

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN EN LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS
RECURSOS NATURALES EN LA ZONA COSTERA DE LA RESERVA
PACUARE, LIMÓN, COSTA RICA**

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios Posgrado en
Gestión Integrada de Áreas Costeras Tropicales para optar al grado de
Magister Scientiae.

por

BELINDA DICK

Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio" Costa Rica

2004

AGADECIMIENTOS

A mi familia quien me enseñó el valor de la educación y, aunque estamos separados por miles de millas, me han ofrecido su apoyo sin condiciones durante mis esfuerzos de conservación en Costa Rica.

A Carlos Manuel Chacón quien con mucha paciencia y comprensión me apoyó en todos los procesos desde explorando los canales y pescando las muestras hasta revisando con mucho detalle el documento final. Sin tu apoyo hubiera sido muy difícil.

A John Denham y Carlos Fernández de la Reserva Pacuare por el apoyo logístico y la oportunidad de trabajar en un lugar tan bello y lleno de pasión para la conservación. A Guillermo Poveda por llevarme para arriba y por abajo en los canales y a la comunidad de Pacuare por dejarme aprender de ellos, en especial a la familia Knight (Julio, Don Bill y Doña Lily). A Elvin Abellán y a Leo García, por todos sus consejos y su ayuda en sacar las muestras. ¡Les felicito por tener tanta paciencia para pescar!

A los miembros del comité, Jenaro, Sebastián y Rolo, un grupo especialistas de distintas disciplinas, por dejarme abordar un tema complejo e interdisciplinario, el cual toca el fondo de la gestión integrada.

A todos los organismos e individuos que trabajan por la conservación de los recursos naturales, en especial a Justicia para la Naturaleza y a Carlos Arguedas Mora, Secretario de Salud Ocupacional y Medio Ambiente del SITRAP, quienes están dedicando sin cansancio su tiempo a la batalla de largo plazo contra la contaminación de los canales de Pacuare.

Los análisis de plaguicidas en los organismos acuáticos fueron realizados gracias a la colaboración del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) y a la Dra. Elizabeth Carazo, directora. A Desirée Sauma y Edipcia Roque por llevar a cabo los análisis.

Al Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), por su apoyo durante la investigación, en especial por los análisis de DBO y materiales en suspensión en el agua.

Al Centro de Investigación en Estructuras Microscopía (CIEM) de la UCR por su contribución financiera y apoyo técnica, en especial a Maribelle Vargas Montero por la identificación de las diatomeas en las muestras de agua.

Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Gestión Integrada de Áreas Costeras Tropicales de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de Magister Scientiae .

Miembros del Tribunal:



M.Sc. Federico Bolaños V.
Representante de la Decana del SEP



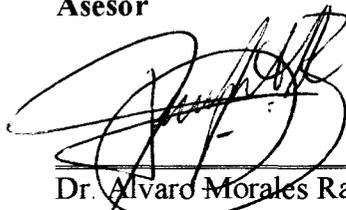
M.Sc. Jenaro Acuña
Director de Tesis



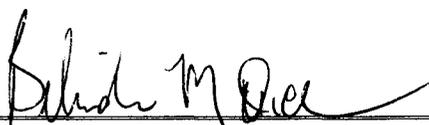
M.Sc. Rolando Castro
Asesor



M.Sc. Sebastian Troeng
Asesor



Dr. Alvaro Morales Ramirez
Director del Programa de Posgrado GIACT



Belinda Marie Dick
Candidata

INDICE

Resumen	vi
Abstract	viii
Lista de Cuadros	x
Lista de Figuras	x
Lista de Abreviaturas	xi
1. Introducción	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general	3
1.1.2 Objetivos específicos	4
1.2 Hipótesis de trabajo	4
2. Antecedentes	4
3. Metodología	
3.1 Área de estudio y selección del muestreo	8
3.2 Recolección de datos	9
3.2.1 Características biológicas y fisicoquímicas	9
3.2.2 Aspectos socioeconómicos	12
3.2.3 Marco legal e institucional	12
3.2.4 Análisis de las amenazas	13
4. Resultados y Discusión	
4.1 Características biofísicas del sistema ecológico costero marino	15
4.1.1 Análisis de las tortugas marinas y su problemática	16
4.2 Análisis de los aspectos socioeconómicos relacionados con las tortugas marinas	18
4.3 Marco legal e institucional para la protección y conservación de las tortugas marinas aplicable en Costa Rica	22
4.3.1 Legislación nacional	22
4.3.2 Legislación internacional	24
4.3.3 Marco institucional	25
4.3.4 Análisis de algunas denuncias relacionadas con las tortugas marinas	26
4.4 Análisis de las amenazas a las tortugas marinas en la Reserva Pacuare y sus prioridades de conservación	27
4.5 Características biofísicas de los sistemas ecológicos terrestre y acuático	33
4.5.1 Parámetros fisicoquímicos de los canales	35
4.5.2 Análisis de la actividad pesquera en los canales y su problemática	38
4.6 Análisis de los aspectos socioeconómicos relacionados con la actividad pesquera	40

4.7 Marco legal e institucional para la protección y conservación del recurso pesquero en el sistema acuático aplicable en Costa Rica	42
4.7.1 Legislación nacional	43
4.7.2 Legislación internacional	44
4.7.3 Marco institucional	45
4.7.4 Análisis de algunas denuncias relacionados con la contaminación de los canales y la matanza de organismos acuáticos	45
4.8 Análisis de las amenazas a la actividad pesquera en los canales y sus prioridades de conservación	48
5. Conclusiones y recomendaciones	54
5.1 Recomendaciones de estrategias para mitigar las amenazas a las tortugas marinas en la Reserva Pacuare y su recuperación	55
5.2 Recomendaciones de estrategias para mitigar las amenazas al recurso pesquero en los canales y su restauración	57
6. Literatura citada	59

Apéndices

Apéndice A: Lineamientos para Valorar las Amenazas a los Objetos de Conservación y sus Fuentes

Apéndice B: Resultados del Análisis de las Amenazas a las Tortugas Marinas y sus Fuentes, en la Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica

Apéndice C: Informes Completos de los Análisis Llevados a Cabo por el CICA de las Muestras de Biota en los Canales de la Reserva Pacuare

Apéndice D: Resultados del Análisis de las Amenazas al Recurso Pesquero y sus Fuentes, en el Sistema Acuático Alrededor de la Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica

Dick, Belinda Marie. Prioridades de Conservación en la Gestión Integrada de los Recursos Naturales en la Zona Costera de la Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria “Rodrigo Facio”, Costa Rica. B. Dick, 2004. 66 h.: 8 il.-65 refs.

RESUMEN

Con el propósito de proponer directrices para un plan de conservación estratégico para la gestión integrada de los recursos costeros de la Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica, la zona costera de la Reserva fue dividida en tres sistemas ecológicos; costero marino, terrestre y acuático. En cada sistema, los aspectos socioeconómicos, legales y biológicos fueron analizados para reconocer las prioridades de conservación del área. Adaptando la metodología de la organización The Nature Conservancy, identificó dos objetos de conservación, las tortugas marinas y el recurso pesquero, y buscó reconocer y analizar las amenazas principales que se enfrenten estos objetos de conservación, sus posibles fuentes, y las prioridades para su conservación. El análisis asignó una escala de prioridad a cada amenaza y su posible fuente para facilitar la creación de estrategias de conservación factibles y eficaces. Las amenazas identificadas como alta prioridad a las tortugas marinas anidando en la Reserva Pacuare fueron: la caza ilegal de ellas en la playa o las aguas costeras, el saqueo ilegal de sus huevos y la erosión de la playa. Las fuentes principales, las que dieron origen a más de una de las amenazas o reportó un alto grado de contribución individualmente a cada amenaza, fueron: la ausencia de opciones económicas, la falta de aplicación de la Ley 8235, la manipulación de huevos para mitigar los efectos causados por la erosión y el saqueo ilegal, la construcción de un muro en la playa, y el calentamiento global. Las amenazas identificadas como alta prioridad al recurso pesquero en el sistema acuático fueron: la presencia de sustancias tóxicas y eventos de contaminación, disminución del recurso pesquero y la degradación de su hábitat. Asimismo, las fuentes con una alta prioridad fueron: la conversión de la zona a agricultura y ganadería, el uso de sustancias tóxicas en la agricultura, la bioacumulación de plaguicidas persistentes, la esorrentía (aguas negras y fertilizantes) y desechos sólidos, los derrames de hidrocarburos, el dragado de los canales y la falta de cumplimiento con la legislación en el área de amortiguamiento. Los recursos naturales de

la zona costera de la Reserva, sin una adecuada gestión, seguirían siendo afectados negativamente. Si no hay una gestión de la zona, que integre la información científica, los aspectos legales y que pueda ofrecer opciones socioeconómicas a la población local, se perdería los esfuerzos que ya se han realizados en pro de la conservación de la zona. Estrategias de conservación diferentes fueron recomendadas para cada objeto. Algunas de las principales recomendaciones en el caso de las tortugas marinas fueron: asegurar acceso libre a lo largo de la playa y monitorear la erosión, y analizar la situación legal actual de la Reserva y las posibilidades de crear un área protegida. En el caso del recurso pesquero algunas recomendaciones fueron: adaptar el “Protocolo de actuaciones para la atención de emergencias” como decreto e implementarlo; desarrollar e implementar un plan de acción para el monitoreo de la presencia de contaminantes orgánicos persistentes y sus fuentes y amenazas a la salud humana; hacer un análisis de biomasa y diversidad de peces; y desarrollar e implementar alternativas de desarrollo, los cuales producen bienes y servicios mientras obtiene las metas de las comunidades. Para cumplir con las prioridades de conservación de ambos, tienen que asegurar que estas estrategias sean claras, con las metas bien establecidas, y medibles en el futuro. Ambos requieren la participación social para coadyuvar con la gestión y con el MINAE en la aplicación y cumplimiento de la legislación ambiental, y formar y capacitar un COVIRENA, la cual puede vigilar y controlar la caza, responder y recopilar las pruebas necesarias de cualquier emergencia de contaminación en el sistema acuático. Un esfuerzo conjunto entre las autoridades de MINAE, otras instituciones identificadas, y la ciudadanía del área, es clave para garantizar a las generaciones futuras la permanencia de la base de recursos naturales de la cual todos dependen. B.D.

