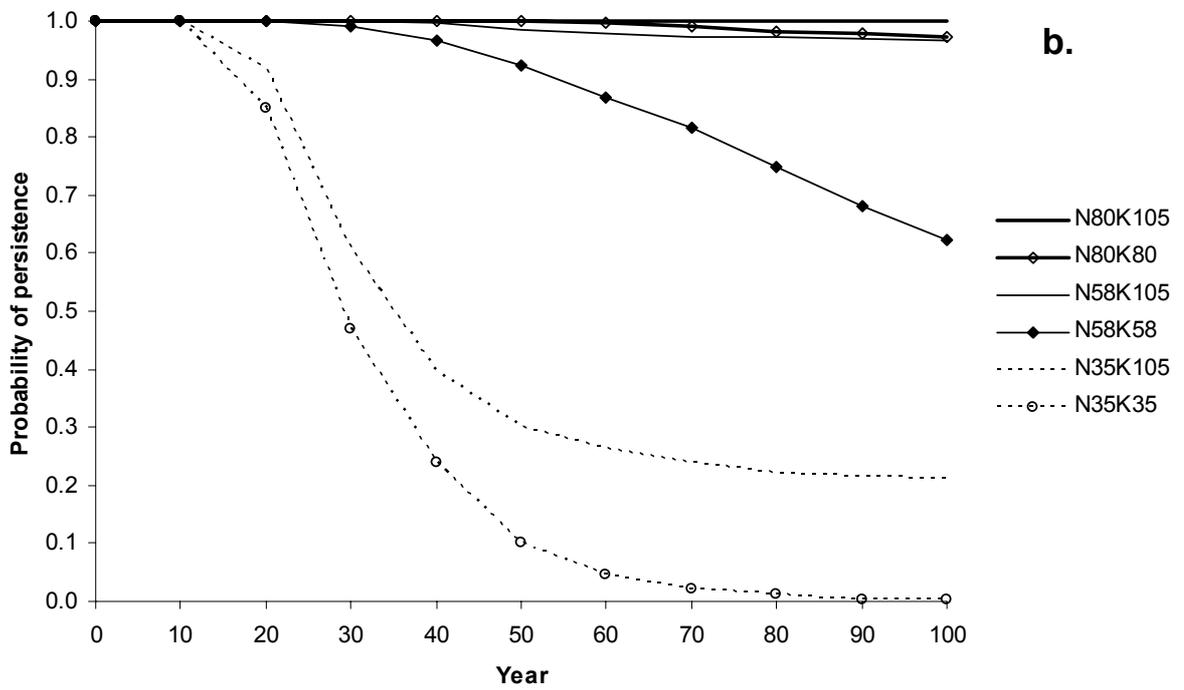
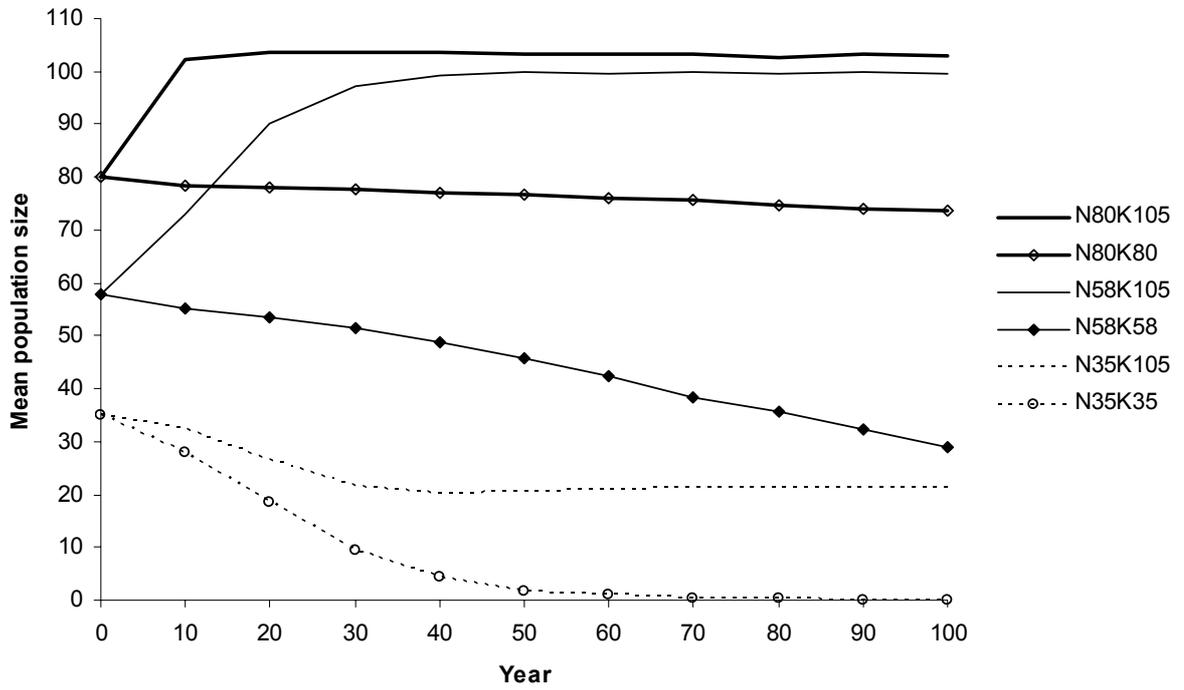
Conforme las poblaciones disminuyen, se hacen más susceptibles a los efectos negativos del entrecruzamiento y los procesos estocásticos. El modelo base usa un estimado de la población de 58 individuos, utilizando los datos de Jiménez (1998) para la población de manatíes del Caribe Norte; sin embargo, actualmente no hay un estimado preciso de esta población. Los análisis de sensibilidad sugieren que si no hay mortalidad adicional y con otros valores de base, esta población no se encuentra en un gran riesgo de extinción en 100 años, debido a que no se encuentra cercana a la capacidad de carga y tiene la posibilidad de crecer más. Estimados poblacionales de 58 vs. 80 individuos no difieren sustancialmente en la viabilidad de la población cuando la capacidad de carga es 105, debido a que ambas poblaciones tienen la capacidad de aumentar (ver Cuadro 2). Sin embargo, aunque tengan la misma capacidad de carga, una población inicial de 35 es lo suficientemente pequeña como para ser susceptible a procesos estocásticos y se encuentra en gran riesgo de extinción (Figura 2a).

El modelo base también adoptó una capacidad de carga total de 105 individuos de Jiménez (1998), quien asume que la población de manatí se encuentra muy por debajo de la capacidad de carga del hábitat. La capacidad de carga es difícil de medir y se encuentra influenciada no solamente por factores bióticos como la vegetación disponible, sino que también por factores antropogénicos como la sedimentación y niveles de perturbación humana los que pueden cambiar con el tiempo. Un estimado preciso de la capacidad de carga (K) es quizá más crítico al modelo PVA del manatí que el tamaño poblacional actual, debido a que K limita la habilidad de la población a crecer y representa la variación ambiental y otras amenazas.

Cuando las poblaciones de manatí de 35, 58 y 80 individuos son modeladas a la capacidad de carga, los resultados del modelo sugieren que poblaciones de 80 individuos son capaces de mantenerse y tienen bajas posibilidades de extinción. Sin embargo, una población de 58 manatíes que se encuentra a la capacidad de carga y no puede crecer más, tiene un considerable riesgo de extinción en 100 años (Figura 2b). La capacidad de carga del hábitat es crítica para la viabilidad de esta pequeña población, sugiriendo la importancia de minimizar los impactos que reducen la capacidad de carga efectiva para los manatíes.

Cuadro 2. Efectos del tamaño inicial de la población y la capacidad de carga en la viabilidad de la población en 100 años (Stoch. r = estocástica r; PE = probabilidad de extinción; N = tamaño poblacional promedio; GD = proporción remanente de diversidad genética; TE = tiempo medio para la extinción, en años).

	Stoch. r	PE	N	GD	TE
Bajo K (K = 105)					
$N_{init} = 35$	-0.023	0.79	21	0.88	35
$N_{init} = 58$	0.029	0.03	100	0.92	--
$N_{init} = 80$	0.033	0.00	103	0.93	--
A K (K = N_{init})					
$N_{init} = 35$	-0.061	1.00	--	--	30
$N_{init} = 58$	0.002	0.38	29	0.85	--
$N_{init} = 80$	0.024	0.03	74	0.90	--



Figuras 2a, b. Tamaño poblacional promedio (a) y probabilidad de persistencia (b) de poblaciones de manatí con tamaños poblacionales iniciales de 35, 58 y 80 bajo ($K = 105$) o a ($K = N_{\text{init}}$) capacidad de carga.

Efectos de cosecha

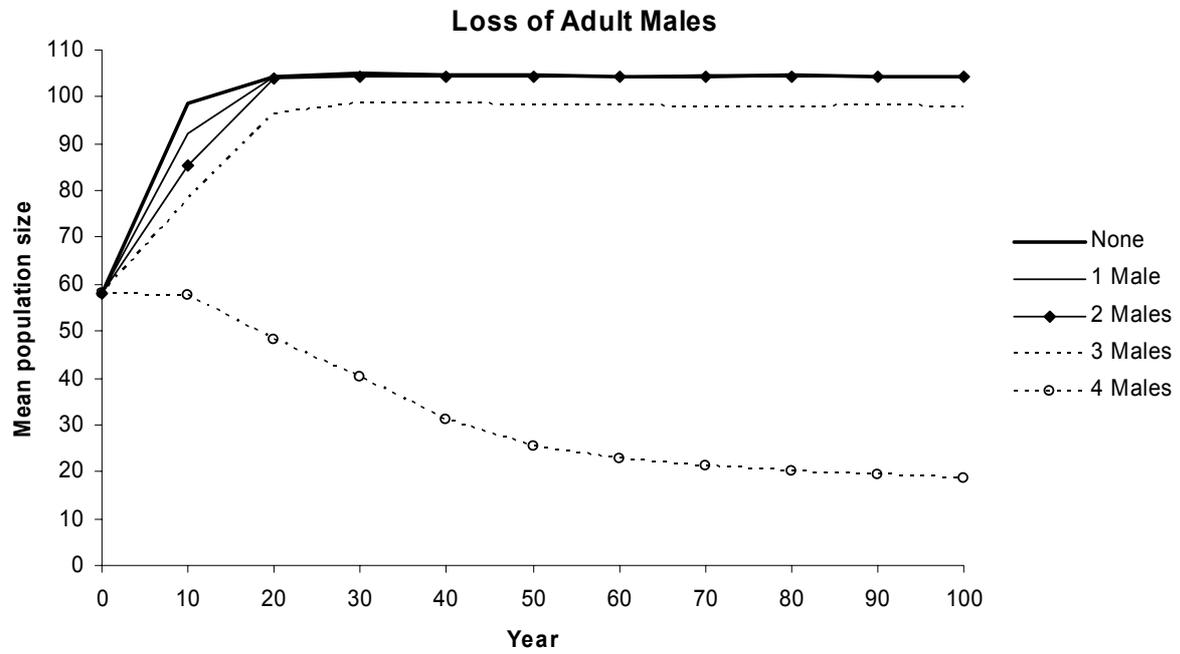
El modelo base del manatí incorpora la remoción de un macho adulto y de una hembra adulta cada año para representar la pérdida estimada de dos adultos por año debido a la cacería en el Parque Nacional Tortuguero. Hubo discusión en el taller PHVA sobre la posibilidad de que el modelo base debería incluir la remoción de cuatro adultos por año (dos debido a la cacería y dos debido a las colisiones con botes), debido a que se desconocen los actuales niveles de cosecha. La remoción de adultos en edad de reproducción, y particularmente de hembras en edad de reproducción en una especie polígama, limita el potencial reproductivo y la tasa de crecimiento de una población. La reducción en la cosecha aumentaría el potencial reproductivo y la tasa de crecimiento poblacional, mientras que la pérdida adicional de individuos (por cacería, colisión de botes y otras causas) en esa pequeña población podría tener consecuencias devastadoras.

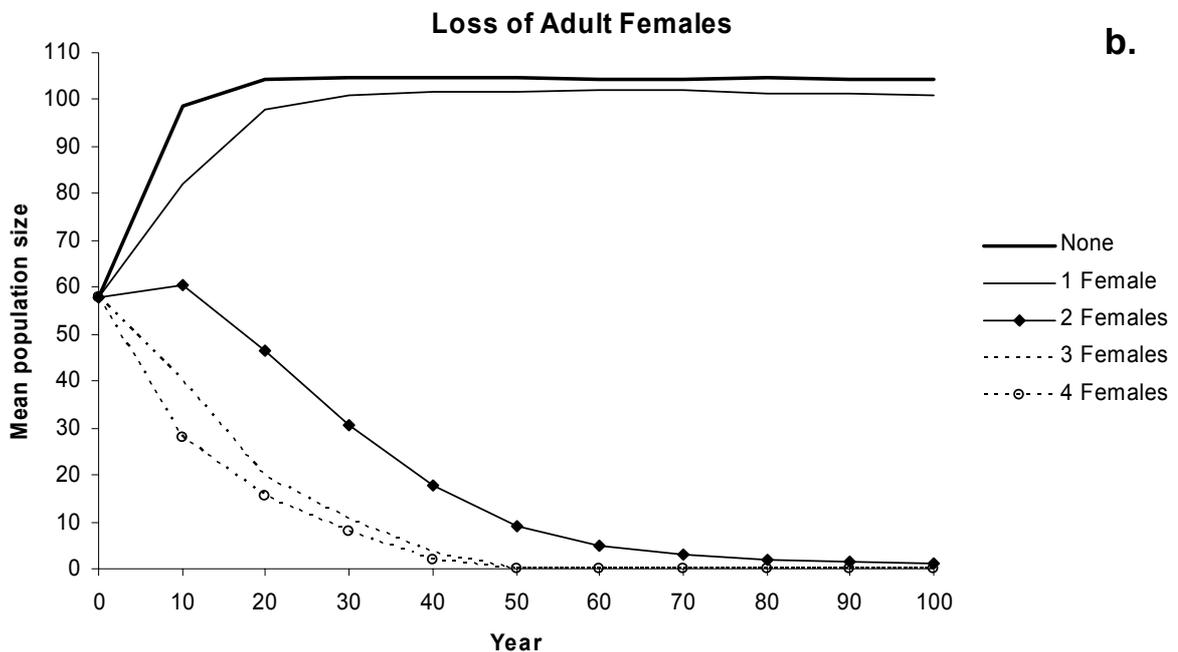
El modelo del manatí fue corrido con la remoción (cosecha) de 0, 1, 2, 3 o 4 manatíes adultos de diferente proporción de sexos para evaluar el impacto en la población base. Los resultados del modelo se dan en el Cuadro 3 y claramente demuestran los diferentes efectos de la remoción de hembras adultas vs. machos adultos de la población. La remoción anual de hasta tres machos adultos tiene pequeño efecto en la tasa de crecimiento de la población y solamente una baja probabilidad de extinción en 100 años. Esto es debido al sistema de apareamiento polígamo de la especie, en el que los machos se pueden reproducir con más de una hembra. Sin embargo, al remover cuatro machos, se afecta seriamente la viabilidad poblacional (Figura 3a). Esto es lógico, debido a que cuatro individuos representa casi el 7% de los 58 individuos en la población inicial; con una tasa anual de crecimiento determinística de 5.9%, la población no tiene posibilidad de crecer con suficiente rapidez para reemplazar los animales cosechados. La situación es más difícil si se cosechan hembras adultas, dado que la remoción directa de hembras afecta el crecimiento potencial de la población (Figura 3b). La pérdida de más de una hembra por año virtualmente

Cuadro 3. Efectos de la cosecha de machos y/o hembras adultas de manatí en la viabilidad poblacional en 100 años (Stoch. r = estocástica r; PE = probabilidad de extinción; N = tamaño poblacional promedio; GD = proporción de diversidad genética remanente; TE = tiempo medio a la extinción, en años).