Palabras claves: Gestión, Zona Costera, Tortugas Marinas, Recurso Pesquero, Contaminación, Plaguicidas Persistentes, Organoclorados, América Central.

Director de la Investigación: Jenaro Acuna

Sistema de Estudios de Posgrado

Dick, Belinda Marie. Conservation Priorities in the Integrated Management of the Natural Resources in the Coastal Zone of the Pacuare Reserve, Limón, Costa Rica. Thesis Mag. Sc. University of Costa Rica, Ciudad Universitaria “Rodrigo Facio”, Costa Rica. 65 p. B. Dick, 2004. 66 p.: 8 il.-65 refs

ABSTRACT

With the objective of developing conservation strategies towards an integrated management of the coastal resources neighboring the Pacuare Nature Reserve, Limón, Costa Rica, the coastal zone of this Reserve was divided into three ecological systems; coastal marine, terrestrial and aquatic. In each system, the socioeconomic, legal and biological aspects were analyzed in order to determine the conservation priorities of the area. Adapting the methodology used by The Nature Conservancy, the study first identified two conservation targets, the sea turtles and the fisheries resource, then determined and analyzed the principle threats to these targets and their potential sources, as well as the priorities for their conservation. The threat analysis assigned a priority range to each threat and potential source in order to create feasible and efficient conservation strategies. The threats identified to the sea turtles nesting within the Reserve as having a high priority were: the illegal poaching of nesting turtles on the beach or in coastal waters, illegal egg collection and beach erosion. The main sources identified, or those that inflicted more than one of the threats identified, or reported a high degree of individual contribution to each threat, were: the lack of economic alternatives, the lack of application of Law No. 8235, the manipulation of nests in order to mitigate the effects caused by erosion, the construction of a sea wall along the beach, and global warming. The threats identified to the fisheries resource in the aquatic system as a high priority were: the presence of toxic substances and contamination events, a decline in the fisheries resource, and habitat degradation. The conversion of the area to agriculture and cattle grazing, the use of toxic substances in agricultural practices, the bioaccumulation of persistent pesticides, waste water run-off, fertilizers and solid wastes, hydrocarbon spills, canal dredging and lack of compliance with legislation regarding buffer zones, were identified as sources of high priority. Due to an inadequate management, the natural resources of the coastal zone of the Reserve will continue to be negatively impacted.

Without proper management, which integrates available scientific information, legal aspects and offers economic alternatives, the many existing conservation efforts in the area would be lost. A different set of conservation strategies were recommended for each conservation target. In the case of the sea turtles, some major recommendations were: to ensure access to sea turtles along the length of the nesting beach and to monitor beach erosion, and to analyze the current legal situation of the Reserve and the possibility of creating a protected area. In the case of the fisheries resource, some of the main recommendations were: the adaptation and implementation of the “Protocol of actions for attending contamination emergencies”; the development and execution of an action plan to monitor the presence and sources of persistent organic contaminants as well as their threats to human health; carry out an analysis of the fish biomass and diversity; and to develop and implement economic growth alternatives, which would provide goods and services while obtaining the goals of the community. In order to satisfy the conservation priorities of each target, it will be necessary to develop conservation strategies with clearly established and measurable goals. Both targets require the participation of the community in their management and to assist MINAE in the application and execution of the environmental legislation and to form and train a COVIRENA, which can police and control the poaching, respond and compile the necessary proof needed in the event of contamination of the aquatic system. Efforts involving MINAE authorities, other institutions identified and the surrounding communities, are key to guarantee access to the natural resources of which all life depends, to future generations. B.D.

Key words: Management, Coastal Zone, Sea Turtles, Fisheries Resource, Contamination, Persistent Pesticides, Organochlorides, Central America.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Localización de los sitios de muestreo, Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica.	9
Cuadro 2: Plaguicidas y compuestos aromáticos polinucleares investigados en las muestras de organismos de la Reserva Pacuare.	11
Cuadro 3: Severidad, alcance y escala de prioridad de las amenazas identificadas a las tortugas marinas en la Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica.	31
Cuadro 4: Presencia de lindano en organismos acuáticos de la Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica; año 2002-2003.	51
Cuadro 5: Severidad, alcance y escala de prioridad de cada amenaza identificada al recurso pesquero de los canales alrededor de la Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica.	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudio con los sitios de muestreo, A-D, en la zona costera de la Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica.	8
Figura 2: Actividad de anidación de la tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) en la Reserva Pacuare, 1995-2004.	29
Figura 3: Concentración promedio mensual de los materiales en suspensión en los cuatro sitios de muestreo en la zona costera de la Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica, en el periodo 2003-2004.	37

LISTA DE ABREVIATURAS

ACLA-C	Área de Conservación La Amistad-Caribe
ANAI	Asociación ANAI
CICA	Centro de Investigación en Contaminación Ambiental
CIEM	Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas
CIMAR	Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología
CIT	Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
COP	Contaminantes Orgánicos Persistentes
COVIRENA	Comité para la Vigilancia de los Recursos Naturales
DBO	Demanda Bioquímica del Oxígeno
EPI	Ecology Project International
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GIAC	Gestión Integrada de Áreas Costeras
INCOPECA	Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura
JAPDEVA	Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MINAE	Ministerio del Ambiente y Energía
ONG	Organizaciones No-gubernamentales
PGS	Posicionador Geográfico de Satélite
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ppm	Partes por Millón
RAMSAR	La Convención de Ramsar sobre los Humedales
SFC	Standard Fruit Company
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica
SITRAP	Sindicato de Trabajadores Agrícolas y Plantaciones
TAA	Tribunal Ambiental Administrativo

TNC	The Nature Conservancy
UCR	Universidad de Costa Rica
UICN	Unión Mundial para la Naturaleza
UNCED	Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza
‰	Partes por Mil

1. Introducción

Para llevar a cabo una gestión adecuada de las zonas costeras, es necesario establecer las prioridades de conservación, tomando en cuenta que hay presupuestos y personal extremadamente limitados, que se debe identificar las instituciones y las organizaciones gubernamentales responsables de la protección y el manejo de estas zonas, y que es fundamental la participación comunitaria. La zona costera, con una rica biodiversidad, desafortunadamente experimenta varios efectos negativos, originados desde tierra adentro y, por lo general, se constituye en un núcleo conflictivo debido a los múltiples usos que le confieren sus habitantes.

Según el Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica (SINAC), un área de conservación es “una unidad territorial administrativamente delimitada, en donde se interrelacionan actividades tanto privadas como estatales y se buscan soluciones conjuntas, orientadas por estrategias de conservación y desarrollo sostenible de los recursos naturales” (SINAC, 2004). La Reserva Pacuare es una reserva privada de casi 800 hectáreas, ubicada en la región noreste de Costa Rica en el litoral Caribe, provincia de Limón (Fig.1). Fue fundada en 1989 para la conservación y regeneración por sucesión natural del bosque húmedo tropical, uno de los más diversos ecosistemas en el mundo. Se encuentra dentro de los límites de la Reserva Pacuare, la Reserva Forestal Boca Pacuare-Matina de 476 hectáreas, la que fue creada por el Decreto Ejecutivo No. 2886-A del 23 de marzo de 1973 para la protección del bosque. Ambas son parte del Área de Conservación La Amistad – Caribe (ACLA-C).

Además de la riqueza biológica en la parte terrestre, la Reserva está delimitada por el Mar Caribe y un sistema de canales y lagunas costeras de agua dulce y salobre. Esta zona cuenta con una diversidad de recursos marinos y costeros, tales como tortugas marinas, peces y crustáceos de agua dulce, de los cuales las comunidades más cercanas dependen para su uso directo e indirecto. Estas comunidades se dedican a diversas actividades como el turismo, la pesca (sustento y deportiva), agricultura y ganadería.

La actividad productiva dominante alrededor del área de estudio es la actividad bananera, una de las más lucrativas de la región y la fuente de mayor generación de empleo. A su vez, uno de los principales problemas ambientales que se produce en la actividad bananera es el uso intensivo de productos químicos tóxicos, en especial los plaguicidas, para combatir los organismos que afectan en grado significativo al banano y para aumentar la producción. Una consecuencia que ha experimentado esta área debido al uso de estos productos, es la mortalidad de organismos acuáticos, a veces afectando hasta las aves y los reptiles más grandes (caimanes). Estos eventos han ocurrido cada dos o tres años y en ciertas regiones con mayor frecuencia; como, por ejemplo, en el sistema de canales alrededor de la Reserva donde sucede varias veces al año (García, 1997).