	Stoch. r	PE	N	GD	TE
No se cosecha	0.054	0.00	104	0.93	--
Cosecha de machos					
1 macho	0.052	0.00	104	0.92	--
2 machos	0.051	0.00	104	0.91	--
3 machos	0.048	0.06	98	0.90	--
4 machos	0.007	0.81	19	0.88	22
Cosecha de hembras					
1 hembra	0.029	0.02	101	0.93	--
2 hembras	-0.023	0.99	1	0.92	26
3 hembras	-0.053	1.00	--	--	15
4 hembras	-0.074	1.00	--	--	11
Cosechar dos adultos					

2 machos	0.051	0.00	104	0.91	--
1 macho/ 1 hembra	0.029	0.03	100	0.92	--
2 hembras	-0.023	0.99	1	0.92	26
Cosechar 3 adultos					
3 machos	0.048	0.06	98	0.90	--
2 machos/1 hembra	0.028	0.06	97	0.91	--
Igual proporción de sexos	-0.002	0.47	51	0.91	--
1 macho/2 hembras	-0.044	0.98	2	0.91	27
3 hembras	-0.053	1.00	--	--	15





Figuras 3a, b. tamaño poblacional promedio del manatí con pérdida anual de 0, 1, 2, 3, y 4 machos adultos (a) o hembras adultas (b).

asegura la extinción de la población en 26 años o menos (Cuadro 3). Por lo tanto, la pérdida de cuatro individuos discutida por el grupo de trabajo como el nivel de cosecha actual podría resultar en la extirpación de esta población de manatí, según el modelo.

No había información disponible en este PHVA sobre la proporción de sexos del manatí perdidos por cacería, colisiones de botes u otros factores. Algunos participantes presentaron la hipótesis de que las hembras con crías serían más lentas y poco dispuestas a evadir los botes pues se encontraban con sus crías, y por lo tanto podrían ser más vulnerables a las colisiones de botes o a los cazadores. La proporción de sexos de los animales matados por los cazadores o por botes es crítica para la sobrevivencia de esta población (Cuadro 3). Aún si solo dos manatíes son removidos cada año de la población del norte de Costa Rica, el sexo de estos individuos tiene un profundo impacto en la viabilidad de la población, sin casi riesgo de extinción si solamente machos son removidos, a casi una extinción cierta si solo hembras son cosechadas (Figura 4). Para proyectar mejor la viabilidad de la población, sería valioso coleccionar datos sobre el sexo de los incidentes de muertes de manatí debido a la cacería, colisiones por botes y otras causas de mortalidad.

El número de pérdidas anuales que una población puede tener está relacionada con su tamaño. Debido a que se desconoce el tamaño actual de la población de manatíes del norte de Costa Rica, el modelo de *Vortex* fue utilizado para explorar los efectos de la cosecha vs. tamaño poblacional. Como se esperaba, las poblaciones más grandes pueden superar la pérdida de mayor número de manatíes (Cuadro 4). Una población de 25 individuos no puede reemplazar la pérdida de un adulto por año; poblaciones de 50, 75, 100 y 125 pueden perder 1, 2, 3 y 4 adultos, respectivamente, con bajos niveles de riesgo de extinción ($\leq 5\%$). Por lo tanto, aún si la población del norte de Costa Rica es subestimada por un 50%, o si es capaz de crecer a la capacidad de carga del hábitat estimada, sigue siendo vulnerable a la mortalidad

adicional. La cacería fue la causa principal de la declinación de los manatíes en Venezuela (O Shea *et al.* 1988) y en Nicaragua (Jiménez, 2002). Se reportó abundancia de manatíes en Tortuguero y las áreas adyacentes en los 1940's y los 1950's pero declinaron precipitadamente en los tardíos 1970's, posiblemente debido a altos niveles de cacería y mortalidad relacionada a aumento en el tráfico de botes, polución y pesticidas (Reynolds y Szelistowski, 1995; Smethurst y Neitschmann, 1999). Esta población se mantiene vulnerable a estas amenazas externas.

Cuadro 4. Tasa de crecimiento estocástico y probabilidad de extinción a 100 años para poblaciones de manatí de 25, 50, 75, 100 y 125 ($N_{init} = K$) con cosecha de 0, 1, 2, 3, y 4 manatíes adultos (proporción de sexos igual).

Tamaño pob.	Stochastic r					Probabilidad de extinción				
	Número de adultos cosechados					Número de adultos cosechados				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
25	0.035	-0.121	--	--	--	0.00	0.92	1.00	1.00	1.00
50	0.047	0.006	-0.022	--	--	0.00	0.03	0.75	1.00	1.00
75	0.047	0.021	0.013	-0.101	-0.057	0.00	0.00	0.04	0.55	0.96
100	0.054	0.030	0.027	-0.022	-0.023	0.00	0.00	0.00	0.04	0.46
125	0.049	0.033	0.035	0.003	0.013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05

Efectos de la fragmentación de la población

Modelando la fragmentación

El modelo base del manatí asume que los individuos de esta especie que habitan entre San Juan del Norte, Nicaragua y Moín, Costa Rica funcionan como una población **panmictic**. Jiménez (1998) sugiere que esta población podría estar fragmentada en tres subpoblaciones de norte a su, con algún movimiento de individuos entre subpoblaciones. Se han divisado manatíes fuera de la costa, indicando el potencial para el intercambio de individuos entre estas áreas (Smethurst y Nietschmann, 1999). La subdivisión de la población pudiera tener efectos demográficos y genéticos y por lo tanto afecta el riesgo de extinción de la población. El aislamiento total de la población (por ejem. sin movimientos interpoblacionales) da como resultado poblaciones más pequeñas que son más vulnerables a los procesos estocásticos y a la pérdida de la diversidad genética.

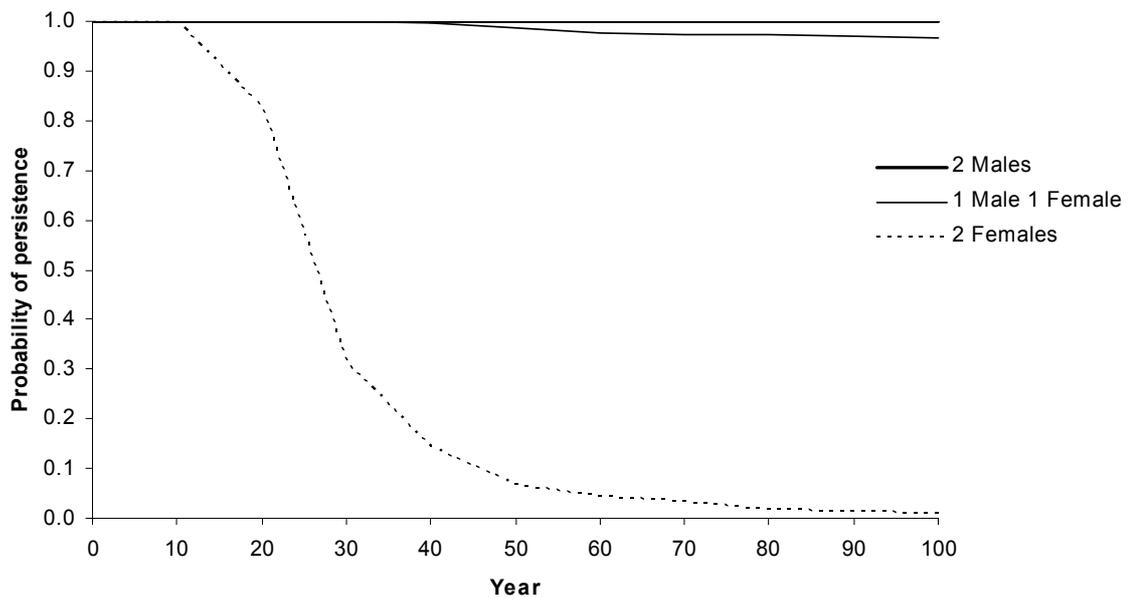


Figura 4. Probabilidad de persistencia de poblaciones de manatí con la remoción anual de dos adultos de diferentes proporciones de sexo (dos machos, uno de cada sexo, o dos hembras).

Efectos de la fragmentación del hábitat

Modelando la fragmentación

El modelo base del manatí asume que los especímenes que habitan entre San Juan del Norte, Nicaragua a Moín, Costa Rica funcionan como una población panmictic. Jiménez (1998) sugiere que esta población puede estar fragmentada en tres subpoblaciones del norte al sur, con algún movimiento de individuos entre ellas. Los manatíes se han observado lejos de la costa, lo que indica el intercambio potencial de individuos entre estas áreas (Smethurst y Nietschmann, 1999). La subdivisión de la población puede tener efectos demográficos y genéticos y por lo tanto afecta el riesgo de extinción de la población. El aislamiento total de la población (por ejem., sin movimiento entre poblaciones) da como resultado poblaciones más pequeñas que son más vulnerables a los procesos estocásticos y a la pérdida de la diversidad genética. En muchos casos el intercambio de individuos entre subpoblaciones puede ayudar a mitigar estos riesgos, especialmente si una de la subpoblaciones puede actuar como población fuente y aumentar otras poblaciones sin un riesgo adicional a ella misma. En algunos casos, sin embargo, las subpoblaciones pueden actuar como embudos –poblaciones que no son viables que sacan individuos dispersándolos, impactando negativamente las poblaciones adyacentes.

Para investigar los impactos en la estructura de la población, se utilizó Vortex para modelar una metapoblación de manatíes que consistía de las siguientes tres subpoblaciones (del norte al sur) según lo enuncia Jiménez:

<u>Subpoblación</u>	<u>N inicial</u>	<u>Capacidad de carga</u>
Colorado	33	60
Tortuguero	18	30
Moín	7	15

Se modelaron tres niveles de dispersión entre las subpoblaciones:

- 1) subpoblación aislada, sin movimiento de manatíes entre ellas;
- 2) Niveles bajos de movimientos sugeridos por Jiménez (2% entre poblaciones adyacentes, 1% entre las poblaciones no adyacentes de Colorado y Moín, anualmente); y
- 3) Dos veces esta tasa de dispersión (por ejem., 4% entre poblaciones adyacentes, 2% entre poblaciones no adyacentes).

Se estableció la sobrevivencia durante la dispersión en 95%. Esta estructura poblacional alternativa fue examinada para explorar el impacto de la fragmentación actual o futura.

Efecto de la cosecha bajo fragmentación

En la ausencia de cosecha, la fragmentación de la población tiene poco efecto en la viabilidad de la población de manatíes. La probabilidad de extinción en 100 años para los manatíes en el norte de Costa Rica se mantiene en cero con o sin división de la población. El tamaño promedio de la población y la diversidad genética muestran solo pequeñas disminuciones con la división, lo cual se encuentra en la variación esperada debido al azar.

Cuando se adiciona al modelo la cosecha de un macho adulto y de una hembra adulta anualmente (nivel base de cosecha), los efectos de la fragmentación se pueden observar. La cosecha en el modelo de metapoblación se modeló como la cosecha de solamente una de las tres subpoblaciones, y el área que es cosechada puede tener consecuencias significativas para las subpoblaciones y la metapoblación.

Localización de la cosecha

Las subpoblaciones que son cosechadas tienden a extinguirse o, si persisten, a actuar como embudos para reducir la viabilidad de la metapoblación. En la ausencia de la dispersión, la cosecha restringida a las poblaciones pequeñas de Tortuguero o Moín, causa que rápidamente estas poblaciones se extingan; en el modelo esto aumenta el tamaño y la probabilidad de persistencia de las poblaciones restantes, debido a que toda cosecha es rápidamente eliminada del modelo. La población de Colorado que es más grande ocasionalmente persiste cuando es cosechada, pero en números muy reducidos. Como esta subpoblación representa el 57% de la metapoblación, su declinación o extinción impacta negativamente la viabilidad de la metapoblación entera (Cuadro 5).

El movimiento de individuos entre subpoblaciones tiene diversos efectos, dependiendo de cuál subpoblación es cosechada. La dispersión actúa para elevar la viabilidad de las subpoblaciones más pequeñas cuando son cosechadas, pero no la subpoblación más grande de Colorado.

Moín: Moín es una subpoblación pequeña en el extremo final de la distribución del manatí; conforme aumenta la tasa de dispersión, el beneficio a Moín aumenta con un relativamente pequeño impacto negativo a la metapoblación. Dado su pequeño tamaño y colocación, Moín no actúa como un embudo en este modelo (Figura 5c).

Tortuguero: Tortuguero se encuentra en el medio de las tres subpoblaciones e intercambia individuos con ambas. Conforme aumenta la tasa de dispersión, la cosecha en Tortuguero comienza a impactar negativamente las otras subpoblaciones, y por lo tanto la metapoblación (Figura 5b). Aunque el riesgo de extinción de la metapoblación se mantiene bajo, el tamaño promedio de la población después de 100 años es únicamente de 54 con tasas de dispersión mayores comparadas con 100 (esencialmente capacidad de carga) sin subdivisión de la población.

Colorado: Colorado representa la subpoblación más grande (57% de la metapoblación): sin embargo, únicamente consiste de 33 individuos y por lo tanto es vulnerable a los efectos de la cosecha y no es capaz de sobrellevar la extracción de dos adultos por año. Al igual que en otras áreas, la subpoblación declina y se encuentra en riesgo de extinción. Conforme aumentan las tasas de dispersión, la cosecha en Colorado comienza a impactar también negativamente la subpoblación adyacente de Tortuguero y por lo tanto la metapoblación. Debido a que Colorado tiene una gran proporción de la metapoblación, la cosecha en esta área puede tener el impacto más grande en la metapoblación de manatíes (Figura 5^a).

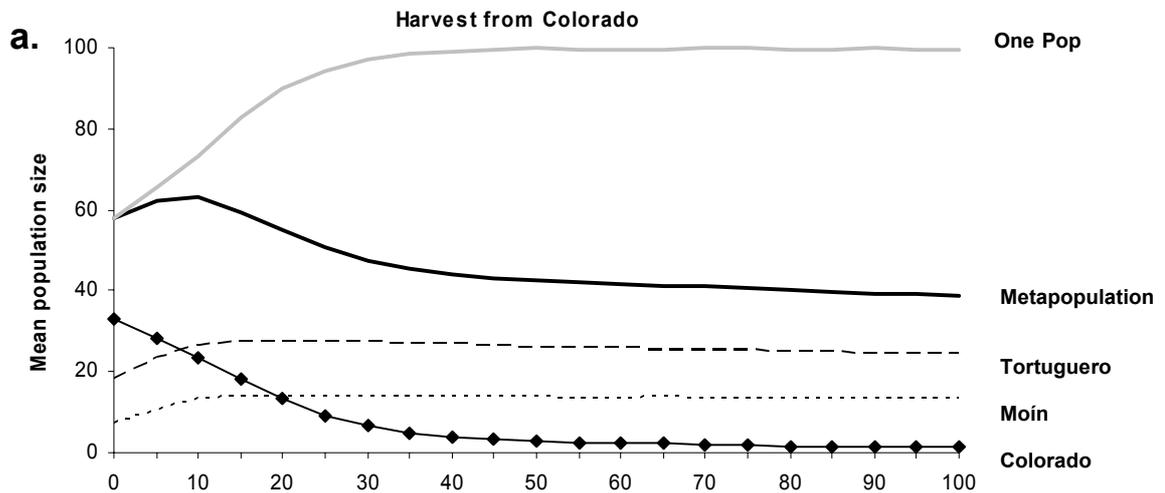
Se deben tener en mente algunos puntos cuando se aplican estos resultados del modelado a la población de manatíes del norte de Costa Rica. Este modelo restringe la cosecha a una subpoblación; lo cual asume que si una subpoblación cosechada se extingue (lo que pareciera ser posible), la cosecha no se moverá a otra población de manatíes. Puede ser cierto o no que los cazadores se moverán a otras áreas a cazar manatíes conforme los números de manatíes disminuyen. Esto dependerá del nivel de aplicación de las leyes contra la cacería en cada área en donde se encuentra el hábitat.