Las tres especies de tortugas marinas que anidan dentro de la Reserva son la baula (*Dermochelys coriacea*), la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y la carey (*Eretmochelys imbricata*). Actualmente, el Caribe de Costa Rica y Panamá cuenta con la cuarta población de la tortuga baula más importante del mundo (Troëng *et al.*, 2004). Según la lista roja de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN, 2003), las tortugas baula y carey están clasificadas como especies en peligro crítico de extinción y la tortuga verde está en peligro de extinción, por lo cual se justifica que estas especies estén como objeto de prioridades de conservación en cualquier plan de gestión de áreas costeras y programas de manejo de ecosistemas (Kempf *et al.*, 2000). En Costa Rica, las tortugas marinas tienen una protección legal absoluta bajo la Ley de Protección, Conservación y Recuperación de las Poblaciones de Tortugas Marinas (Ley No. 8325 del 28 de noviembre de 2002) con la excepción de la recolección legal de huevos de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) en el Refugio de Vida Silvestre de Ostional. Sin embargo, en la realidad las poblaciones de tortugas marinas siguen siendo amenazadas por el saqueo y la caza ilegal que realizan los habitantes de las comunidades cercanas.

Debido a la diversidad de recursos naturales en la zona costera, junto con la situación socioeconómica actual, se da una serie de actividades como la cacería ilegal, pesca indiscriminada, deforestación y contaminación del sistema de canales, que ha acelerado el grado de deterioro ambiental y han reducido la base de recursos

existentes de la cual dependen las comunidades. No existe una protección adecuada de la zona, no sólo para la misma vida silvestre protegida, sino también para sus habitantes, así como lo proclama el artículo 50 de la Constitución Política de Costa Rica (Reformado mediante Ley No. 7412 de 24 de mayo de 1994) que dice que cada persona tiene el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado y para denunciar tanto su infracción como el derecho de reclamar cualquier tipo de daño causado.

Tomando en cuenta la importancia del área de estudio, tanto por su biodiversidad como por la situación socioeconómica de sus comunidades, es importante obtener un mejor conocimiento del medio ambiente y analizar las amenazas al uso sostenible de los recursos naturales, antes de proponer un plan de gestión del área. Además, las actividades que se dan a dichos recursos, requieren una mejor comprensión y un efectivo control por parte de las autoridades estatales. Sin embargo, conociendo las dificultades de la falta de recursos humanos y económicos, para garantizar una vigilancia efectiva en la región, se hace necesario facilitar la participación de la comunidad para que vigile, denuncie y prevenga cualquier tipo de delito o perjuicio del medio ambiente.

Lo que se pretende con este estudio es aportar conocimiento del entorno natural del área de estudio, la problemática ambiental y las amenazas más inmediatas que se presentan, con el fin de facilitar la toma de decisiones de gestión de esta zona costera. De este modo, se ofrece a los miembros de la comunidad y organizaciones no gubernamentales, información pertinente para que lleven a cabo una gestión efectiva y exitosa, promocionando el uso sostenible de los recursos naturales.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Proponer directrices para un plan de conservación estratégico para la gestión integrada de los recursos costeros de la Reserva Pacuare, enfocado en la

sobrevivencia y la conservación de las tortugas marinas y de los organismos acuáticos de los canales.

1.1.2 Objetivos específicos

- I. Identificar los objetivos y prioridades de conservación y analizar las amenazas más inmediatas a ellos.
- II. Recolectar muestras e interpretar los datos sobre la presencia de plaguicidas y concentración de plaguicidas organoclorados persistentes en algunos organismos acuáticos de sustento para la comunidad.
- III. Hacer un análisis de la Reserva Pacuare tomando en cuenta oportunidades, prioridades y amenazas para la comunidad.
- IV. Identificar las instituciones con una responsabilidad legal y las que están actualmente involucradas en el manejo de los recursos naturales en el área ACLA-C.
- V. Analizar la eficacia de la legislación y los protocolos existentes y sus aplicaciones en la protección de las tortugas marinas y en la contaminación del sistema de canales por plaguicidas por medio de casos de denuncias documentadas.
- VI. Desarrollar lineamientos de estrategias de conservación y monitoreo que puedan ser medidas para que tengan éxito en el futuro.

1.2 Hipótesis de trabajo

Los recursos naturales de la zona costera de la Reserva Pacuare están siendo afectados negativamente como consecuencia de una inadecuada gestión.

2. Antecedentes

No existe una definición precisa de zona costera; algunas incluyen las características físicas, demográficas, geográficas y funciones ecológicas de la zona.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) la define como el lugar donde la tierra se une con el mar y el agua dulce se mezcla con la salada (UNESCO, 2004), mientras Costa Rica tiene una definición basada en límites arbitrarios. Según la Ley de Zona Marítimo Terrestre (Ley No. 6043 del 2 de marzo de 1977) se establece la zona marítimo terrestre como la franja de doscientos metros de ancho a todo lo largo del litoral, medidos horizontalmente a partir de la línea de pleamar ordinaria.

La zona costera contiene muchos de los sistemas ecológicos más complejos y productivos del mundo. Son sumamente importantes para la productividad biológica y económica, la protección contra las tormentas y la erosión. Según la UNESCO (2004), cerca del 60% de la población mundial, es decir, unos 3,000 millones de personas viven hoy a menos de 60 kilómetros de la costa, una cifra que está aumentando rápidamente debido al crecimiento demográfico y a la migración.

El aumento incontrolado de múltiples actividades en las zonas costeras, causa una competencia por la explotación de recursos naturales limitados y una degradación del medio ambiente. De acuerdo con la UNESCO (2004), “En todo el mundo se acumulan indicaciones de los daños cada vez mayores causados a los ecosistemas costeros y las dificultades que resultan para sus habitantes. Los riesgos naturales a que está expuesto el litoral, como tempestades, inundaciones y erosión, se ven agravados con frecuencia por un desarrollo irracional y una gestión inadecuada”. Además, la zona costera no solo se ve afectada por las actividades locales, sino también por actividades y eventos a larga distancia. Por estas razones una estrategia para la gestión integrada de áreas costeras, es clave para asegurar la sobrevivencia y el desarrollo sostenible de sus recursos naturales.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA (2004), la gestión integrada de áreas costeras (GIAC), abarca los conceptos del manejo integrado de recursos y el desarrollo sostenible, donde se pueden alcanzar las necesidades de los seres humanos sin comprometer las generaciones futuras. La GIAC requiere una integración de los aspectos biológicos, socio-económicos y políticos. Algunos conceptos esenciales como parte del proceso de gestión son el co-manejo, donde los interesados y la comunidad comparten aspectos de forma de

gobierno junto con el gobierno. Investigaciones actualizadas y programas de monitoreo juegan un papel clave en llevar a cabo opciones de manejo y sus consecuencias potenciales.

Asimismo, la GIAC fue definida en el Taller Internacional de Zonas Costeras en 1989 como “un proceso dinámico en el cual se desarrolla e implementa una estrategia para la asignación de usos múltiples ambientales, socio-culturales, y sostenibles de la zona costera” (CAMPNET, 1989).

La importancia de los recursos marinos y costeros para el desarrollo económico y social fue reconocida en la Agenda 21 (UICN, 2004), adoptada por más de 178 gobiernos durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED) en Río de Janeiro, Brasil en 1992. El Capítulo 17 de la Agenda 21, indica que los ambientes marinos costeros son esenciales para mantener la vida global; se presentan oportunidades socioeconómicas para el desarrollo sostenible y, por eso, existe la necesidad de nuevas estrategias de gestión a un nivel sub-regional, regional e internacional; son integradas en contenido y tienen un ámbito preventivo y anticipatorio. Asimismo, la Ley del Mar de las Naciones Unidas de 1982 (Brown *et al.*, 1991) establece los derechos y obligaciones de los Estados y brinda la base internacional para buscar protección y desarrollo sostenible de las costas, mares y sus recursos.

En Centroamérica hay acuerdos regionales que promueven el desarrollo y la gestión integrada de la zona costera, tales como el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Tal Convenio, promulgado por Costa Rica mediante la Ley No. 7416 del 28 de julio de 1994, promueve una gestión integrada y un desarrollo sostenible de los recursos marinos y costeros; propone la implementación de políticas y decisiones integradas y sugiere acciones que permitan que los estados centroamericanos fortalezcan sus esfuerzos en la gestión de la zona costera.

Aunque existe un marco legal para promover la GIAC a nivel internacional y regional, los países de América Central no cuentan con una ley específica para la gestión *integrada* de recursos naturales. Las debilidades más significativas sobre la aplicación de la GIAC en esta región han sido un vacío de conocimiento de la misma legislación por parte de las instituciones, la falta de organización de las

responsabilidades y de comunicación entre las instituciones involucradas, la capacidad técnica y económica restringida y la ausencia de planes de gestión de mediano a largo plazo, y de estándares de calidad ambiental, necesarios para una gestión más eficiente de los recursos naturales (Windevoxhel *et al.*, 1998).