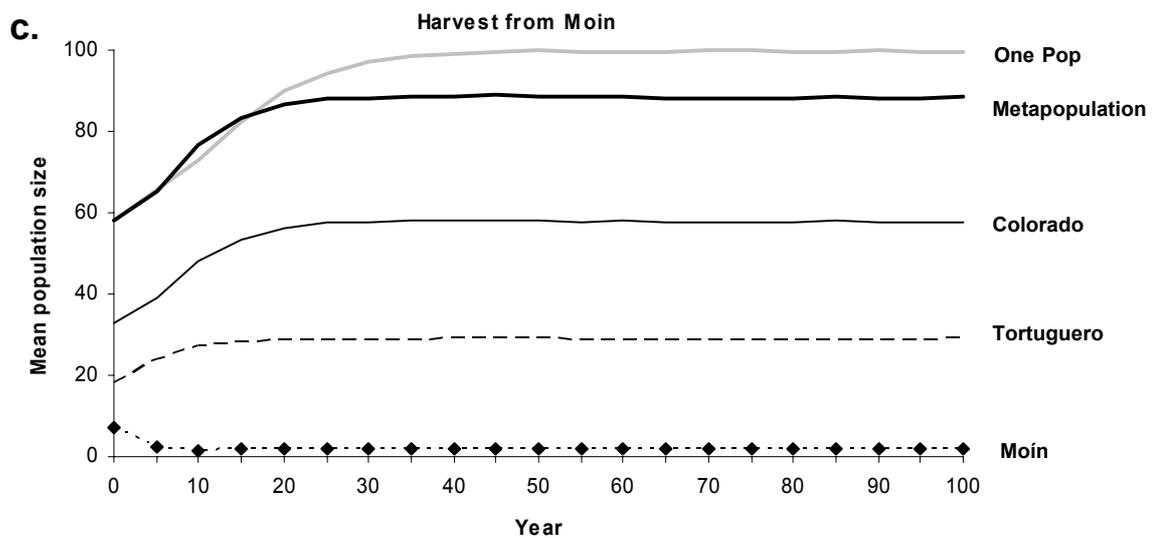
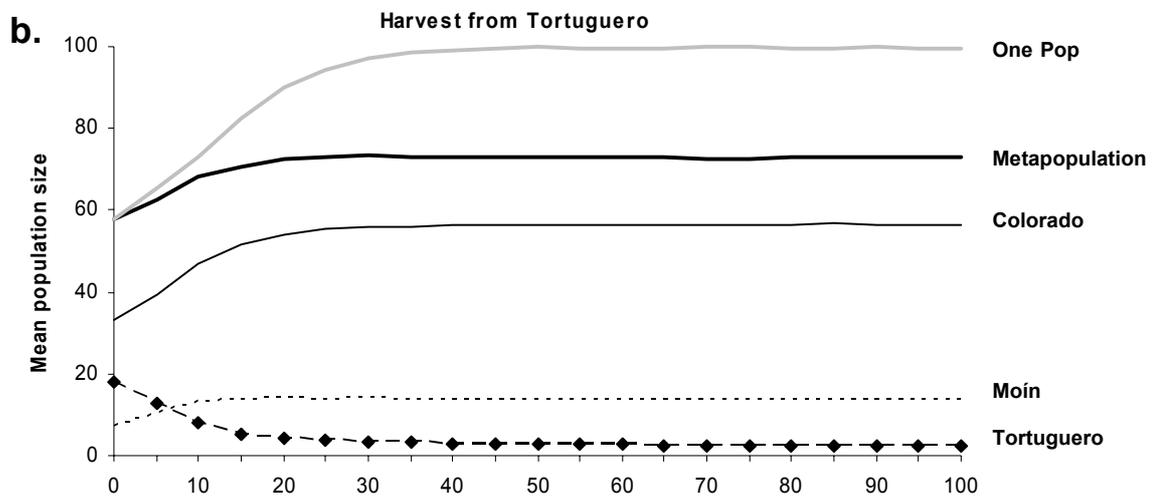
Mientras que el movimiento de los manatíes entre las subpoblaciones puede ayudar a aumentar las subpoblaciones cosechadas, esto puede conducir a la declinación de estas subpoblaciones de apoyo conforme los manatíes se trasladan de áreas donde no se cosechan o se cosechan poco a áreas de gran cosecha. Este fenómeno potencial se observó en un modelo de PVA para poblaciones de dugongos en Australia (Heinsohn *et al.*, 2004) Esto podría ser de una mayor preocupación si los manatíes son atraídos de alguna manera a áreas muy cosechadas.

El modelo *Vortex* es sensitivo a las tasas de dispersión, tasas de cosecha y tamaño de las subpoblaciones y capacidad de carga. Todos estos parámetros fueron estimados con datos limitados. Por lo tanto, estas proyecciones de las poblaciones deben mirarse con precaución antes de que se encuentre disponible información más completa. Teniendo estas precauciones, los resultados del modelo sugieren que un aumento en la mortalidad (debido a la cacería, colisiones de botes, etc.) puede ser particularmente dañina en áreas de poblaciones centrales de esta pequeña metapoblación.

Cuadro 5. Interacción de la cosecha y la estructura de la población en la viabilidad de la población en 100 años (St. r = estocástica r; PE = probabilidad de extinción; N = promedio del tamaño poblacional; GD = diversidad genética remanente).

	No Dispersión				Dispersión baja				Dispersión x 2			
	St. r	PE	N	GD	St. r	PE	N	GD	St. r	PE	N	GD
Una población	0.029	0.03	100	0.92								
Cosecha de Colorado												
Colorado	-0.038	0.86	7	0.83	0.065	0.90	1	0.73	0.062	0.83	1	0.66
Tortuguero	0.045	0.00	29	0.78	0.021	0.01	24	0.82	0	0.11	13	0.76
Moín	0.031	0.13	11	0.57	0.053	0.01	13	0.80	0.046	0.07	11	0.76
Metapoblación	0.030	0.00	46	0.86	0.023	0.00	39	0.84	0.009	0.03	24	0.78
Cosecha de Tortuguero												
Colorado	0.050	0.00	59	0.88	0.024	0.00	56	0.88	0.002	0.03	35	0.85
Tortuguero	-0.164	1.00	--	--	0.039	0.54	3	0.76	0.015	0.36	7	0.81
Moín	0.030	0.14	11	0.57	0.058	0.00	14	0.84	0.065	0.05	12	0.82
Metapoblación	0.044	0.00	70	0.90	0.027	0.00	73	0.89	0.014	0.02	54	0.86
Cosecha de Moín												
Colorado	0.050	0.00	59	0.88	0.031	0.00	58	0.90	0.014	0.00	52	0.90
Tortuguero	0.045	0.00	29	0.77	0.048	0.00	29	0.89	0.045	0.00	28	0.89
Moín	-0.288	1.00	--	--	0.043	0.69	2	0.74	0.001	0.13	7	0.83
Metapoblación	0.048	0.00	88	0.92	0.036	0.00	88	0.91	0.025	0.00	88	0.90





Figuras 5a, b, c. Tamaño promedio de la población de cada población con la cosecha de 2 adultos por año de las subpoblaciones de Colorado (a), Tortuguero (b), or Moín (c) subpoblación con dispersión baja (♦ = subpoblación cosechada).

Resumen de las proyecciones del modelo para las poblaciones de manatí

Los participantes a este taller de PHVA construyeron a partir de análisis de viabilidad de población previos una población base modelo que pareciera ser un modelo razonable para la población de manatíes del Norte de Costa Rica. Este modelo de *Vortex* se basa en los mejores estimados de la biología de los manatíes y de las amenazas a las poblaciones de esta especie y asume que estas condiciones permanecerán constantes en el tiempo.

Debido a que nuestro conocimiento de la dinámica del manatí puede ser incompleta, o debido a que las condiciones no permanecieran constantes, es difícil producir proyecciones certeras sobre la población para los próximos 100 años. Sin embargo, este modelo puede ser útil para predecir tendencias poblacionales, identificando amenazas a la sobrevivencia de los manatíes, e identificando vacíos en el conocimiento. Conforme se consiga información más segura y se implementen acciones de manejo, estos resultados pueden ser reevaluados para promover acciones efectivas de conservación.

El modelo base sugiere que la población de manatíes en el norte de Costa Rica tiene el potencial de crecer a la capacidad de carga cuando la cosecha es mínima y tiene un 3% de probabilidad de extinción en los próximos 100 años. Esta proyección es altamente dependiente sobre algunos factores, algunos intrínsecos a la biología de los manatíes y otros bajo la influencia de acciones humanas. El aspecto más crítico con respecto a la biología de las poblaciones es el intervalo entre partos, que determina el porcentaje de hembras que se reproducen cada año y el potencial reproductivo de la población. No es común que la influencia de los humanos impacte grandemente este parámetro, aunque Powell *et al.* (2001) sugieren que los manatíes en Belice pueden mostrar extensos intervalos entre nacimientos durante períodos de estrés nutricional, que podría ser el resultado de la degradación del hábitat. Investigaciones sobre el intervalo entre partos permitirían una mejor proyección de la viabilidad de la población de manatíes.

El tamaño de la población influencia su salud y su persistencia. Aunque los números actuales de la población son importantes, aun más importante es la capacidad de carga del hábitat, debido a que determina el tamaño poblacional en el largo plazo. En 1995 Reynolds *et al.* sugirieron que el hábitat del manatí en el noreste de Costa Rica se mantenía excelente. Expediciones de investigación realizadas entre 1996 y 1998 concluyeron, sin embargo, que el hábitat del manatí en Tortuguero, había sido degradado y reducido por sedimentación debido a la construcción de canales y deforestación debido a los cultivos comerciales de banano, a la tala forestal y al establecimiento de fincas ganaderas (Smethurst and Nietschmann, 1999). Los manatíes aparentemente evitan las áreas de tráfico pesado de botes, reduciendo la capacidad de carga. Smethurst and Nietschmann encontraron una fuerte correlación entre los avistamientos de manatíes y áreas que no estaban degradadas ni con tráfico alto de botes. Estimados más precisos del tamaño poblacional y la capacidad de carga del hábitat mejorarán las proyecciones futuras de la población, así como el monitoreo de las tendencias sobre la calidad del hábitat para los manatíes. Acciones de manejo para la conservación que puedan mejorar la capacidad de carga del ambiente y minimizar la reducción de la calidad del hábitat y de la capacidad de carga tendrán impactos significativos en la población de manatíes.

Un factor que influencia grandemente la persistencia de los manatíes en Costa Rica es la remoción de individuos de la población. En algunos escenarios aún la remoción de una hembra adulta adicional por año puede dar como resultado la extinción de esta pequeña población. Por lo tanto es vital minimizar la pérdida de manatíes por la cacería, colisiones de botes, pesticidas, polución, redes de pesca, y cualquier otra posible fuente de mortalidad. Esfuerzos especiales se deben realizar para reducir la pérdida de hembras en época de reproducción, las que pueden ser más vulnerables cuando están acompañadas

por juveniles y son más lentas para evitar cazadores o botes. La fragmentación de la población puede aumentar los efectos de la cosecha si la misma está concentrada en la población central de manatíes. Aunque ilegal, la cacería de manatíes aún ocurre, particularmente en Nicaragua y el extremo norte de Costa Rica donde la concentración de manatíes es mayor.

La población de manatíes del norte de Costa Rica es pequeña, por lo que es vulnerable a la variación ambiental y a otros procesos estocásticos. Esta población debe estar siguiendo un balance delicado para mantenerse viable. La dramática declinación observada en las poblaciones de manatíes de Costa Rica durante las últimas décadas, puede deberse a la mortalidad directa y /o a la degradación o pérdida de hábitat. Es necesario revertir estas tendencias para promover la sobrevivencia a largo plazo de los manatíes en el norte de Costa Rica.

Literatura citada

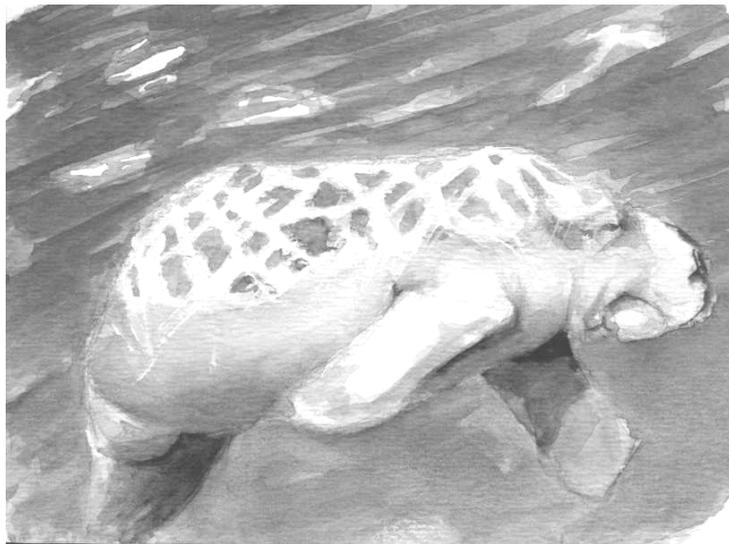
- Guichard, C., S. Ellis, Y. Matamoros, and U.S. Seal (eds.). 2001. *Análisis de la Viabilidad de Poblacional y del Hábitat del Manatí en México*. Apple Valley, MN: Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN).
- Heinsohn, R., R.C. Lacy, D.B. Lindenmayer, H. Marsh, D. Kwan, and I.R. Lawler. 2004. Unsustainable harvest of dugongs in Torres Strait and Cape York (Australia) waters: Two case studies using population viability analysis. *Animal Conservation* 7: 417-425.
- 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.
- Jiménez, I. 2002. Heavy poaching in prime habitat: The conservation status of the West Indian manatee in Nicaragua. *Oryx* 36(3): 272-278.
- Jiménez, I. 2003. Los manatíes de Río San Juan y los Canales de tortugueros: ecología y Conservación. Managua: Araucaria, 87pp.
- Lacy, R.C. 1993. Vortex: A computer simulation model for population viability analysis. *Wildlife Research* 20:45-65.
- Lacy, R.C. 2000. Structure of the *VORTEX* simulation model for population viability analysis. *Ecological Bulletins* 48:191-203.
- Miller, P.S., and R.C. Lacy. 2003. *VORTEX: A Stochastic Simulation of the Extinction Process. Version 9 User's Manual*. Apple Valley, MN: Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN).
- Marmontel, M., S.R. Humphrey, and T.J. O'Shea. 1997. Population viability analysis of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*), 1976-1991. *Conservation Biology* 11(2):467-481.
- O'Shea, T.J., M. Correa-Viana, M.E. Ludlow, and J.G. Robinson. 1988. Distribution, status, and traditional significance of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in

Venezuela. *Biological Conservation* 46: 281-301.

- Pitchford, M.E. and S.A. Rommel. 2001. Interpretation of life history events of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*) recorded in growth-layer-groups. 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Vancouver, Canada. (abstract).
- Powell, J.A., R. Bonde, A.A. Aguirre, C. Koontz, M. Gough, and N. Auil. 2001. Biology and movements of manatees in Southern Lagoon, Belize. 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Vancouver, Canada. (abstract).
- Ralls, K., J.D. Ballou, and A.R. Templeton. 1988. Estimates of lethal equivalents and the cost of inbreeding in mammals. *Conservation Biology* 2:185-93.
- Reynolds, J.E. and W.A. Szelistowski. 1995. Status and conservation of manatees *Trichechus manatus manatus* in Costa Rica. *Biological Conservation* 71: 193-196.
- Smethurst, D. and B. Nietschmann. 1999. The distribution of manatees (*Trichechus manatus*) in the coastal waterways of Tortuguero, Costa Rica. *Biological Conservation* 89: 267-274.
- Spellman, A.C. and J.M. Smith. 2001. The epidemiology of perinatal mortality in the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Vancouver, Canada. (abstract).

Análisis de la Viabilidad Poblacional
y del Hábitat del Manatí en la
Costa Atlántica de Costa Rica

INFORME FINAL



20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Sección VIII
Informe Grupo Hábitat

GRUPO 1

HABITAT DEL MANATI (TRICHECUS MANATUS)

Moderador: Eduardo Chamorro.

Secretarios: Roberto Solano y Claudio Quesada.

Relatora: Priscilla Alvarado.

Carlos Calvo, Mauricio Torres, Juan Luis CCórdoba, Ronald Mora, Carlos Espinoza, Marco Bolaños.

Problemas (en orden de prioridad)

1. Escasa información sobre el hábitat.
2. Navegación. (Contaminación sónica, golpes por propela, quilla etc.)
3. Sedimentación.
4. Contaminación por sustancias químicas.
5. Deforestación en el hábitat.
6. Catástrofes naturales (como el aumento de temperatura, un huracán, terremoto, una sequía.)

Nota. La apertura de más canales y el levantamiento por el terremoto del 91, han influido en el conecte o aislamiento del hábitat del manatí.

Problema 1

Escasa información sobre el hábitat.

No se puede tomar medidas concretas en cuanto al hábitat ya que no se conoce mucho sobre este.

Objetivo

Recopilar información actualizada existente sobre el hábitat del manatí.

Acción 1

Quemar un CD con la información actualizada de la base de datos del hábitat.

Plazo

Un mes

Responsable

Carlos Espinosa

Consecuencias

Suministrar la información a los participantes del taller

Obstáculos

No hay

Costo

\$10

Acción 2

Revisar y analizar la información sobre el hábitat del manatí, para la detección de carencia de datos.

Plazo

4 meses

Responsable

Priscilla Alvarado

Consecuencias

Contar con el sustento científico para el manejo y conservación del hábitat

Obstáculos

No contar con el presupuesto o el grupo de trabajo disponible

Costo

\$500

Acción 3

Llevar a cabo investigaciones en las áreas donde exista poca información.

Plazo

5 años

Responsable

Carlos Espinoza

Consecuencias

Llenar los vacíos de información

Obstáculos

No contar con el presupuesto

Costo

\$20000

Acción 4

Divulgar la información para quienes más utilicen el hábitat del manatí

Plazo

Permanente

Responsables

Eduardo Chamorro y Carlos Espinoza

Consecuencias

Concientización de los habitantes sobre el hábitat del manatí

Obstáculos

No contar con el presupuesto requerido

Costo

\$5000

Problema 2

Navegación.

Altera el hábitat del manatí. (Contaminación sónica, alteración del hábitat, como consecuencia, pérdida en las fuentes de alimento)

Objetivo 1

Eliminar las muertes de manatíes por embarcaciones a motor.

Acción 1

Rotular el canal principal con límites de velocidad.

Plazo

3 meses

Responsables

Carlos Espinosa, Eduardo Chamorro, Carlos Calvo.

Consecuencias

Concienciar a los usuarios de las vías acuáticas

Obstáculos

No contar con el presupuesto

Costo

\$2500

Acción 2

Capacitar y concientizar a los capitanes de las embarcaciones Totuguero, Moin, Colorado y Parismina

Plazo

Permanente, una capacitación cada seis meses

Responsables

Roberto Solano, Priscila Alvarado, Barbara Hartung

Consecuencias

Reducir el riesgo de accidentes de manatíes por embarcaciones. Elevar el nivel de interés por la conservación del manatí

Obstáculos

Presupuesto

Costo

\$10000

Acción 3

Promover una legislación que regule la navegación en el hábitat del manatí

Plazo

Un año

Responsables

Carlos Espinoza, Carlos Calvo

Consecuencias

Regulación de la navegación

Obstáculos

Voluntad política

Costo

\$1000

Problema 3

Sedimentación. La sedimentación podría favorecer la fragmentación del hábitat, así como la alteración en las condiciones físicas y químicas del agua.

Objetivo 1

Disminuir en lo máximo posible el impacto negativo de la sedimentación sobre el hábitat del manatí tratando de detener la colmatación de la laguna.

Acción 1

Implantación de un sistema de monitoreo para la medición de la sedimentación trimestralmente.

Plazo

Monitoreos cada tres meses por tres años

Responsables

Carlos Calvo, Carlos Espinoza

Consecuencias

Conocer la tendencia en la sedimentación en el hábitat del manatí

Obstáculos

Disponibilidad de tiempo y el clima

Costo

\$1500

Acción 2

Reunirse con instituciones involucradas en el manejo de cuencas y conservación de suelos.

Plazo

Tres meses

Responsable

Juan Luis Córdoba Mora

Consecuencias

Realimentación de información interinstitucional

Obstáculos

Disponibilidad de tiempo de las partes a involucrar e interés

Costo

\$50

Problema 4

Contaminación por sustancias químicas.

Fijación de sustancias nocivas (químicas) que afectan las fuentes de alimentación y calidad del agua.

Objetivo

Determinar el estado de la calidad del agua y las fuentes de alimento conocidas en los hábitat del manatí.

Acción 1

Determinar contaminantes mediante muestreos en aguas residuales y la presencia de plantas acuáticas, que sean alimento del manatí.

Plazo

Cada 6 meses por 5 años

Responsable

Carlos Calvo

Consecuencias

Mayor información, detección de las fuentes de contaminación más graves

Obstáculos

No contar con presupuesto

Costo

\$3000

Acción 2

Inspeccionar hoteles y casas de habitación del área de influencia para valorar el impacto que producen las aguas residuales y los desechos sólidos.

Plazo

8 meses y luego dar seguimiento

Responsable

Eduardo Chamorro

Consecuencias

Conocer el manejo de las aguas residuales en el hábitat del manatí

Obstáculos

Obtener información errónea

Costo

\$500

Acción 3

Promover el tratamiento de aguas residuales.

Plazo

Un año

Responsable

Juan Luis Córdoba

Consecuencias

Reducir la contaminación en el hábitat del manatí

Obstáculos

No hay

Costo

\$20

Problema 5

Deforestación.

La deforestación provoca la erosión en el hábitat.

Objetivo

Evitar en lo posible, la erosión en los márgenes de los canales del hábitat del manatí.

Acción

Promover y facilitar la reforestación de orillas de canales con especies nativas. (gavilán, poponjoche)

Plazo

Dos años más el período de mantenimiento

Responsable

Carlos Calvo

Consecuencias

Disminución en la pérdida del hábitat del manatí

Obstáculos

Carencia de fondos, que no peguen los árboles, catástrofes, mantenimiento

Costo

\$10000

Problema 6

Catástrofes naturales (como el aumento de temperatura, un huracán, terremoto, una sequía.)

Objetivo

Establecer una comisión de evaluación que determine las medidas a seguir después de una catástrofe.

Acción

Saber cómo actuar después de una catástrofe

Plazo

Máximo 48 horas después del evento

Responsables

Carlos Espinoza, Eduardo Chamorro

Consecuencias

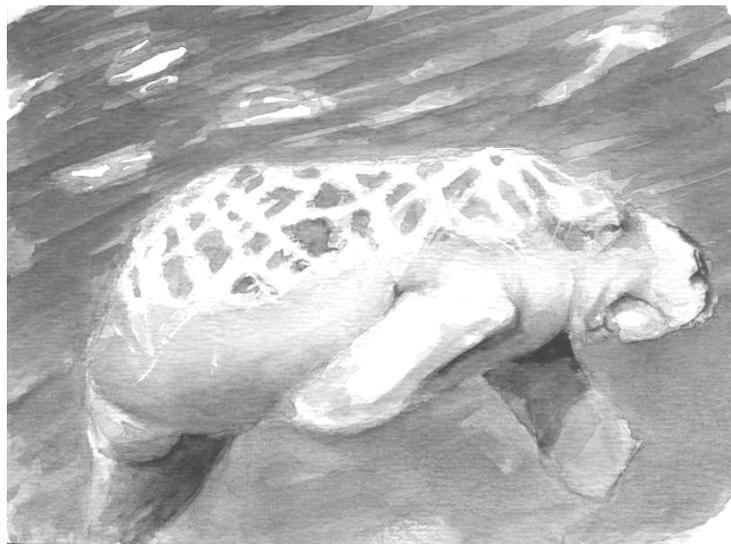
Coadyuvar en la conservación de los manatíes

Obstáculos

Que la catástrofe no se de; que la dimensión de la catástrofe no permita la acción de la comisión

Análisis de la Viabilidad Poblacional y del Hábitat del Manatí en la Costa Atlántica de Costa Rica

INFORME FINAL



20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Sección IX
Informe Grupo Comunidad

GRUPO 3 COMUNIDAD

Noemí Canet (Facilitador)
Luisa Valle (Papelógrafo)
Tatiana Mora (Encargada del tiempo)
Cristina Mora (Registrador)
Alberto Madrigal (Relator)

Problema 1 Contaminación

Mal manejo de los desechos

- ✓ Sólidos
- ✓ Agroquímicos
- ✓ Aguas negras y pluviales
- ✓ Sedimentación
- ✓ Derrames de hidrocarburos

Objetivo 1

Integrar a todos los sectores de la sociedad en la reducción de la contaminación por medio de programas educativos.

Acción

Impulsar la creación de Grupos Ambientalistas en cada comunidad aledaña (6) a través de reuniones comunales

Plazo

2005-2006

Responsables

MINAE, Eduardo Chamorro, Bárbara Hartun

Costos

\$600 (papelería, comunicación)

Personal requerido

2 personas para que motiven y guíen la reunión

Consecuencias

Contar con un grupo organizado en cada comunidad que vele por los aspectos ambientales.

Obstáculos

Desinterés de las comunidades

Carencia de los recursos económicos

Objetivo 2

Desarrollar un Programa Educativo en las comunidades, hoteles, escuelas y colegios de la zona para el manejo, disposición y aprovechamiento de los desechos sólidos.

Acciones

Hacer un taller de evaluación para determinar el nivel de conocimiento de las comunidades y las acciones que se están haciendo en el campo de manejo de desechos, dirigido a Municipalidades, ONG's, grupos organizados, MINAE, Ministerio de Salud, Ministerio de Educación, empresa privada.

Impulsar la reapertura del Centro de Reciclaje de Tortuguero

Plazo

2005-2006

Responsables

COVIRENAS, Sr. Alberto Madrigal, Priscilla Alvarado T. (Comunidad Tortuguero), Defensoría de los Habitantes, Tatiana Mora

Costos

\$2000 (2 talleres de 1 día de duración, \$1000 c/u), 30 personas c/u

Personal requerido

Comité organizador del taller, técnicos especialistas en el campo de desechos sólidos, una persona que coordine.

Consecuencias

Tener conocimiento de la situación actual para hacer un plan de acción. El adecuado manejo de los desechos en el pueblo de Tortuguero.

Obstáculos

Falta de financiamiento. No se cuenta con un encargado para que se ejecute la acción.

Objetivo 3

Concienciar a los empresarios (banano, piña y palmito) sobre la importancia de reducir el uso de agroquímicos que tengan impactos negativos sobre los ecosistemas.

Acción

Convocar a una reunión con participación de los gerentes de las principales empresas, donde se les haga ver la incidencia de la actividad desarrollada sobre el manatí y su hábitat, con el fin de que surjan posibles soluciones.

Plazo

2006-2007

Responsables

Fundación Manatí, Carlos Espinoza, MINAE, Eduardo Chamorro

Costos

\$200 (refrigerio) 30 personas, 4 horas

Personal requerido

Comité organizador

Consecuencias

Dar a conocer a este grupo de empresarios el impacto que están generando por la utilización de ciertos productos químicos que están afectando los ecosistemas naturales, con el fin de propiciar posibles soluciones.

Obstáculos

Falta de interés por parte de los empresarios

Objetivo 4

Sensibilizar a los propietarios, capitanes y guías de botes sobre la importancia de reducir los derrames de hidrocarburos en los canales, así como la contaminación sónica.

Acción

Taller de capacitación a este sector donde se les informe de dicha problemática.

Plazo

2005-2006

Responsables

Fundación Manatí, Carlos Espinoza, MINAE, Eduardo Chamorro

Acto

Costos

\$4000 (pago de transporte, alimentación, hospedaje y técnicos) para 90 personas. Dos talleres. Duración: 2 días, para 45 personas c/u.

Personal requerido

Comité organizador, técnicos y participantes

Consecuencias

Dar a conocer a este sector los impactos que su actividad está generando, con el fin de propiciar posibles soluciones

Obstáculos

Falta de financiamiento

Objetivo 5

Concienciar sobre la importancia de utilizar sistemas de tratamiento de aguas negras y residuales, incorporando tecnologías limpias, así como sistemas de reutilización de las aguas.

Acción

Capacitación para dar a conocer las alternativas de solución, dirigida al Ministerio de Salud, Municipalidad, administradores del Acueducto local, sector hotelero y representantes de la comunidad.

Plazo

2005-2006

Responsables

MINAE, Eduardo Chamorro

Costos

\$500 (alimentación, papelería) para 30 personas. Duración: 4 horas.

Personal requerido

Comité organizador, técnicos especialistas.

Consecuencias

Que los participantes conozcan alternativas para el manejo de aguas negras y residuales para aminorar el impacto en los cauces de los ríos y canales.

Obstáculos

Financiamiento

Objetivo 6

Promover la reforestación en zonas altamente deforestadas para disminuir los procesos de erosión y sedimentación.

Acción

Desarrollar un programa de reforestación de las áreas que estén incidiendo en la sedimentación de los canales, dirigido a los diferentes sectores de la sociedad.

Plazo

2005-2006

Responsables

COVIRENAS, Sr. Alberto Madrigal, Ministerio de Educación Pública, Rita Sandí, Asesora Nac. de Biología (Dirección Regional de Guápiles).

MINAE, Eduardo Chamorro.

Costos

\$4000 (consultorías, impresión, divulgación).

Personal requerido

Comité organizador, Técnicos, docentes.

Consecuencias

Tener un programa para implementarlo con los diferentes sectores de la sociedad.

Obstáculos

Falta de financiamiento.

Problema 2

Poblaciones aledañas que causan daños o impactos a las poblaciones de manatí y su hábitat:

- a. Cacería: Subsistencia, redes.
- b. Inhibición del uso de ciertos canales por el uso frecuente de botes.
- c. Construcción de nuevos canales.
- d. Alteración y pérdida de hábitat por sedimentación, erosión, deforestación, alteración de cuencas y cauces.
- e. Reducción de masas de agua de los canales por efectos naturales y humanos.

Objetivo general

Elaborar un Plan de Acción binacional (Costa Rica-Nicaragua) para sensibilizar a la población sobre la importancia de conservar las poblaciones de manatíes y su hábitat.

Objetivo 1

Dar a conocer a los habitantes de las comunidades aledañas el estado de las poblaciones del manatí y su problemática.

Acción 1

Talleres dirigidos a estudiantes, líderes comunales, sector turismo, representantes de instituciones públicas, docentes, COVIRENAS para fomentar la participación local en

planes de protección, capacitando grupos de informantes y vigilantes locales como promotores de la protección ambiental.

Plazo

2005-2006

Responsables

COVIRENAS, Sr. Alberto Madrigal, Oficina de Divulgación de la Defensoría de los Habitantes, Tatiana Mora, Ministerio de Educación Pública, Rita Sandí, Asesora Nac. de Biología (Dirección Regional de Guápiles), Departamento de Educación Ambiental

Zoológico Simón Bolívar, Luisa Valle, Parque Nacional Tortuguero, Eduardo Chamorro, Fundación Manatí, Sr. Carlos Espinoza.