Sin embargo, el tema ambiental ha sido ampliamente considerado por el ordenamiento jurídico costarricense desde los años 1970 en adelante, con la creación de áreas protegidas, parques nacionales y refugios de fauna silvestre. Paralelo a esto, los cambios en el ámbito internacional han producido avances a nivel nacional, como se ve con la reforma del artículo 50 de la Constitución Política de Costa Rica, para incorporar el derecho al ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Este artículo le otorga legitimación a toda persona para denunciar tanto la infracción como el derecho a reclamar cualquier tipo de daño causado. Se trata de un verdadero derecho de solidaridad, porque se encomienda al Estado la obligación de garantizarlo, defenderlo y preservarlo (Zeledón, 1999), lo cual se establece en el artículo 1 de la Ley Orgánica del Ambiente (Ley No. 7554 del 4 de octubre de 1995). El artículo tiene como objeto dotar a los costarricenses, y al Estado, de los instrumentos necesarios para conseguir un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. El Estado, mediante la aplicación de esta ley, defenderá y preservará ese derecho, en busca de un mayor bienestar para todos los habitantes de la nación.

Uno de los primeros pasos para promover una GIAC es desarrollar una buena estrategia de conservación por medio de la realización de estudios para llenar el vacío de conocimiento, no solo en la parte del entorno natural sino en la parte legal y administrativa de la gestión. Sobre la base de los resultados de estos estudios, los gobiernos pueden establecer objetivos medibles de conservación y de utilización sostenibles. Es necesario establecer estrategias y programas nacionales o adaptarlos para que atiendan esos objetivos.

3. Metodología

3.1 Área de estudio y selección del muestreo

Esta investigación se realizó en la zona costera de la Reserva Pacuare (N 10°13.45 W083°16.73 a N 10°07.15 W083°11.55), Cantón Matina, Provincia de Limón, Costa Rica (Fig. 1). La zona costera de la Reserva está conformada por una barra arenosa, la cual tiene influencia del mar Caribe y un sistema de canales y lagunas de agua dulce y salobre. Para fines de este estudio, esta área fue delimitada al sur por la laguna Mondonguillo y al norte por la desembocadura del Río Pacuare. En la Fig. 1 también se contemplan los sitios de muestreo para la determinación de algunos parámetros fisicoquímicos. Los sitios fueron seleccionados de manera tal que incluyen los lugares de pesca más utilizados por los miembros de la comunidad y aquellos donde se han reportado eventos de contaminación.

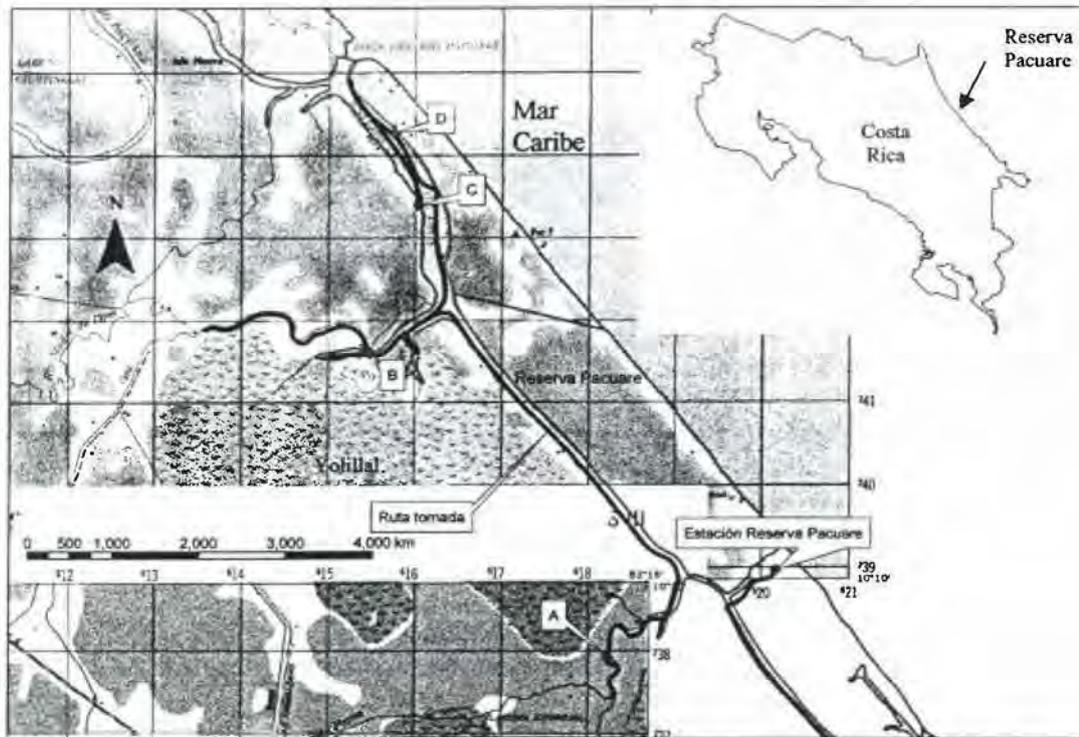


Fig. 1. Área de estudio con los sitios de muestreo, A-D, en la zona costera de la Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica. (Fuente: Instituto Geográfico Nacional, Hojas cartográficas: Parismina y Matina, escala 1:50,000). Elaborado por Belinda Dick, junio del 2004.

Las coordenadas geográficas de cada límite del área de estudio y los sitios de muestreo fueron determinados con un posicionador geográfico de satélite (PGS) (Cuadro 1).

CUADRO 1

Localización de los sitios de muestreo, Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica.

Sitio	Coordenadas	Ubicación de referencia
A	N 10°09.40 W083°15.14	Canal Principal de Batán hacia Laguna Chorejal
B	N 10°11.53 W083°16.44	Río Madre de Dios
C	N 10°12.40 W083°16.33	Estero Madre de Dios (Bar y Restaurante Pacuare)
D	N 10°21.83 W083°16.49	Estero Madre de Dios (Frente a la casa de Bill Knight)

3.2 Recolección de datos

3.2.1 Características biológicas y fisicoquímicas

Establecer prioridades de conservación y analizar sus amenazas, es un proceso complejo, el cual requiere mucha información de línea base, como la identificación de las especies, las comunidades y los sistemas ecológicos que se encuentran dentro del área de estudio. La protección de un sistema ecológico involucra el contexto ecológico más amplio, para conservar las comunidades ecológicas y las especies, por lo cual se reconocieron tres sistemas ecológicos representativos de la diversidad en la zona costera de la Reserva: costero marino, acuático y terrestre.

Para establecer prioridades de conservación del área de estudio, se procedió a tres etapas: 1) Revisión de literatura para hacer una descripción de las características físicas y biológicas de los tres ecosistemas identificados; 2) Estudios preliminares para aumentar el conocimiento del entorno natural y 3) Identificación de los objetos de conservación en el área de estudio.

Se hizo una revisión extensiva de la literatura existente del área de estudio y de la región, incluyendo informes anuales y documentos no publicados. Debido a que se ha escrito poca literatura en esta área, se recopiló información de varios de sitios de internet, se concertó una serie de entrevistas con científicos, miembros del gobierno y de organizaciones no gubernamentales y se colaboró en talleres participativos.

Se hicieron estudios sobre algunos parámetros biológicos y fisicoquímicos, en dos de los tres sistemas ecológicos identificados, el costero marino y el acuático. Desde hace muchos años, a lo largo de la costa, se ha visto periódicamente la presencia de parches con espuma del color café. Por ello, se tomaron muestras del agua marina, entre los meses de febrero y octubre de los años 2001 y 2002, de varios parches cuando transcurrieron los eventos frente al área de estudio. Las muestras fueron fijadas con yodo y se tomaron sin red, para luego identificarlas y hacer un conteo de las especies de plancton dominantes con el uso de un microscopio electrónico en el Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEM) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Asimismo, en el sistema acuático se realizaron observaciones y toma de muestras de agua en cuatro sitios de muestreo (Cuadro 1). Las muestras fueron tomadas una vez al mes, anotando la fecha y hora de la recolecta, desde setiembre 2003 hasta marzo 2004, con la excepción de diciembre cuando inundaciones en la zona hicieron imposible la entrada a la Reserva. Los siguientes datos fisicoquímicos fueron recolectados:

- Profundidad de canales (se midieron los sitios de muestreo en metros)
- Corrientes (descriptiva)
- Salinidad de la superficie (se midió con un refractómetro cuya precisión es de 0.5 ‰ (partes por mil))
- Temperatura, pH y oxígeno disuelto (se midieron a un metro o a la profundidad máxima permisible con un pH-metro y un oxímetro, respectivamente). Los datos obtenidos del oxígeno disuelto fueron transformados en porcentajes de saturación.
- Transparencia o turbidez (se estimó de la profundidad límite hasta la que se observó con un disco de Secchi de 30 cm en diámetro)

Las muestras de agua se recolectaron con botellas oscuras de 2 litros, a la mitad de la profundidad del disco de Secchi; se trasladaron en hieleras al laboratorio del Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la UCR el mismo día para hacer los análisis de la demanda bioquímica del oxígeno (DBO) y los materiales en suspensión. La DBO fue medida con sensores manométricos (Oxitop®) y los sedimentos en suspensión fueron analizados gravimétricamente, según la metodología del CIMAR.