Costos

1. \$3000 (alimentación y hospedaje, papelería) Para 50 personas. Duración: 3 días

Personal requerido

Comité organizador, biólogos, especialistas en el manatí

Consecuencias

Tener una comunidad conocedora de la ecología y problemática del manatí, así como las alternativas para la conservación de la especie

Obstáculos

Financiamiento

Acción 2

Guía didáctica (que analice la problemática del Manatí y posibles soluciones) para Tele secundaria que cubra los centros educativos a cargo de la Dirección Regional de Guápiles

Plazo

2005-2008

Responsables

Rita Sandí, Asesora Nac. de Biología (Dirección Regional de Guápiles), COVIRENAS, Sr. Alberto Madrigal, Fundación Manatí, Sr. Carlos Espinoza

Costos

2. \$1000 (recopilación de información, diagramación, ilustración, artes finales e impresión) Para: 200 ejemplares

Personal requerido

Educadores ambientales, biólogos.

Consecuencias

2. Contar con un documento de trabajo que facilite a los estudiantes el aprendizaje de la situación del manatí y acciones de conservación

Obstáculos

Financiamiento

Objetivo 2

Brindar información a los pescadores sobre artes de pesca sostenibles que no afecten al manatí y su hábitat.

Acción

Elaborar un manual donde se explique el por qué se prohíbe el uso de trasmallos en los canales, así como información sobre otras artes de pesca sostenibles

Plazo

2005-2006

Responsables

Juan Luis Córdoba, INCOPECA

Costos

\$2000 (recopilación de información, diagramación, artes finales, impresión) Para 3000 ejemplares

Personal requerido

1 Técnico, 1 biólogo marino y 1 educador ambiental

Consecuencias

Contar con un documento informativo para el s

Obstáculos

Financiamiento

Problema 3

Tráfico de embarcaciones: Golpes y cortaduras.

Objetivo

Informar a la población sobre la importancia de reducir los accidentes producidos a los manatíes por quillas y propelas.

Acción 1

Señalización de prevención en los canales, concretamente en las zonas donde se presume abundan los manatíes

Plazo

2005-2006

Responsables

Eduardo Chamorro, Parque Nac. Tortuguero
Sr. Carlos Espinoza, Fundación Salvemos el Manatí

Costos

1. \$5000 (Elaboración y colocación de los rótulos)

Personal requerido

Recopiladores de información, gestor ambiental, diseñadores y diagramadores

Consecuencias

Contar con una señalización adecuada para informar a la comunidad y a los visitantes

Obstáculos

Financiamiento

Acción 2

Capacitación para boteros sobre zonas de alto riesgo de afectación al manatí y los cuidados que se deben tener para evitar accidentes.

Plazo

2005-2006

Responsables

Eduardo Chamorro, Parque Nac. Tortuguero
Sr. Carlos Espinoza, Fundación Salvemos el Manatí.
Colegio de Biólogos de Costa Rica, Noemí Canet

Costos

\$1000 (alimentación)

Personal requerido

Comité organizador, Biólogos

Consecuencias

2. Los boteros tendrían conocimiento de las zonas de alto riesgo con la idea de que apliquen las acciones que eviten accidentes

Obstáculos

Financiamiento

Problema 4

Carencia de información por parte de la comunidad con respecto al manatí.
Desconocimiento de la abundancia y ubicaciones de las poblaciones e individuos.

Objetivo

Capacitar guías y estudiantes locales sobre aspectos básicos de la biología y ecología del manatí, para involucrarlos en proyectos de investigación y turismo.

Acción+

Cursos de capacitación para aprender a identificar los manatíes, y su hábitat.

Plazo

2005-2006

Responsables

Fundación Manatí, Sr. Carlos Espinoza
MINAE, Sr. Eduardo Chamorro.

Costo

\$3000 (3 cursos de capacitación para 50 personas cada uno, que incluya alimentación, transporte y materiales).

Personal requerido

Comité organizador. Instructores para curso

Consecuencias

Contar con guías conocedores del manatí y su hábitat, que puedan apoyar procesos de investigación y recopilación de información.

Obstáculos

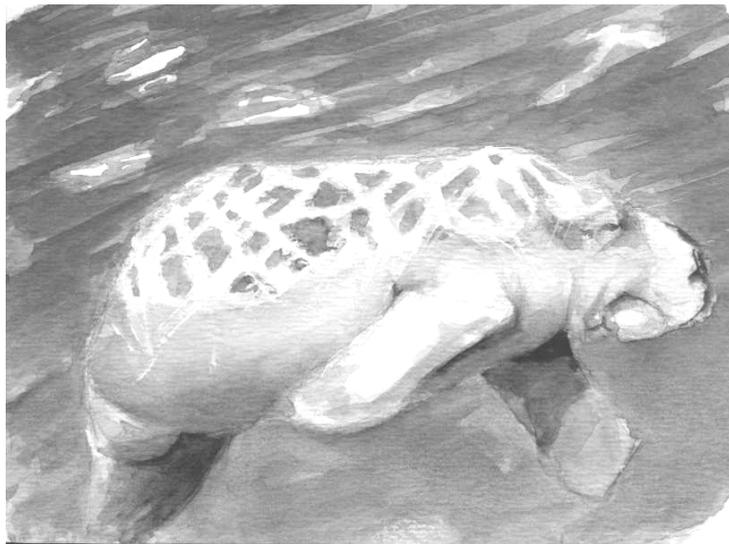
Financiamiento

Recomendaciones

1. Realizar una recopilación de toda aquella legislación relacionada con la protección y afectación del manatí y su hábitat. (Tatiana Mora, Defensoría de los Habitantes).
2. Elaborar una Propuesta de financiamiento para poder realizar las acciones establecidas. (Yolanda Matamoros, CBSG Mesoamérica).
3. Utilizar programas de radio y televisión para dar a conocer la situación del manatí y las acciones que promuevan su conservación.
4. Diseñar paquetes de turismo para motivar a los pobladores para la conservación de la especie.
5. Fomentar la participación en los diferentes talleres propuestos a personas que estén realizando actividades de Educación Ambiental a nivel de gobierno y ONG's de la zona donde se encuentran humedales en los cuales habita el manatí, con la finalidad de coordinar las diferentes acciones.
6. Designar un día como "Día del Manatí y su hábitat" con el objetivo de realizar acciones que promuevan su conservación.

Análisis de la Viabilidad Poblacional y del Hábitat del Manatí en la Costa Atlántica de Costa Rica

INFORME FINAL



20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Sección X
Presentación PROMAR
Javier Rodríguez F.

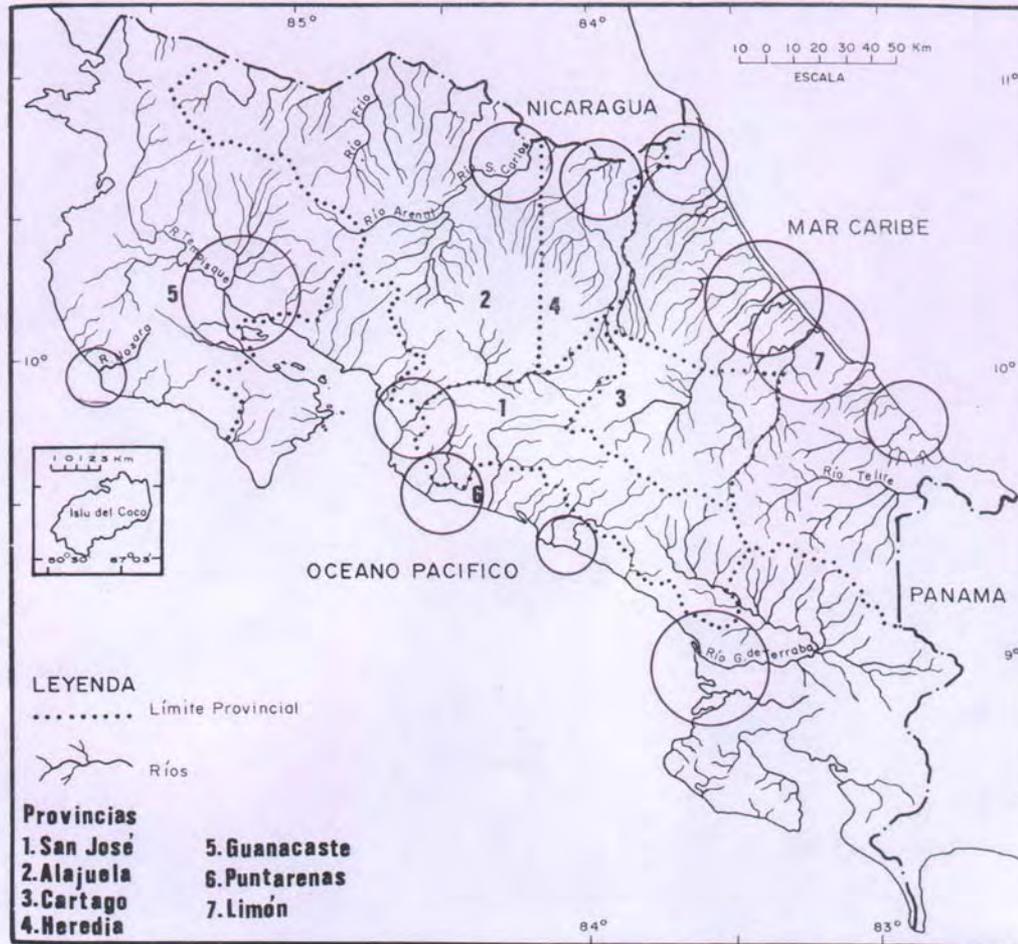
Fundación **PROMAR**



**Fundación costarricense sin fines de lucro
que vela por la protección y el uso racional
de los recursos marinos y costeros de Costa
Rica**

Distribución

MAPA 3.3 CUENCAS HIDROGRAFICAS Y DIVISION POLITICO-ADMINISTRATIVA A NIVEL PROVINCIAL



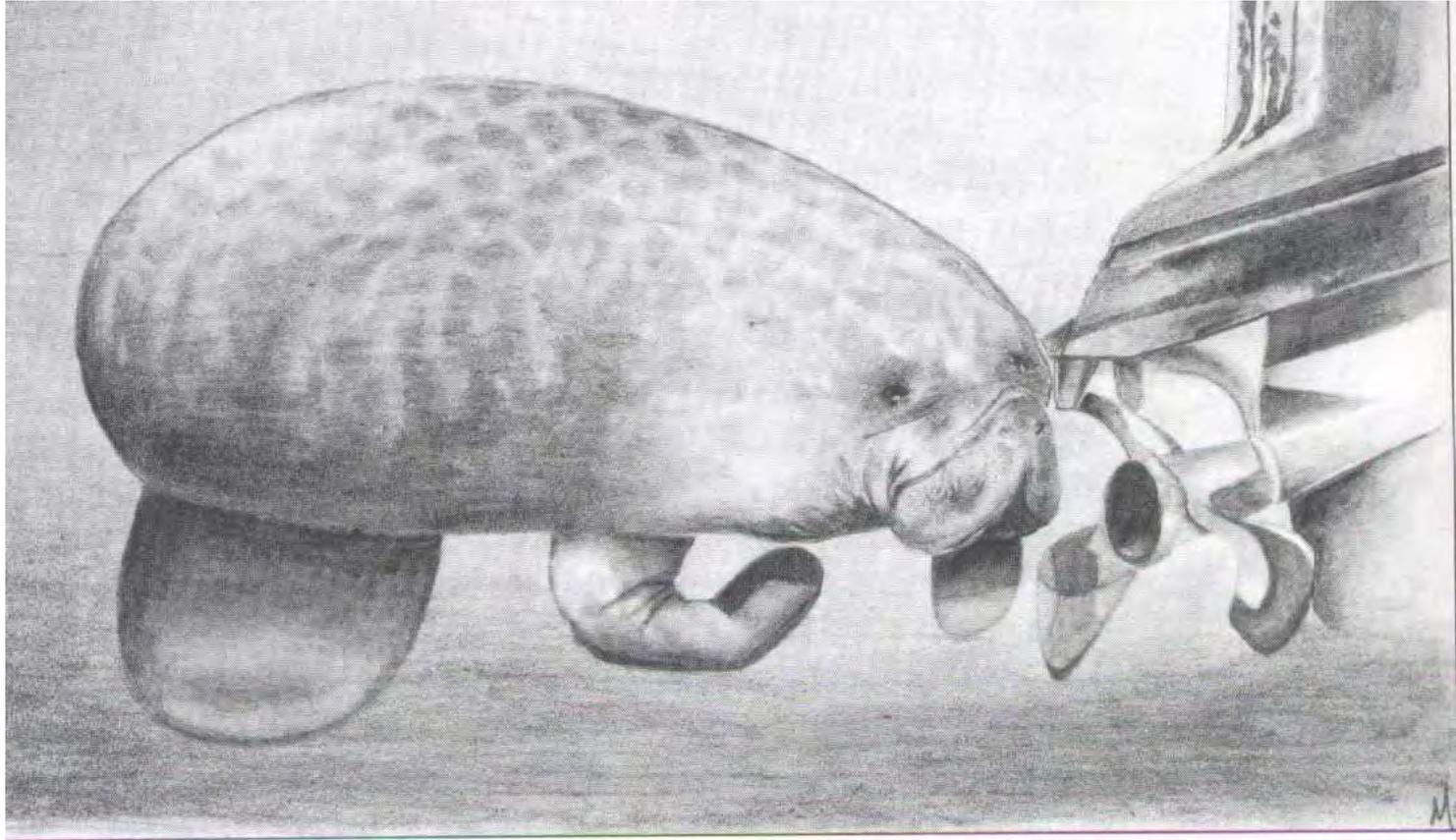
Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Hábitat



Problemáticas. Tráfico acuático





Contaminación



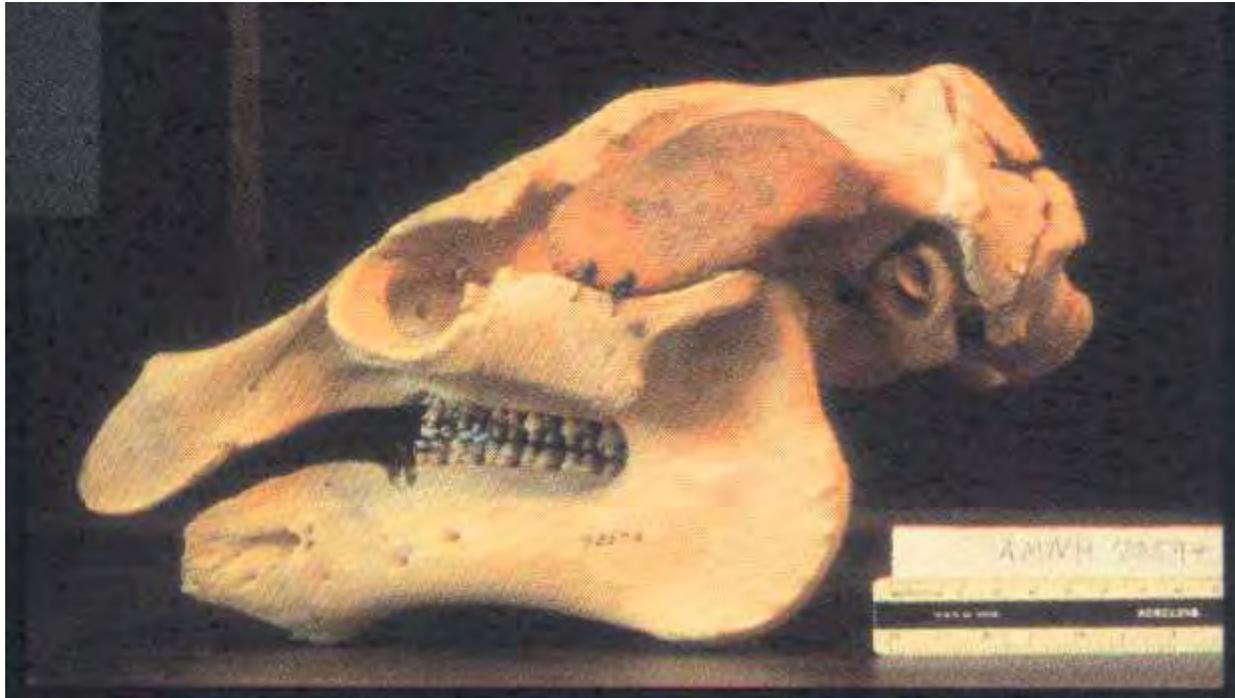
Cacería



¿Cuántos hay?