Se determinó la presencia de plaguicidas persistentes en algunos de los organismos acuáticos de consumo por parte de las comunidades. Para ello, se tomaron treinta y cuatro especímenes de jaibas del género *Callinectes*, 13 especímenes de la mojarra negra, *Vieja maculicauda* (Regan, 1905), un guapote del género *Parachromis* y un barbudo del género *Brachyplatystoma*, para un total de 49 especímenes. El género y la especie, cuando era posible, fue identificado usando la guía de la FAO (1993) y Bussing (1998). El peso en gramos, el sexo y el ancho del caparazón de las jaibas (incluyendo las espinas laterales) o la longitud estándar de los peces en centímetros, fueron anotados para cada espécimen. Se aplicó la técnica de cromatografía de gases para identificar los plaguicidas persistentes (Cuadro 2) en dichos especímenes, de acuerdo con los protocolos del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) de la UCR.

CUADRO 2

Plaguicidas y compuestos aromáticos polinucleares investigados en las muestras de organismos de la Reserva Pacuare.

Lindano	p,p'-DDE	PCB 118	Naftaleno
Heptaclor	PCB 8	PCB 128	Acenaftileno
Heptachlorepóxido	PCB 18	PCB 138	Fluoreno
Endrin	PCB 28	PCB 153	Fenantreno
Aldrin	PCB 29	PCB 170	Antraceno
Dieldrin	PCB 44	PCB 180	Fluoranteno
Endosulfán sulfato	PCB 52	PCB 187	Pireno
Endosulfán alfa y beta	PCB 66	PCB 195	Criseno
o,p-DDT	PCB 87	PCB 201	Benzo (B) fluoranteno
p,p'-DDT	PCB 101	PCB 206	Benzo (K) fluoranteno
p,p'-DDD	PCB 105	PCB 209	Benzo (A) pireno
o,p-DDD	PCB 110	Clorpirifos	1,2,5,6-dibenzoantraceno

Para identificar los objetos de conservación y su problemática, se aplicaron los criterios establecidos en la metodología de conservación de sitio de la organización conservacionista The Nature Conservancy (TNC) (2000). La metodología define objetos de conservación como especies de importancia, comunidades o sistemas ecológicos. Más específicamente, los criterios establecidos fueron los siguientes 1) especies de la lista roja de la UICN, 2) especies vulnerables o en declinación, 3) grupos mayores de especies que comparten procesos naturales o tienen requisitos similares para su conservación, ó 4) especies con agregaciones de significado global. Las tortugas marinas y el recurso pesquero fueron escogidos como objetos de conservación, debido a que caben dentro de más de uno de estos criterios.

3.2.2 Aspectos socioeconómicos

Se hizo una descripción inicial para comprender la situación socioeconómica actual del área de estudio y su dependencia del uso de las tortugas marinas y el recurso pesquero. Se recolectó información sobre la situación socioeconómica durante la participación en varios talleres, por medio de entrevistas informales con miembros claves de la comunidad más cercana, Barra de Pacuare, y el informe final de una evaluación económica sobre el área de estudio, hecho por la Comisión de Peritos para el Tribunal Ambiental Administrativo (TAA) (Anónimo, 2004). Se obtuvo información sobre el uso dado a la tierra, las actividades económicas principales y los servicios públicos disponibles.

3.2.3 Marco legal e institucional

Se hizo una recopilación de la legislación nacional e internacional existente, relacionada con la protección y la conservación de los recursos naturales, en especial las tortugas marinas y la pesca. Se identificaron las instituciones que están actualmente involucradas y los mecanismos que pueden influir en forma directa en el manejo de los objetos de conservación en el área de estudio. Se analizó la eficacia de

la legislación costarricense y su aplicación en la protección y conservación de dichos recursos naturales.

En el caso de la tortuga marina, se analizó la cantidad de denuncias antes y después de la nueva Ley No. 8325 del 2002, relacionándose con el porcentaje de la recolección ilegal de huevos y la caza ilegal actual de las tortugas marinas. Además, se anotó si hubo errores o malas prácticas en la aplicación de esta ley. Se estudiaron casos específicos de decomisos de productos o subproductos de tortugas marinas en el área de estudio o una playa cercana. Debido a que no hubo ninguna denuncia dentro de la Reserva en las últimas dos temporadas (2002 y 2003), todas las denuncias que fueron analizadas después de la vigencia de la nueva ley fueron decomisos en las playas más cercanas, como Parismina.

En el caso del recurso pesquero, se revisó la historia de la contaminación y la matanza de organismos acuáticos reportada en los canales; además, se analizaron algunas denuncias específicas sobre dicho tema en el área de estudio y la región, durante los últimos siete años (1998 – 2004). Se revisó el protocolo existente para denunciar situaciones de contaminación en los canales.

3.2.4 Análisis de las amenazas

El análisis se llevó a cabo en dos partes y se hizo adaptando la metodología “Análisis de amenazas” de la TNC (2000). La primera parte fue la identificación y la priorización de las amenazas, las cuales se definen por ser los tipos más serios de destrucción o degradación que afectan a los objetos de conservación o los procesos ecológicos y que pueden ser factores externos, humanos o biológicos. Aunque existen muchas amenazas naturales, este estudio considera solamente las amenazas directas o indirectas, resultado de las actividades de los seres humanos. La mayoría de las amenazas resultan del uso no sostenible de los recursos naturales, o la destrucción de su hábitat, pero a veces son usos indirectos que pueden empeorar los efectos de un fenómeno natural. Para cada amenaza, se propuso una escala de prioridad, tomando en cuenta la severidad del daño, es decir, cómo va a afectar al objeto de conservación en los próximos 10 años, si se mantienen las mismas circunstancias, y el alcance del

daño, es decir, cuál es el alcance geográfico del impacto al objeto de conservación en los siguientes 10 años, si se mantienen las mismas circunstancias. Las escalas empleadas para la severidad, el alcance y la prioridad fueron “muy alta”, “alta”, “mediana”, o “baja”.

Para facilitar la identificación de las amenazas a las tortugas marinas anidadoras y sus nidos dentro de la Reserva Pacuare, se incluyó un análisis de los datos recolectados a lo largo de 5.7 kilómetros de playa, frente a la Reserva, durante las últimas cuatro temporadas 2000 – 2003 (Dick *et al.* 2000, Dick *et al.* 2001, Dick *et al.* 2002, Dick *et al.* 2003) y una recopilación de datos previos de allí mismo¹. La metodología aplicada para la recolección de esos datos siguió la recomendación de Eckert *et al.* (1999) e incluyó: censos de la playa de anidación (conteos de rastros diarios para reportar actividades de anidación o eclosión, y evidencia del saqueo de nidos o erosión); monitoreo de poblaciones (patrullajes nocturnos, marcaje de individuos con marcas externas de metal y marcas internas de transmisores pasivos integrados); éxito de eclosión (reportando los números de neonatos que salieron de las cáscaras); y conteo de rastros diariamente durante la temporada. La temporada principal de anidación de la tortuga baula se extiende desde finales de febrero hasta finales de junio, y la mayor cantidad de nacimientos tiene lugar desde junio hasta agosto. La temporada de la tortuga verde empieza en julio y, aunque no existen conteos diarios de rastros, se ha reportado por observación que llegan incluso a principios de octubre (Zúñiga, com. pers.).

La segunda parte fue crear una lista de fuentes de las amenazas para cada objeto de conservación, las cuales se pueden definir como las causas o agentes de la destrucción o degradación. Luego, se definió una escala según el grado de contribución que la fuente individualmente tiene a la amenaza y la irreversibilidad de dicha amenaza.

En el apéndice A se definen los lineamientos usados por la TNC para adjudicar una escala de prioridad a cada amenaza y una escala de contribución a cada fuente. Es importante separar claramente las amenazas o presiones, de sus fuentes, para desarrollar una estrategia de conservación efectiva.

¹ Recolección de datos no publicados, 1995 – 1999, Reserva Pacuare.

4. Resultados y Discusión

4.1 Características biofísicas del sistema ecológico costero marino

La zona costera que se visitó durante este estudio se caracterizó por poseer una playa ancha (Troëng *et al.*, 2004) y muy dinámica, con un oleaje fuerte y taludes medianos a empinados. Se reportó una velocidad del viento en la Provincia de Limón de 6.9 km por hora (1971 – 1997) en una dirección suroeste (IMN, 2004). Las corrientes superficiales fluyeron hacia el sur (Brenes, 2001). Esta playa ha sido formada por acumulación de sedimentos traídos por los ríos en conjunto con una alta cantidad de escombros (desechos sólidos, orgánicos e inorgánicos), que luego fueron depositados en la playa por las mareas y las corrientes (Cortés & León, 2002). Como anotó Cortés y León (2002), la arena es muy oscura debido a su origen volcánico, principalmente de la Cordillera Volcánica Central, y debido que casi no tiene partículas de origen orgánico como conchas o corales. La playa de estudio tenía una alta tasa de erosión, por lo cual fue común encontrar la formación de cortes de algunos metros y las dunas estaban poco desarrolladas y siempre en proceso de cambio. No se ha desarrollado un sistema estuarino en el área de estudio debido que las mareas alta y baja fluctúan muy poco, solo unas pocas decenas de centímetros (Acuña *et al.*, 1996). Para el Parque Nacional Tortuguero, se han reportado promedios mensuales de temperatura de la arena de la zona abierta, a 70 cm de profundidad, entre 27.4° C y 31.1° C; la temperatura más baja ocurrió en enero y la máxima en abril (Harrison *et al.*, 2003).