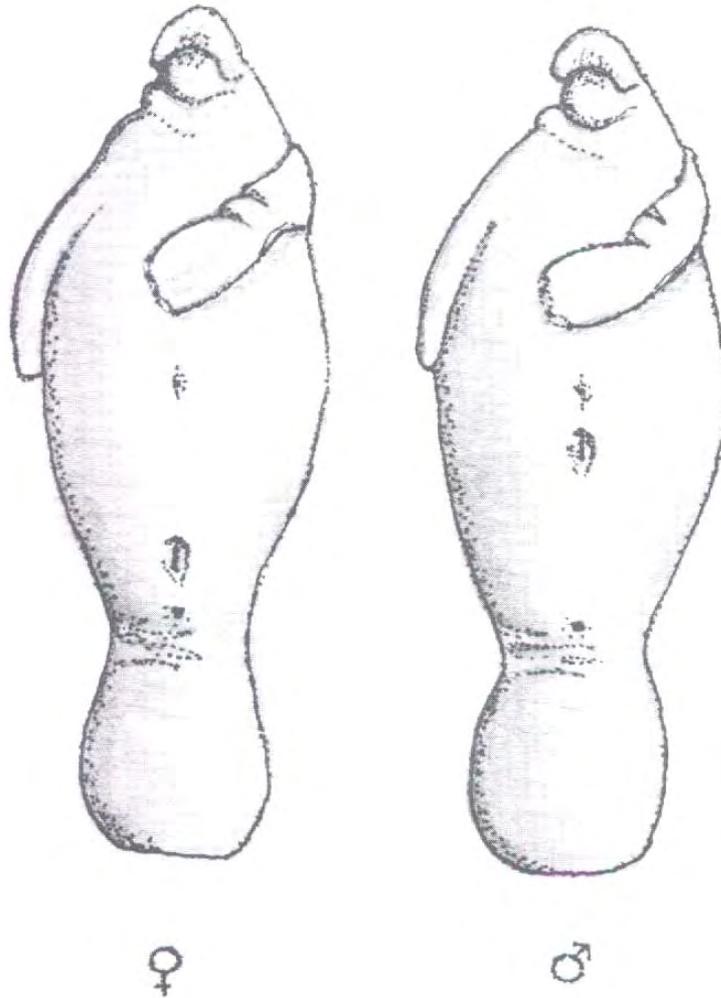


Investigación



- Reconocer cráneo. Determinar edad

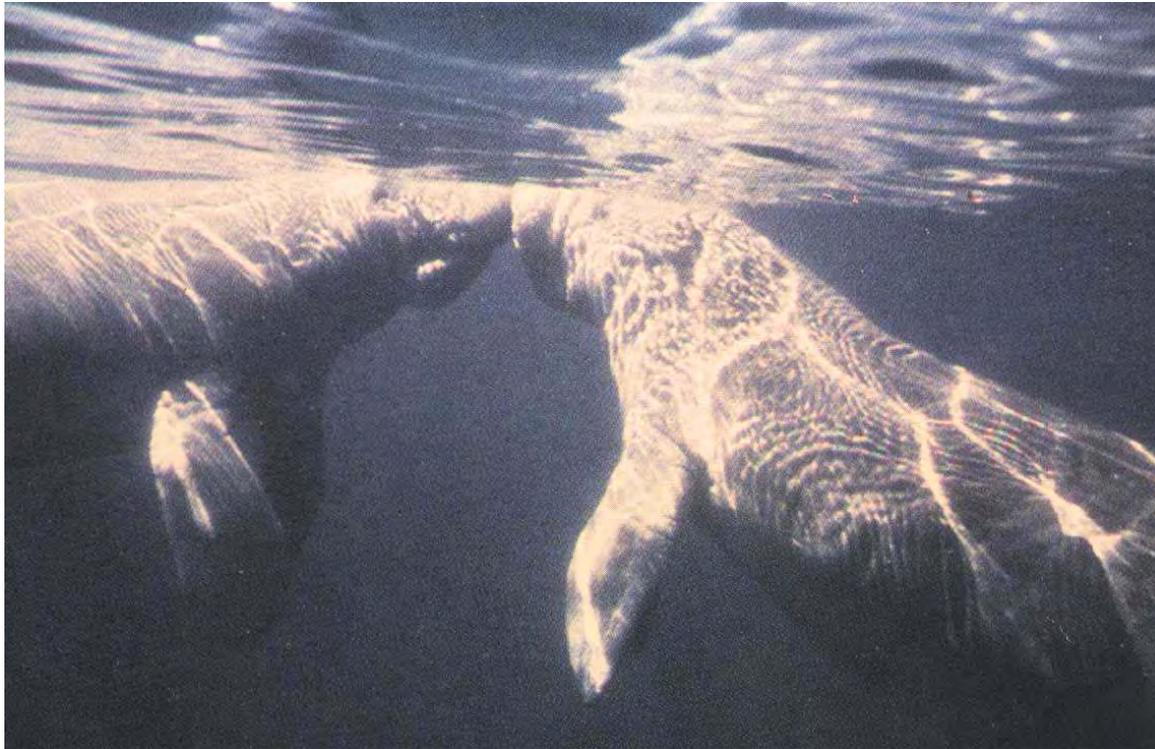
Registro de casos y determinación de sexo



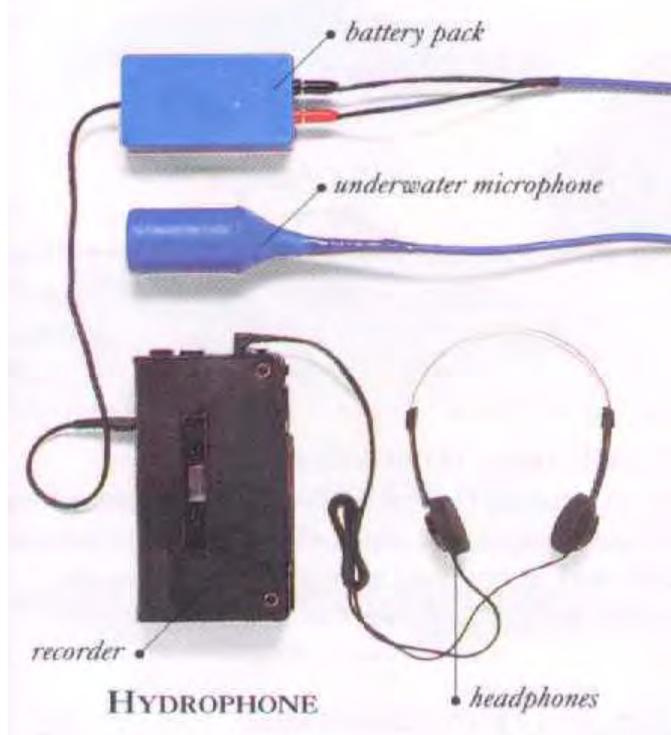
Comederos



Avistamientos “aéreos”



Vocalizaciones



Crías



Telemetría



Rotulación

ATENÇÃO!
O PEIXE-BOI ESTÁ DESAPARECENDO



ARPOAR UM PEIXE-BOI
É CONTRIBUIR PARA
O FIM DESSA ESPÉCIE.

O EXTERMINIO ESTÁ BEM PRÓXIMO, PARA
ESSE ANIMAL QUE NÃO FAZ MAL A NINGUÉM.

RESTA POUCO TEMPO, MAS AINDA É POSSÍVEL
FAZER ALGUMA COISA.

NÃO MATE, NÃO COMPRE E NÃO COMA
A CARNE DO PEIXE-BOI.

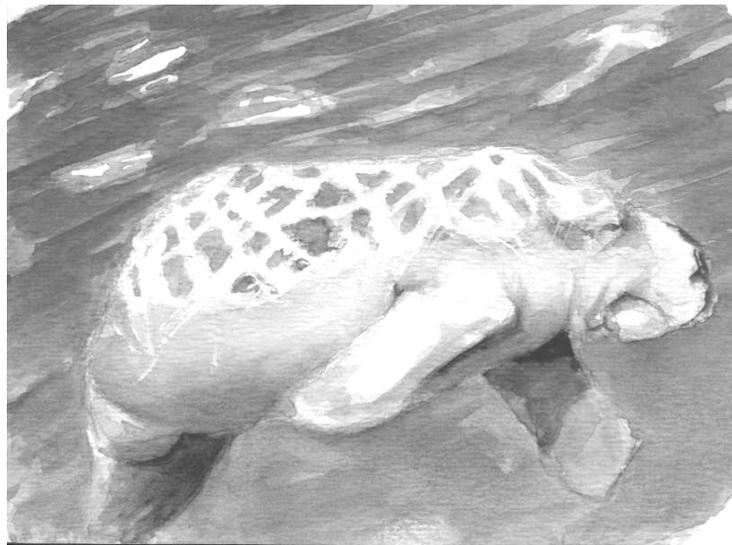
CAMPANHA PARA PRESERVAÇÃO DO PEIXE-BOI
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL
DE/AM

Información de Contacto

- **Telefax:** 233-9074
- **Dirección física:** 125 metros Norte del Edificio Toyota, en el Paseo Colón, contiguo a IPC Computación.
- **Apartado Postal:** 11709-1000 San José
- **Correo electrónico:** pem@promar.or.cr
- **Página Web:** www.promar.or.cr

Análisis de la Viabilidad Poblacional y del Hábitat del Manatí en la Costa Atlántica de Costa Rica

INFORME FINAL



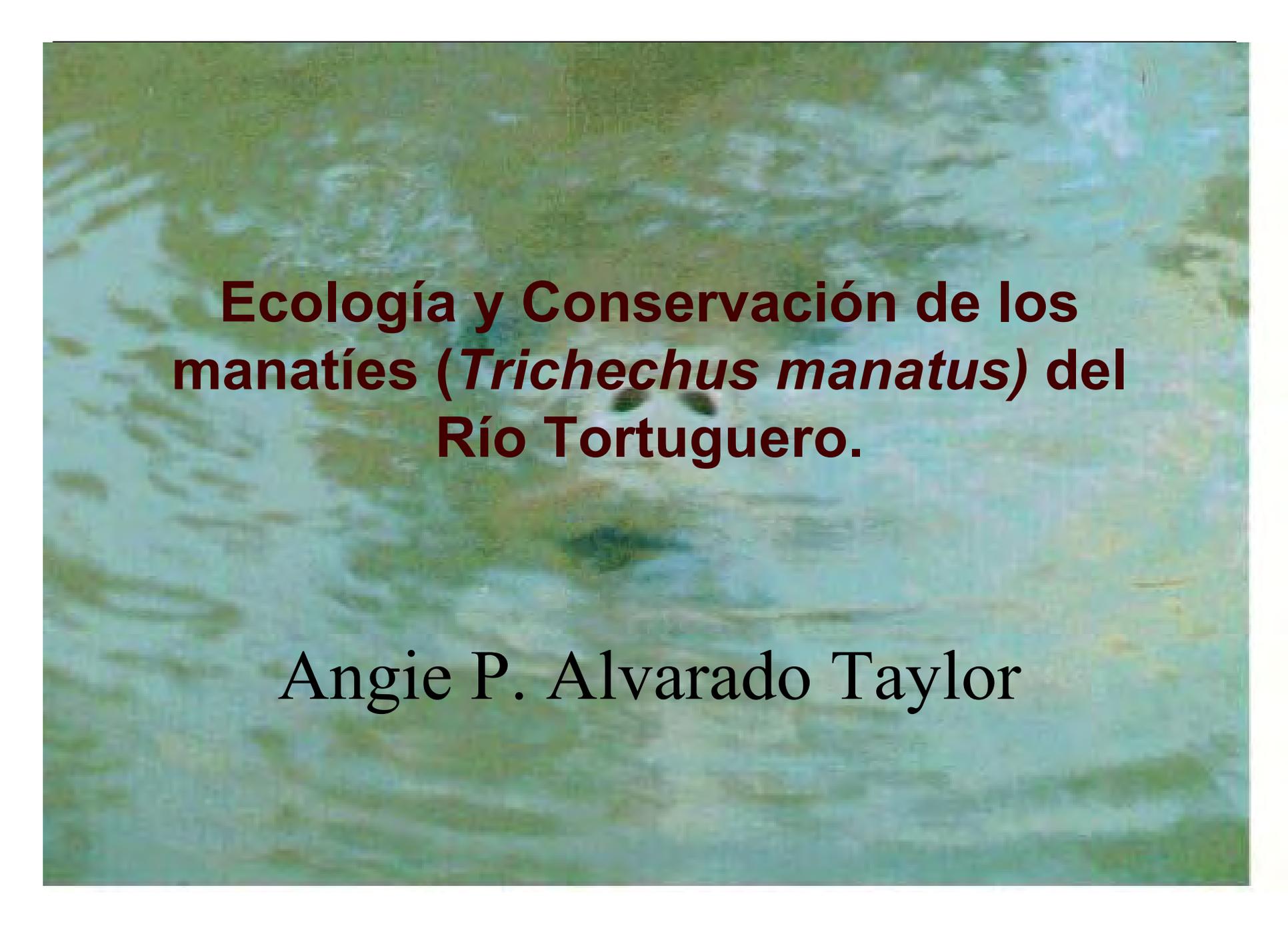
20-24 de setiembre, 2004

Tortuguero, Limón, Costa Rica

Sección XI

Presentación Ecología y Conservación de los manatíes
(*Trichechus manatus*) del Río Tortuguero

Angie Alvarado T.

A photograph of a manatee swimming in shallow, rippling water. The water is a mix of light blue and green, with ripples creating a textured surface. The manatee's head and part of its body are visible, breaking the surface of the water.