La vegetación costera encontrada fue de especies típicas del Caribe, como el icaco (*Chrysobalanus icaco*), la palma de coco (*Cocos nucifera*) y la uva de playa (*Coccoloba uvifera*). En las muestras de agua el fitoplancton marino más dominante en los parches de espuma de color café fueron las diatomeas, *Aulocodiscus margaritaceus* y *Eucampia zoodiacus* (Ehrenberg 1941) (Vargas, com. pers.).

Algunas de las características biofísicas mencionadas pueden explicar la razón por la cual estas playas cumplan una función ecológica importante como sitios de anidación para diversos animales, en especial, las tortugas marinas. Tal vez el tipo de

talud y la dirección y la fuerza del oleaje, ofrecen a la tortuga baula una manera fácil de salir del mar y llegar a la zona apropiada para anidar. El estudio de Bouchard & Bjorndal (2000) indicó que las tortugas marinas son muy importantes en la estructura de varios ecosistemas debido que cumplen funciones ecológicas muy significativas, como el transporte de energía desde los hábitat marinos altamente productivos (áreas de pastos marinos) hasta los hábitat poco productivos (playas arenosas). Además, ciertas poblaciones de animales y plantas en hábitats terrestres lejos de la playa de anidación, dependen de la energía derivada de las tortugas marinas y sus huevos, a través de los procesos de depredación y reciclaje de nutrientes (Bouchard & Bjorndal, 2000). Este importante vínculo entre el mar y la tierra permite que las tortugas marinas actúen como un indicador de la salud del sistema costero marino.

Las diatomeas son uno de los grandes productores primarios del mundo y son muy comunes en todos los sistemas acuáticos, soportando varias condiciones y niveles de contaminación. Cada una de sus especies tiene requisitos ecológicos específicos y responde rápidamente a cambios ambientales. Cuando las condiciones de nutrientes y de luz son apropiadas, pueden formar floraciones, o sea, tienen la habilidad de reproducirse rápidamente y llegar a ser numerosas, por lo cual son excelentes como indicadores de calidad de agua y contaminación (Michels, 1998).

4.1.1 Análisis de las tortugas marinas y su problemática

Cuatro de las siete especies mundiales de tortugas marinas, la tortuga verde (*C. mydas*), la tortuga baula (*D. coriacea*), la tortuga carey (*E. imbricata*) y, aunque en muy pocos números, la tortuga caguama o cabezona (*Caretta caretta*) fueron identificadas anidando en las playas caribeñas de Costa Rica. Tres de estas especies fueron observadas anidando en la playa de la Reserva: las tortugas baula, verde y carey.

La literatura mostró que los efectos de los seres humanos en las poblaciones de tortugas marinas han variado según la especie y ubicación geográfica (Kemf, 2000). Se han reportado amenazas principales como la captura incidental en la industria pesquera, el consumo o el uso directo de juveniles o adultos, la

sobreexplotación de huevos y la destrucción de sus hábitats (Kemf, 2000). Asimismo, la contaminación de la zona costera y del mar es una amenaza a las tortugas marinas, aunque hay poco conocimiento sobre este problema (Lutcavage *et al.*, 1997)

En el caso de la tortuga baula, algunos datos han propuesto que la población de hembras con madurez sexual se ha reducido en más de 70%, globalmente, en menos de una generación (Pritchard 1982, Spotila *et al.* 1996) Las poblaciones más importantes históricamente fueron localizadas en el océano Pacífico, en especial en México y en Costa Rica. Hoy en día, en el Océano Pacífico se ha documentado un declive drástico en la anidación de la tortuga baula, de más del 90% en la mayoría de las poblaciones, con una mortalidad anual de hembras anidadoras de aproximadamente 30% (Sarti *et al.* 1996, Spotila *et al.* 2000). En particular, los datos de Playa Grande, Costa Rica, la que antes se consideraba la playa más importante de anidación de la tortuga baula, han sugerido un descenso dramático en la anidación en la última década, principalmente debido a la pesca incidental y al saqueo ilegal de huevos en el pasado

Aunque estudios en las playas de anidación en el Pacífico han indicado una declinación en la población de la tortuga baula, en el Océano Atlántico o en el Mar Caribe la tendencia no ha sido tan clara: con algunas poblaciones se ha mostrado hasta un aumento en las actividades de anidación o se han mantenido estables. La colonia de anidación hoy en día más grande a nivel global se identificó en Guyana Francesa y Surinam, con aproximadamente 2,500 a 7,400 hembras por año (Girondot & Fretey 1996, Girondot *et al.*, 2002) y se han reportado el Caribe de Costa Rica y de Panamá como la cuarta población de la tortuga baula más importante del mundo, con un estimado de 1,200 a 2,600 hembras por año (Troëng *et al.*, 2004).

Existe la controversia de que muy pocas, tal vez una de cada mil neonatos nacidas, llegarán a la madurez sexual. Si se considera el lento crecimiento de estos animales para alcanzar a la madurez sexual y su alto potencial de reproducción, se puede concluir que el gran problema de la sobrevivencia de estas especies en este momento es la pérdida de los adultos. Sin embargo, por su estado crítico es importante protegerlas en cada etapa de su vida.

Tomando en cuenta esa información en el caso de la tortuga baula, las diferencias entre las poblaciones observadas para el Caribe y el Pacífico de América Central, pueden ser resultado de que la industria pesquera se desarrolló primero en el Pacífico, y la que está desarrollada en el Caribe, no coincide con las rutas de migraciones entre las áreas de anidación, alimentación y reproducción, como es el caso en el Pacífico (Troëng *et al.*, 2004). Asimismo, las tortugas demuestran menos fidelidad a los sitios de anidación en el Caribe, es decir que los nidos son más dispersos debido que pueden anidar en varias playas con mucha distancia (por ejemplo en Panamá y Costa Rica) durante la misma temporada, dando al nido una mejor oportunidad de eclosionar (Tucker, 1990) y disminuye así la facilidad del saqueo ilegal de los nidos. Sin embargo, la tortuga baula sigue siendo amenazada por el saqueo de huevos y la caza ilegal. En Panamá, aún a escondidas, inclusive se da la matanza de las hembras anidadoras de la tortuga baula por el consumo de su carne (Fernández, com. pers.).

Sin duda, la viabilidad de las poblaciones de tortugas marinas en la costa caribeña de Costa Rica, y en el mundo, dependerá mucho de lo que está pasando en el mar, pero igual de importante es garantizar el éxito de eclosión en las áreas de anidamiento para reponer las poblaciones futuras. Las tortugas marinas necesitan acceso libre al área de anidamiento, que esté sin escombros, desechos sólidos y contaminación; además, se requiere que se detenga la recolección ilegal de sus nidos. Asimismo, los esfuerzos que se llevan a cabo para lograr su recuperación y su conservación tienen que tomar en cuenta tanto los aspectos socioeconómicos y legales, como los aspectos biológicos.

4.2 Análisis de los aspectos socioeconómicos relacionados con las tortugas marinas

El análisis socioeconómico reveló que desde antes de la colonización de Costa Rica, el uso extractivo de las tortugas marinas, en especial la tortuga verde y la tortuga carey, ha jugado un papel importante tanto en la parte económica como en el aspecto cultural de los habitantes del Caribe (Troëng, 2002) y se consideraba a las tortugas marinas como animales místicos, por vivir muchos años, y por eso se creía

que estaban ligadas a la longevidad. Según Romero (1997) al inicio de los años 1600, los piratas ingleses establecieron relaciones comerciales con los indios miskitos, quienes intercambiaban productos cuya materia prima era la tortuga marina. Luego, la actividad de captura de la tortuga se convirtió en una actividad de exportación a Inglaterra y los Estados Unidos por parte de un empresario costarricense, quien la enlataba en una fábrica en Limón (Romero, 1997). Además del consumo de la carne, que era un plato típico del Caribe, se usaban casi todas las demás partes de las tortugas marinas. Los huevos han sido consumidos por sus supuestas propiedades afrodisíacas, su aceite para curar algunas enfermedades y el caparazón se ha usado como adorno o en el caso del carey, para hacer joyerías y espuelas para peleas de gallos, entre otros.

Sin embargo, es importante indicar que el uso no extractivo, como el turismo para ver las tortugas marinas, ha aumentando en esta región, principalmente en las comunidades de Tortuguero, hacia el norte, o en Gandoca, hacia el sur. En el estudio de Troëng & Drews (2004), se analizaron varios casos del uso no extractivo de las tortugas marinas en esta región, comparado con el uso extractivo y se demostró que una tortuga vale más viva que muerta. Por ejemplo, Tortuguero es una comunidad con 562 habitantes (INEC, 2000) ubicada fuera del Parque Nacional Tortuguero, donde anida la colonia más grande de la tortuga verde en el Atlántico. Allí se ha estimado la generación de aproximadamente 265 trabajos vinculados al turismo, tales como guías, hoteleros, transportes, entre otros (Troëng & Drews, 2004). Los guías locales hacen la mayoría de las caminatas, que equivale un 72 %, para ver las tortugas en la noche (Peskin, 2002). En 2002, además de la entrada al parque nacional, se entregaron 26,292 permisos a turistas para caminar en la playa de noche (Troëng & Drews, 2004). Se estima que los ingresos netos en Tortuguero relacionados con el turismo de tortugas marinas, tomando en cuenta los gastos en la entrada al parque, guías, transportes, hospedaje, alimentación y souvenir, alcanzó en US \$6,714,483 (Troëng & Drews, 2004). Estas actividades han aumentado el valor de una tortuga viva y la situación económica de la comunidad. Además, la presencia de los guías, los turistas y los científicos en la playa ha disminuido el saqueo y la caza

ilegal de la tortuga verde, y se ha estimado que hoy en día la anidación está aumentando (Troëng & Drews, 2004).

De acuerdo con el mismo estudio, la Asociación ANAI, en forma participativa con la comunidad de Gandoca de 264 habitantes³ y el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), han establecido un programa de voluntariado para participar en el programa de conservación de las tortugas marinas. Los voluntarios se quedan y se alimentan dentro de la comunidad o con ANAI. En 2003, un total de 450 voluntarios y 150 turistas participaron en las caminatas para ver tortugas en la noche, por lo cual se han estimado US \$92,300 de ingresos a Gandoca debido al proyecto de conservación durante ese año (Chacón *et al.*, 2003). Asimismo, se estimó que el valor de una tortuga baula viva puede llegar hasta US \$506/tortuga, cada nido hasta US \$135 y cada huevo hasta US \$1.7. Este valor es un 680 % más alto que el ingreso potencial de vender un huevo en el mercado ilegal (Chacón *et al.*, 2003).

El programa de conservación de las tortugas marinas establecido en la Reserva ha atraído la participación de más de 600 estudiantes, voluntarios, y turistas por temporada durante los últimos cuatro años (2000 – 2003)² que provinieron de muchos países y cada uno pagó entre US \$15 y US \$50 diarios. La Reserva contó con un promedio de 15 empleados, de los cuales aproximadamente cuatro vinieron de la comunidad más cercana, Barra de Pacuare, y el resto de las ciudades del valle central o extranjeros. El tipo de trabajos que la Reserva ofreció a la comunidad eran algunos trabajos como guardas y cocineros, entre otros. Los programas educativos ambientales relacionados con las tortugas marinas fueron desarrollados en conjunto con las ONG de los Estados Unidos: Ecology Project Internacional (EPI) y EcoTeach. El programa EPI ha traído la mayoría de los estudiantes a la Reserva; es único debido a que la mitad de los estudiantes vinieron de los colegios de las comunidades cercanas, tales como Matina, Batán y Limón, y la otra mitad desde los Estados Unidos. Los voluntarios y estudiantes se mantuvieron dentro de la Reserva durante su estadía, donde contaron con todos los servicios de hospedaje y transporte por lancha.

En este sentido, la Reserva no ha brindado muchos beneficios económicos a la comunidad de Pacuare, sino algunos a las comunidades cercanas de Matina y Batán

Observación personal de la autora.

donde hace todas las compras de materiales y comida, y en donde los participantes ocupan el servicio de transporte en tierra.

Desde la Reserva y la comunidad más cercana, Barra de Pacuare, con unos 13 hogares (Knight, com. pers.), el turismo en general relacionado con las tortugas marinas está poco desarrollado. La comunidad no cuenta con los servicios básicos como electricidad, teléfono, transporte adecuado, pulperías y clínicas permanentes. Aunque no existen programas de guías en el área, se ha visto esfuerzos, como la renovación de unas pequeñas cabinas en Pacuare, con la intención de traer turistas al área de estudio para participar en los patrullajes nocturnos. Sin embargo, algunos miembros de la comunidad que han trabajado en conjunto con la Reserva han desarrollado modelos parecidos hacia el sur para la protección y conservación de tortugas marinas. Asimismo, se ha trabajado muchos años con los Guardacostas en la parte legal, clave en cualquier programa de conservación y protección de las tortugas marinas. En el año 2001, ellos mismos empezaron a implementar en conjunto con la comunidad de Parismina hacia el norte, un programa de protección de las tortugas marinas.

El análisis demostró que la Reserva ha tenido un impacto grande en la comunidad de Pacuare en términos del concepto del uso no extractivo de la tortuga marina, como un objeto de conservación, estudio y posible fuente de ingreso. Sin embargo, debido a la poca participación y apoyo de la comunidad y la falta de servicios adecuados, la comunidad no ha aumentado el uso indirecto de las tortugas marinas tanto como en Tortuguero o en Gandoca. Algunos miembros de la comunidad de Barra del Pacuare ofrecieron servicios a personas que llegaron de lejos para recolectar huevos o ellos mismos fueron encontrados participando directamente en la recolecta de huevos o en la caza ilegal de las tortugas. Aunque hoy en día el uso extractivo de estas especies es ilegal, visitas a otras comunidades cercanas (Batán, Matina y Limón) demostraron que el consumo y uso de los productos de tortugas marinas sigue siendo considerable y abierto; las posibles fuentes son las playas cercanas a la Reserva.

4.3 Marco legal e institucional para la protección y conservación de las tortugas marinas aplicable en Costa Rica

Se identificó una enorme cantidad de leyes dispersas que, de una u otra forma, fueron relacionadas con la protección y conservación de las tortugas marinas. En esta sección no se pretende dar una lista exhaustiva de dichas leyes e instituciones, sino mencionar aquellas que se consideran principales, en forma específica, en la protección de las tortugas marinas. Además, se hace un análisis de algunas denuncias relacionadas con el saqueo ilegal de los productos y subproductos de las tortugas marinas, para observar la eficacia de la aplicación y cumplimiento de dichas leyes por parte de las instituciones.

4.3.1 Legislación nacional

Las tortugas marinas tienen una protección legal absoluta bajo la Ley de Protección, Conservación y Recuperación de las Poblaciones de Tortugas Marinas (Ley No. 8325 del 28 de noviembre de 2002), la cual establece en el artículo 6 “quien mate, cace, capture, destace, trasiegue o comercie tortugas marinas, será penado con prisión de uno a tres años. La pena será de tres meses a dos años de prisión para quien retenga con fines comerciales tortugas marinas, o comercie productos o subproductos de estas especies”. Sin embargo, este mismo artículo establece “No será punible la recolección de huevos de tortuga lora en el Refugio de Vida Silvestre de Ostional, siempre que se realice con apego a las disposiciones reglamentarias que emita el MINAE”

Llegar al nivel actual de la protección legal absoluta de las tortugas marinas en Costa Rica ha sido un proceso complejo y largo. Históricamente, ha existido una amplia legislación relacionada con la regulación y el uso extractivo de las tortugas marinas, lo cual muestra la importancia que estas han tenido como recurso patrimonial del país. La primera ley, específicamente relacionada con las tortugas marinas, fue la Ley de Pesca de Tortuga y Concha Perla (Ley No. 10 del 1 de setiembre de 1927), seguida por varios decretos ejecutivos que regulaban la caza de las tortugas marinas y el aprovechamiento de sus huevos. La primera legislación que

prohibió el comercio de los huevos de las tortugas marinas data de 1948 (Ley de Pesca y Caza Marítimas, Ley No. 190 del 28 de 9 de 1948) y en 1963 se prohibió la captura de tortugas marinas en la playa y hasta 1 km mar adentro, al amparo de esta ley.

En los años 1980, la única caza legal de las tortugas marinas se estableció mediante el Decreto Ejecutivo No. 14524-A del 4 de mayo de 1983, que autorizaba primero al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y luego al Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPESCA), a otorgar permisos de captura de la tortuga verde, después de los primeros 5 km mar adentro y durante la temporada definida de anidación (con las excepciones de no hacerlo en los Parques Nacionales Tortuguero y Cahuita) y estableció una cuota anual de 1800 tortugas. Un estudio de Troëng (1998) indicó que la pesca legal estaba ocultando una caza ilegal mucho más grande que la cuota anual, y en ese mismo año, un grupo de organizaciones e individuos presentaron un amparo contra el decreto. Este decreto fue derogado por La Sala Constitucional (Sala Cuarta) en su voto 1250-99 del 19 de febrero de 1999.

Anteriormente, la Ley de Conservación de Vida Silvestre (Ley No. 7317 del 21 de octubre de 1992) regulaba la protección y conservación de las tortugas marinas bajo el Régimen de territorialidad, lo que significa que la aplicación de la ley se restringía a aquellas especies que viven en tierra firme e islas. Es decir que las normas de dicha ley no aplicaban al ejercicio de la pesca en el mar. Además, esta ley indicaba sanciones con multas a aquellas personas que cazaban sin las autorizaciones requeridas. Las penas eran variadas. El artículo 96 establecía que “Será sancionado con multa de veinte mil colones a cuarenta mil colones, convertible en pena de prisión de cuatro a ocho meses y con el decomiso de los animales o productos causa de infracción, quienes comercien, negocien o trafiquen con animales silvestres, sus productos o derivados, sin el respectivo permiso de la Dirección General de Vida Silvestre del Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas; cuando se trate de especies cuyas poblaciones han sido declaradas como reducidas o en peligro de extinción.” El artículo 98 establecía que “Será sancionado con multa de cincuenta mil colones convertible en pena de prisión de uno a dos años y con el decomiso del equipo utilizado y de los animales que constituyen el producto de la infracción, quien

cace animales en peligro de extinción sin el permiso correspondiente de la Dirección General de Vida Silvestre del Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas.”