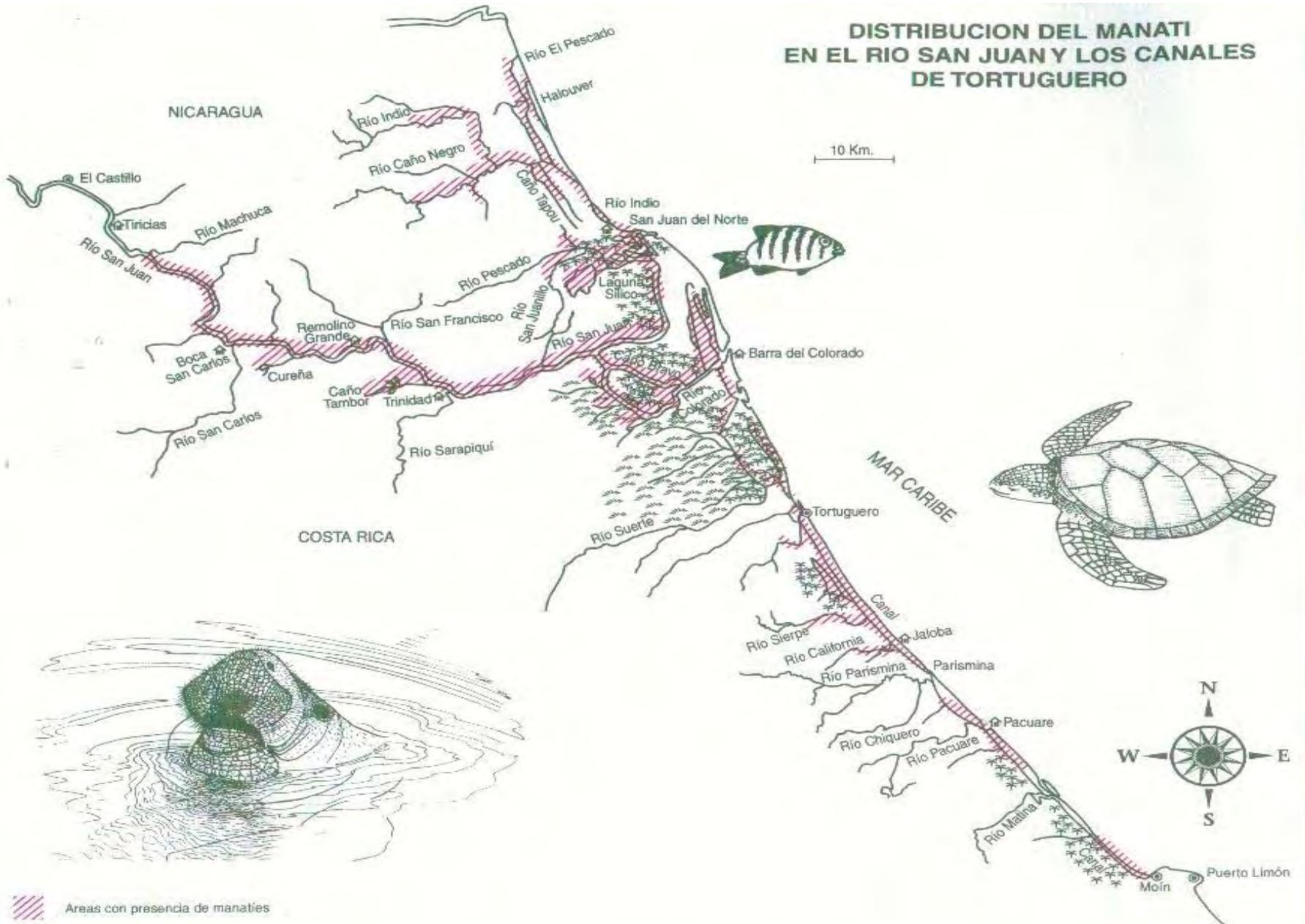
**Ecología y Conservación de los
manatíes (*Trichechus manatus*) del
Río Tortuguero.**

Angie P. Alvarado Taylor

Distribución

- El único núcleo poblacional del país se encuentra en el Caribe
- Están distribuidos en tres subpoblaciones conformando una meta población

DISTRIBUCION DEL MANATI EN EL RIO SAN JUAN Y LOS CANALES DE TORTUGUERO



Areas con presencia de manatíes

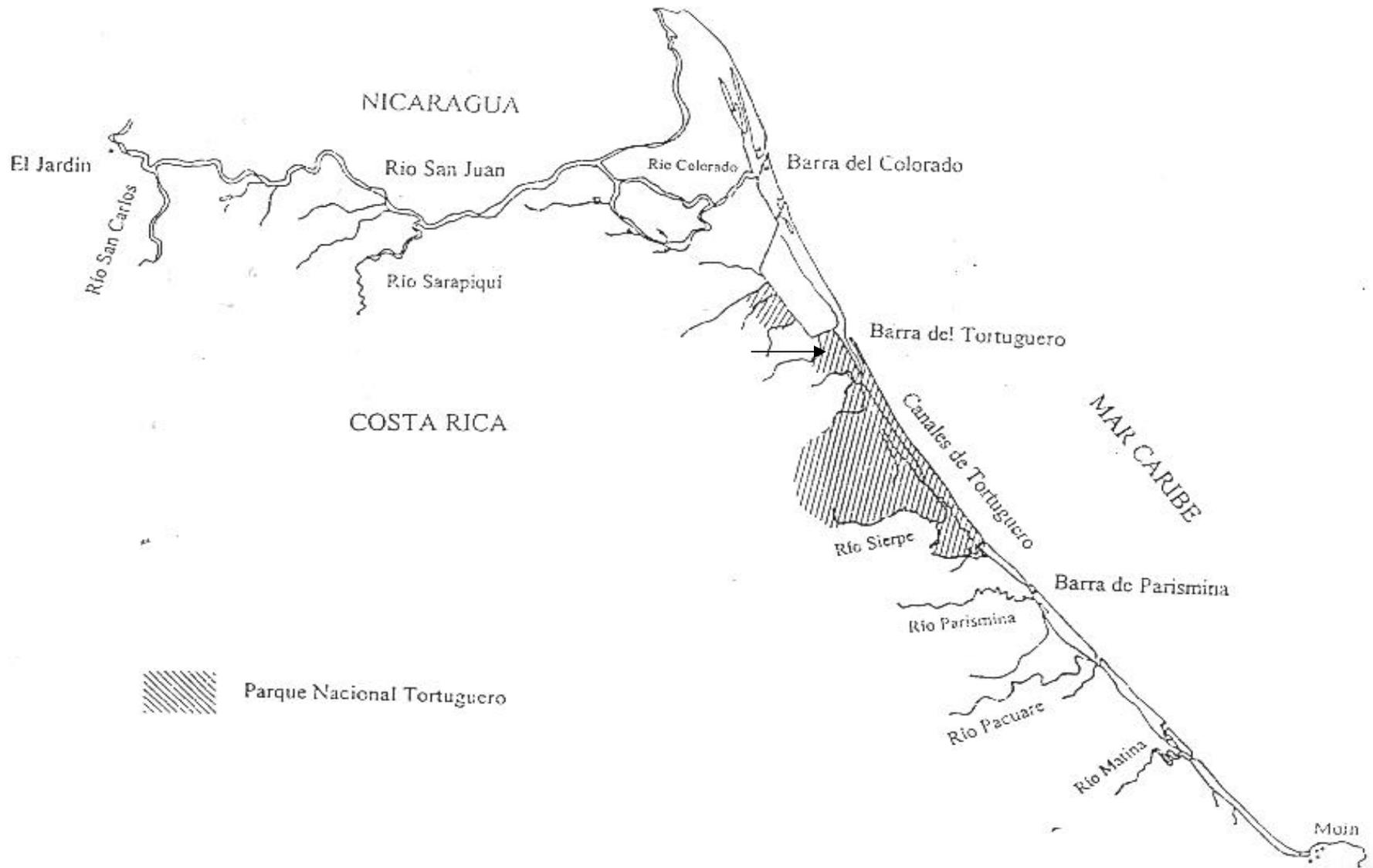
Objetivos

- Generar información
- Establecer medidas de conservación
- Considerar posibles causas que impacten negativamente el comportamiento de la sp.
- Aportar ideas y medidas para mejorar
- Educar y concientizar a las personas de la comunidad

Metodología

- Esta investigación se llevó a cabo en el Río Tortuguero en un transecto de 2 Km. del mismo.
- Durante seis meses, con un total de 81 muestreos de alrededor 3 horas c/u.
- El 82.7% de las veces se monitoreo en la mañana
- Con la asistencia de Bill Sambola

NO TORTUGUERO
VELOCIDAD MÁXIMA 5 KPH
MAX SPEED
Cross the



Metodología

- La información fue recopilada a través de varias fuentes:
 - a) Encuestas
 - b) Entrevistas
 - c) Observaciones directas y búsqueda de rastros.
- Colecté la vegetación que presentaba rastros del animal
- Realicé un Plan de Educación Ambiental (P.E.A.) en la Escuela de Tortuguero

Análisis Estadístico

- Se estimó un índice del estado de la población.
- Se hizo un Análisis de preferencia de alimento utilizando la fórmula G:
Ho: No hay preferencia en el consumo de alimento
- Se midió abundancia de vegetación flotante en los 2km, 20 transeptos de 100m c/u

Resultados y Discusión

- Observé manatíes en cinco ocasiones y los escuché resoplando en otras siete ocasiones
- Plantas Identificadas: pastos como el Pará (*Urochloa mutica*), (*Echinochloa polystachya*), gamalote (*Panicum sp.*), (*Paspalum repens*), y el lirio acuático o choreja (*Eichornia crassipes*).
- P.E.A

Resultados y Discusión

□ Cobertura de Vegetación:

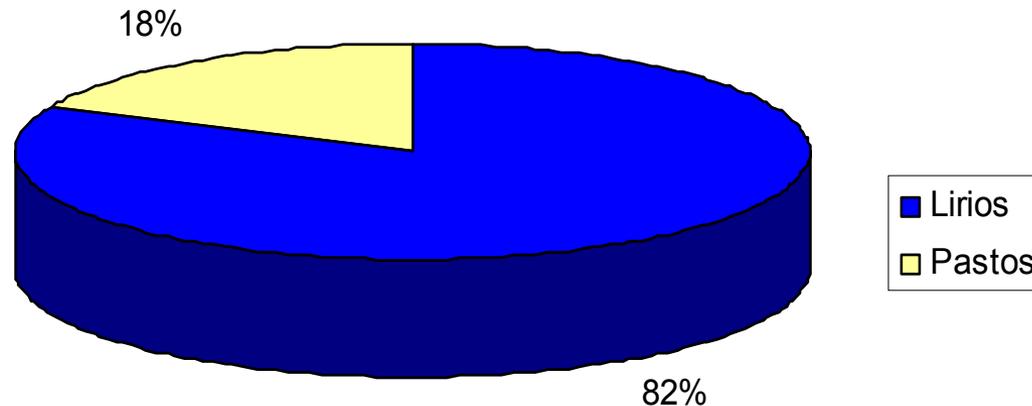


Figura4. Cobertura de la vegetación flotante del Río Tortuguero



Resultados y Discusión

- Índice del estado de la población: 0.425 rastros/ Km.
- Análisis de preferencia de alimento:
La hipótesis nula se acepta pues no existe preferencia ($G=0,24$; $p=0.05$; gl 1)

Resultados y Discusión

□ Encuestas:

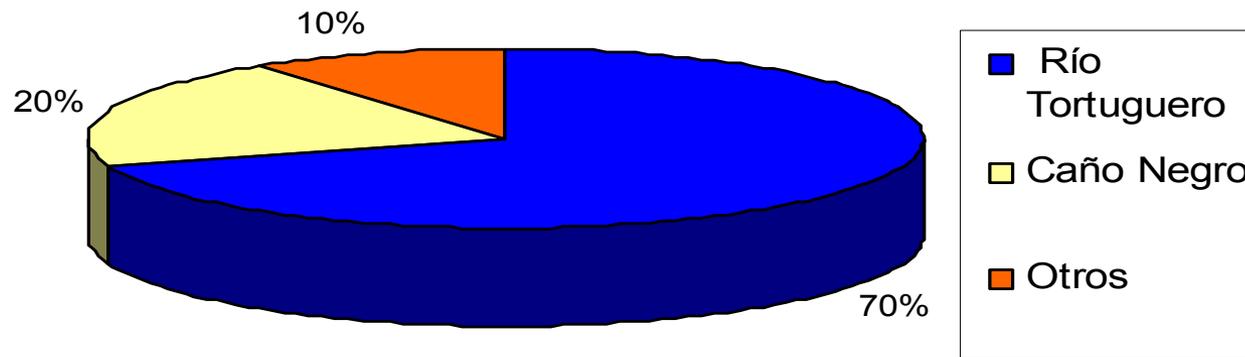


Figura 5. Sitio con mayor avistamientos, según la población de Tortuguero.

Cuadro 2. Resultados de las preguntas más relevantes de la encuesta aplicada a los pobladores de Tortuguero

Preguntas	Respuestas(%)	
	Si	No
En el pasado era más común que actualmente	90	10
Está en peligro de extinción	96	4
Se beneficiará de una campaña turística exclusiva para la observación	94	6
Importancia de Educación Ambiental para Conservación	78	22

Resultados Encuestas

- ❑ Existe falta de información en los pobladores
- ❑ Relación P.N-Comunidad es pobre

Resultados y Discusión

□ Entrevistas

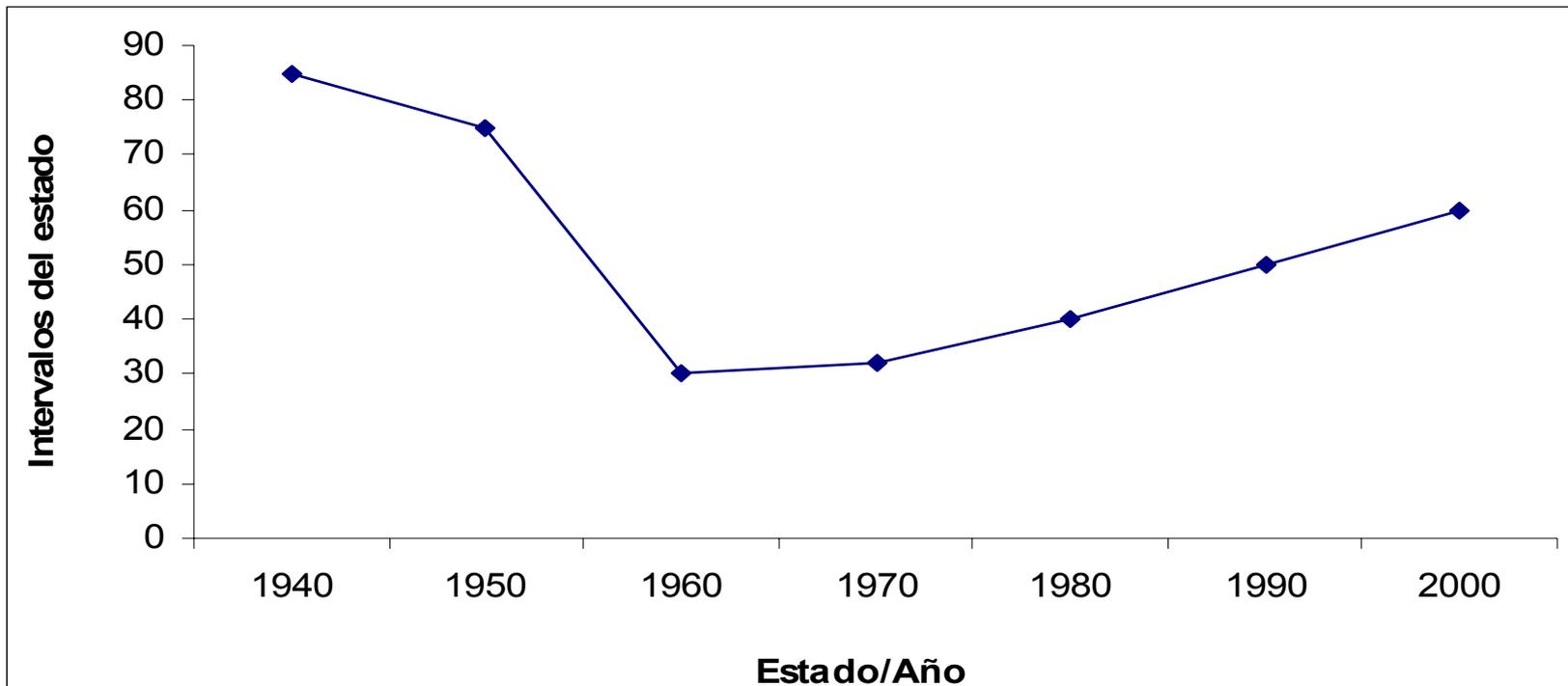
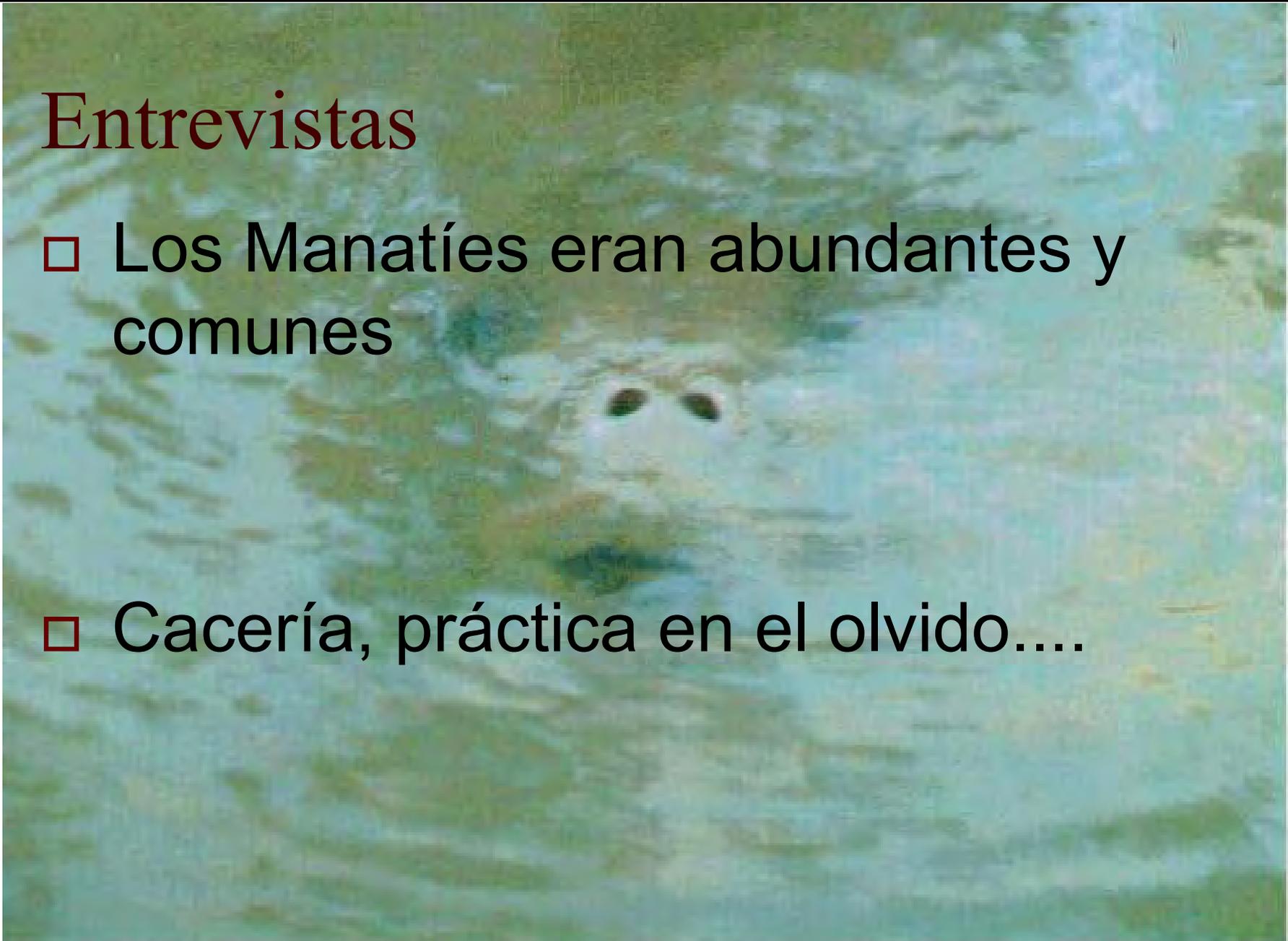


Figura12. Estimación del estado de la población de Manatí según los habitantes de Tortuguero

Entrevistas

- Los Manatíes eran abundantes y comunes
- Cacería, práctica en el olvido....



Conclusiones y Recomendaciones

- ❑ Río Tortuguero es una zona visitada por grupos de manatíes
- ❑ La conservación es un factor social
- ❑ Contribuciones importantes
- ❑ Esta investigación servirá de apoyo para únicamente permitir el paso de botes de remo, y con motores eléctricos























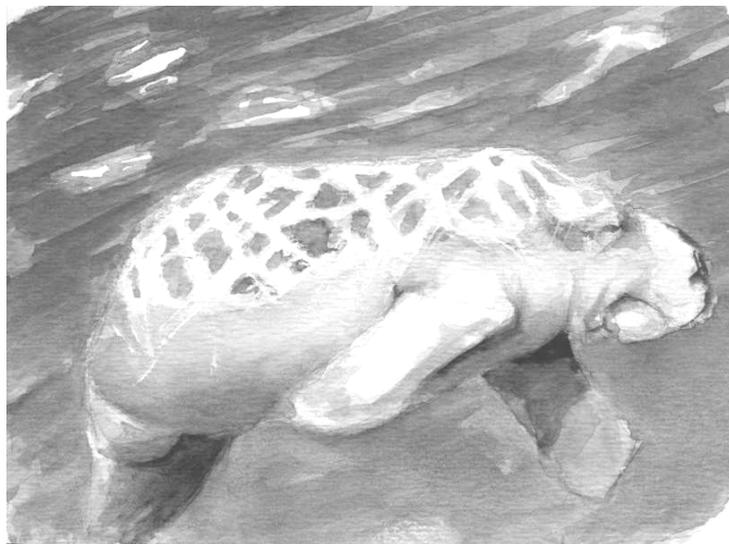


Agradecimientos

- A toda mi familia y habitantes de Tortuguero
- Don Bill Sambola
- Funcionarios del P.N Tortuguero
- Profesores y estudiantes de la Ulatina

Análisis de la Viabilidad Poblacional
y del Hábitat del Manatí en la
Costa Atlántica de Costa Rica

INFORME FINAL



20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Sección XII
Hoja para una Base de

HOJA PARA UNA BASE DE DATOS SOBRE MANATI EN COSTA RICA

Si usted encuentra un manatí vivo (en el agua) o muerto (entero o sus restos), por favor llene la siguiente hoja y siga las indicaciones si le es posible. Si no le es posible darle seguimiento, **llene los 4 primeros puntos** y entréguelo en la oficina del MINAE más cercana o comuníquese con la Fundación Salvemos al Manatí (Telef.) o a Fundación Promar (233-9074).

1. Su nombre:

2. Fecha:

3. Hora:

4. Lugar o sitio (nombre del caño, canal o río. Indicar aproximadamente a que distancia se encuentra del pueblo más cercano):

5. Si esta muerto indique si

Es animal entero: ___

Es solo parte o partes del animal: ___

Si el animal tenía cortaduras o heridas visibles: ___

6. Si son solo parte (s) del animal especificar cuales

Cráneo (hueso de la cabeza): ___

Otros huesos: ___

Pedazos de piel o cuero: ___

Pedazos de carne con grasa y piel: ___

7. Si le es posible, corte con un cuchillo(a) dos pedazos de piel con grasa (aprox. 10 cm x 10 cm y aprox. 5 cm de grueso), envuélvalas en papel aluminio o bolsa plástica y congélelas lo antes posible. Puede ser en el congelador de su refrigeradora. Apenas pueda entréguelas en oficinas del MINAE, Servicio Nacional de Guardacostas (SNG) o de INCOPECA. Si usted es funcionario de alguna de estas instituciones, enviar lo antes posible y congeladas, una muestra al Centro de Investigaciones en Biología Celular y Molecular (CICBM) de la Universidad de Costa Rica (UCR) en San Pedro, San José y la otra muestra al Instituto Regional de Toxicología (IRET) en la Universidad Nacional en Heredia centro.

8. Despegar uno de los dientes del manatí, que son todos como muelas y entregarlo en la oficina de MINAE, INCOPECA o SNG más cercana. Si usted es funcionario de alguna de estas instituciones, enviar lo antes posible el diente al CICBM de la UCR en San Pedro.

9. Si se encuentra solo un cráneo entréguelo en las oficinas del MINAE. Si usted es funcionario de alguna de estas instituciones, enviar lo antes posible el cráneo al CICBM de la UCR en San Pedro. Si el MINAE así lo dispone, el cráneo puede ser donado al Museo de Zoología de la Escuela de Biología de la UCR Museo Nacional en San José, pero si lo considera necesario, solicitara que le sea devuelto, una vez que en la UCR haya sido analizado.

10. Si el manatí estaba vivo indique si era:

Un animal solo: ___

Una hembra con cría: ___

Más de dos animales: ___

11. Indique lo que le pareció que los animales estaban haciendo:

Comiendo: ___

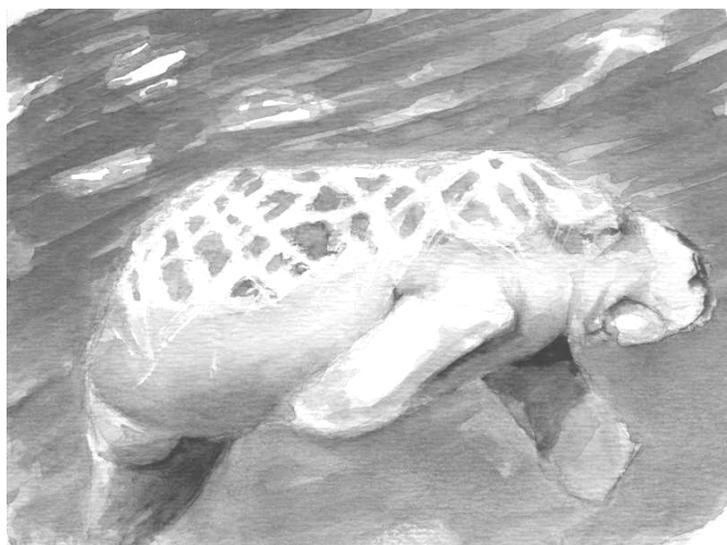
Moviéndose: ___

Rozándose entre ellos: ___

Solo respirando en la superficie: ___

Análisis de la Viabilidad Poblacional y del Hábitat del Manatí en la Costa Atlántica de Costa Rica

INFORME FINAL



20-24 de setiembre, 2004
Tortuguero, Limón, Costa Rica

Sección XIII
Lista de Participantes

LISTA DE PARTICIPANTES

<p><i>Priscilla Alvarado Taylor</i> <i>Universidad Latina de Costa Rica</i> <i>Teléfono: 283-6002 / 829-1893</i> <i>Correo Electrónico</i> prisci8@hotmail.com <i>Dirección Postal: 1401-1002</i></p>	<p><i>Barbara Hartung</i> <i>Asociación de Promotores Turísticas</i> <i>Tortuguero</i> <i>Teléfono: 709-8004</i> <i>Fax: 709-8004</i> <i>Correo Electrónico</i> tinamon@racsa.co.cr <i>Dirección Postal: Barra de Tortuguero</i> <i>Costa Rica</i></p>
<p><i>Carlos Espinoza Marín</i> <i>Fundación Manatí</i> <i>Teléfono: 237-7725</i> <i>Correo Electrónico</i> c_espin@racsa.co.cr <i>Dirección Postal: 245-3015 San Rafael Heredia</i></p>	<p><i>Javier Rodríguez Fonseca</i> <i>Fundación Promar</i> <i>Teléfono: 233-9074 / 221-4443</i> <i>Fax: 233-9074</i> <i>Correo Electrónico</i> jrodri@promar.or.cr <i>Dirección Postal: 11709-1000 San José</i></p>
<p><i>Alexander Gómez Lépez</i> <i>Fundación Salvemos al Manatí de Costa Rica</i> <i>Teléfono: 237-6643</i> <i>Fax: 237-7039</i> <i>Correo Electrónico</i> smanatusl@yahoo.com</p>	<p><i>Eduardo Chamorro Ch</i> <i>ACTO MINAE</i> <i>Teléfono: 710-2929</i> <i>Fax: 710-7673</i> <i>Correo Electrónico</i> echamorro@minae.go.cr <i>Dirección Postal: 338-7210 Costa Rica</i></p>
<p><i>Mario Bolaños Zamora</i> <i>Consultorías Pesqueras, Avícolas y Ambientales</i> <i>Teléfono: 268-8272</i> <i>Fax: 268-8272 / 280-8538</i> <i>Correo Electrónico</i> marcobolanos@racsa.co.cr <i>Dirección Postal: 2718-1000 San José</i></p>	<p><i>Noemí Margarita Canet Moya</i> <i>Colegio de Biólogos de Costa Rica</i> <i>Teléfono: 221-7807 / 285-3459</i> <i>Fax: 221-9886</i> <i>Correo Electrónico</i> biologos@racsa.co.cr</p>

<p><i>Carlos Manuel Calvo Gutiérrez</i> ACTO SINAC MINAE Teléfono: 710-7542 Fax: 710-7673 Correo Electrónico cmcg@minae.go.cr Dirección Postal: 338-7210 Costa Rica</p>	<p>Juan Luis Córdoba Mora Incopesa Dirección Regional Limón Teléfono: 798-1633 Fax: 798-1633 Correo Electrónico jcodoba@racsa.co.cr</p>
<p><i>Kathy Traylor Holzer</i> CBSG Teléfono: 952 997-9800 Fax: 952 997-9803 Correo Electrónico kathy@cbsg.org Dirección Postal: 12101 Johnny Cake Ridge Road Apple Valley, MN 55124 USA</p>	<p>Rita Sandí Ureña Ministerio de Educación Académica Teléfono: 258-2201 Fax: 258-1737 Correo Electrónico msandi@mep.go.cr ritasandi@yahoo.com Dirección Postal: 1137-2100 Guadalupe</p>
<p><i>Luisa Valle Bourrouet</i> FUNDAZOO Teléfono: 256-0012 Fax: 223-1817 Correo Electrónico fundazoo@racsa.co.cr</p>	<p>Hellen Porras Fernández Universidad Nacional Teléfono: 251-1957 / 825-2995 Correo Electrónico hellen_patri@yahoo.com</p>
<p><i>Aida Chávez Hernández</i> UNA Medicina Veterinaria Teléfono: 260-9208 Fax: 261-7387 Correo Electrónico aidachaves@costarricense.cr</p>	<p><i>Mauricio Torres Morales</i> Asotrama Teléfono: 767-6651 Fax: 767-6651 Correo Electrónico asotramacariari@yahoo.com</p>
<p><i>Alberto Madrigal Cedeño</i> Covirena Cariari Teléfono: 767-7916 / 388-3361</p>	<p><i>Randall Arguedas</i> FUNDAZOO Teléfono: 233-6701 Fax: 223-1817 Correo Electrónico fundazoo@racsa.co.cr Dirección Postal: 11594-1000 San José</p>

<p><i>Claudio Quesada Rodríguez</i> Asociación ANAI Teléfono: 224-3570 Correo Electrónico volunteers@racsa.co.cr</p>	<p><i>Daryl Loth</i> Asociación de Guías de Tortuguero Teléfono: 709-8011 Fax: 709-8094 Correo Electrónico safari@racsa.co.cr</p>
<p><i>Jorge Rodríguez</i> UCR Voluntario Zoo Simón Bolívar Teléfono 441-1318 joredroma@hotmail.com</p>	<p><i>Tatiana Mora Rodríguez</i> Defensoría de los Habitantes Teléfono: 258-8585 Correo Electrónico tmora@dhr.go.cr</p>
<p><i>Ronald Mora Cordero</i> Guardacostas Teléfono: 798-0217 Fax: 798-0217 Dirección Postal: Estación Guardacostas Limón</p>	<p><i>Roberto Solano Cordero</i> Departamento Ambiental Guardacostas Teléfono: 386-0764 / 559-1113 Fax: 506 559-1113 / 798-0217 Correo Electrónico rosolano_gcr@yahoo.com</p>
<p><i>Cristina Mora Zúñiga</i> FUNDAZOO Teléfono: 256-0012 Fax: 223-1817 Correo Electrónico fundazoo@racsa.co.cr Dirección Postal: 11594-1000 San José</p>	<p><i>Yolanda Matamoros</i> FUNDAZOO / UNA Teléfono: 256-0012 Fax: 223-1817 Correo Electrónico fundazoo@racsa.co.cr</p>