4.3.2 Legislación internacional

El estudio encontró amplia legislación internacional dirigida a cumplir compromisos destinados específicamente a la regulación de las tortugas marinas, debido a que estas son un recurso compartido que migra a través de los océanos y como se ha dicho, enfrenta amenazas durante todas sus etapas de vida, desde la caza de las tortugas y el saqueo de sus nidos en las playas, hasta la pesca incidental en aguas profundas. Dos convenios que han sido ratificados por Costa Rica son:

- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en la cual todas las especies de tortugas marinas están incluidas en su Apéndice I y prohíbe todo el comercio internacional de tortugas marinas y sus productos. Se aprobó mediante la Ley No. 5605 del 30 de octubre de 1974.
- Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT) cuyo objetivo es promover la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y del hábitat de los cuales dependen, basándose en los datos científicos más fidedignos disponibles y considerando las características ambientales, socioeconómicas y culturales de las Partes. Se ratificó mediante la Ley No. 7906 del 23 de agosto de 1999.

En 1998, Costa Rica firmó el Acuerdo de Cooperación para la Conservación de las Tortugas Marinas en la Costa Caribeña de Costa Rica, Nicaragua y Panamá para facilitar la implementación de los convenios y acuerdos internacionales y nacionales de las partes para la conservación de tortugas marinas, mediante la ejecución de un Plan de Manejo Regional en la costa caribeña de ellas.

4.3.3 Marco institucional

El artículo 8 de la ley No. 8325 estableció las instituciones gubernamentales responsables para el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley y a la vez, las que tienen a su cargo la conservación y protección de las tortugas marinas. Las instituciones son el MINAE, en coordinación con los Ministerios de Seguridad Pública y de Salud, el INCOPECA y la Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA).

Al MINAE le corresponde velar por el cumplimiento de esta Ley y la protección de las tortugas marinas. En el caso del área de estudio, al ACLA-C, una dependencia de MINAE, le corresponde promover el mejoramiento de la legislación ambiental pertinente y facilitar la educación ambiental en el área, entre otros. En cuanto a vigilancia, cabe mencionar la competencia del Servicio Nacional de Guardacostas, un cuerpo policial integrante de la fuerza pública, el cual depende del Ministerio de Seguridad Pública y tiene personalidad jurídica instrumental para administrar. El artículo 2 de su Ley de creación estableció la competencia de velar por la legítima protección de los recursos naturales existentes en las aguas marítimas jurisdiccionales y aguas interiores del Estado según la legislación vigente.

Además de la vigilancia, la Ley 8325 estableció que las actividades de los programas de conservación e investigación están regulados por el artículo 1, debido que se declaró de interés público la investigación científica relacionada con las tortugas marinas y su hábitat con el fin de manejar racionalmente estas especies. Las organizaciones privadas que posean información relacionada con esta materia, podrán facilitársela al MINAE, cuando les sea requerida.

Las competencias sobre la protección y conservación de las tortugas marinas no siempre han sido tan claras. Bajo la Ley de Vida Silvestre, cuando las tortugas estaban en el mar eran un recurso pesquero y la competencia correspondía a INCOPECA, pero mientras estaban en la costa se consideraban vida silvestre y era competencia de MINAE aunque la protección correspondía al INCOPECA, con excepción si se encontraba en un área protegida o manglares. Sin embargo, INCOPECA no contaba con los recursos humanos, económicos, ni los mecanismos

legales para proteger a las tortugas marinas, un punto importante durante la creación de la Ley 8325.

4.3.4 Análisis de algunas denuncias relacionadas con las tortugas marinas

En 1998, los Guardacostas formaron las unidades ambientales, las cuales han trabajado en el control y el desarrollo de un protocolo de las actas de decomiso. La cantidad de denuncias presentadas por los funcionarios de Guardacostas de Moín-Limón empezó a disminuir al partir del año 2000 (Castro, com. pers.) los primeros tres años, 1998-2000, se presentó un promedio de 11 denuncias por temporada, incluyendo la zona de la Reserva (Castro, com. pers.). La información para la temporada 2001 no estuvo disponible. De acuerdo a lo anterior, la cantidad de denuncias observadas en las playas o las ciudades cercanas a la Reserva bajó a un promedio de nueve denuncias durante las ultimas tres temporadas, 2002-2004 (Castro, com. pers.). Las razones por las cuales empezó a bajar pueden ser: debido a un aumento de programas de educación ambiental en el área, una mayor vigilancia o presencia en la playa, y el inicio de programas comunitarios relacionados con las tortugas marinas. En 2001, los Guardacostas, junto con la comunidad de Parismina y la Asociación de Tortugas, empezaron a patrullar las playas de Parismina, y durante la temporada del año 2004, 45 personas estuvieron vigilando el área (Castro, com. pers.). Este declive inició antes de que la Ley 8325 entrara en vigor.

Asimismo, los esfuerzos de parte de las instituciones y el tipo de operaciones han cambiado a través de los años. Por ejemplo, en el año 1998, en una sola noche, los Guardacostas denunciaron diez personas con productos o subproductos de tortugas marinas en los canales que salen desde la Reserva hacia Matina. En el año 2003, no hubo casos en la playa sino que los casos denunciados fueron de restaurantes en Limón y, en el año 2004, las tres denuncias fueron capturas grandes de aproximadamente 11 tortugas verdes en cada barco.

Por otra parte, los datos de las playas indicadoras de las poblaciones de baula en la costa Caribeña de Costa Rica (Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca - Manzanillo, Reserva Pacuare y Parque Nacional Tortuguero), han evidenciado un

aumento en el saqueo ilegal de nidos durante las dos temporadas después de la vigencia de la Ley 8325 (Troëng *et al.*, 2004).

Algo importante de indicar es que la eficacia de la legislación existente no solo depende del cumplimiento de las leyes por parte institucional, sino también, del conocimiento por parte del ciudadano. Los resultados de varias encuestas³ aplicadas en la ciudad de Limón este año, 2004, mostraron que, aunque la mayoría de los ciudadanos entrevistados estaban concientes de las sanciones indicadas en la Ley 8235, es decir, que se penaliza con cárcel, no les afectaba su decisión de usar o consumir productos o subproductos de las tortugas marinas.

La mayoría de las denuncias que se llevaron a cabo después de entrar en vigor la Ley 8325 están en proceso de ir a juicio, es decir que existe un lapso de tiempo que ocurre entre el acto de decomiso y el juicio. Sin embargo, el estudio de Núñez (2002) que analizó denuncias presentadas antes de la Ley 8325 contra el comercio ilegal de productos y subproductos de carey, ha demostrado un desfase entre lo que se establece en las normas y lo que en la práctica se da. Un ejemplo de este desfase se presentó en una de las primeras denuncias después de la vigencia de la Ley 8235 (Expediente 03-200241-486-PE) que ocurrió el 13 de abril de 2003 en una playa cercana de la Reserva. El caso concluyó con una orden de libertad del delincuado, ordenado por el fiscal auxiliar de Siquirres debido a que él erróneamente aplicó la Ley de Conservación de Vida Silvestre en lugar de la Ley 8325.

Hasta el momento, en el Área de Conservación Tortuguero, solo ha terminado un caso donde al delincuado le fue ordenada la cárcel. Pero no se ha determinado si fue por la aplicación de la Ley 8235 o por reincidencia, es decir que ese mismo delincuado se ha capturado varias veces bajo la Ley de Conservación de Vida Silvestre (Chamorro, com. pers.). Aunque en esta región no se han encontrado errores en la aplicación, es necesario tomar en cuenta que los casos que se están llevando a cabo en este momento podrían ser de delitos cometidos bajo la Ley de Conservación de Vida Silvestre; existe un lapso de tiempo enorme entre la captura y la fecha de presentación ante el juez. Por ello, más tiempo es necesario para determinar si la Ley

³ Anónimo. Presentación estudiantil del UCR. Sede Limón, para el 3º Simposio de Tortugas Marinas de Costa Rica en la EARTH. Siquirres, Costa Rica. Junio del 2004.

es efectiva o no. Sin embargo, según Chamorro (com. pers.) en las últimas dos temporadas de anidación (2003 y 2004), después de que se llevaron a cabo los primeros decomisos de algunos botes en el área, siguió un lapso sin actividad de caza ilegal de las tortugas marinas en el área (Chamorro, com. pers.).

Aunque se demostró que la nueva Ley 8325 brinda una estricta protección y conservación de las tortugas marinas, el pasado mostró que a veces no se cumple con lo estipulado en la ley y en realidad las poblaciones de tortugas marinas siguen siendo amenazadas por la caza ilegal y el comercio de sus productos y subproductos. Es difícil de concluir que la cantidad de denuncias ha bajado por solo una razón, sin embargo, los esfuerzos de protección que se han hecho necesitan ser reforzados por la Ley, a la cual se tiene que dar seguimiento en el futuro.

4.4 Análisis de las amenazas a las tortugas marinas en la Reserva Pacuare y sus prioridades de conservación

Los datos enfocados hacia las amenazas enfrentadas por las tortugas marinas en la Reserva Pacuare fueron recolectados durante las últimas diez temporadas de anidación, 1995-2004, para determinar cuantitativamente el grado de severidad y el alcance del daño de cada una de ellas. Los datos analizados por Troëng *et al.* (2004) demostraron que la actividad anual de anidación de la tortuga baula en la Reserva ha variado entre 490 y 1,286 nidos por año y que ha experimentado un pequeño declive (Fig. 2). Sin embargo, el intervalo de credibilidad de 95 % es muy amplio, lo cual significa que al contar con la información de 2005 ese declive podría cambiar a estable.

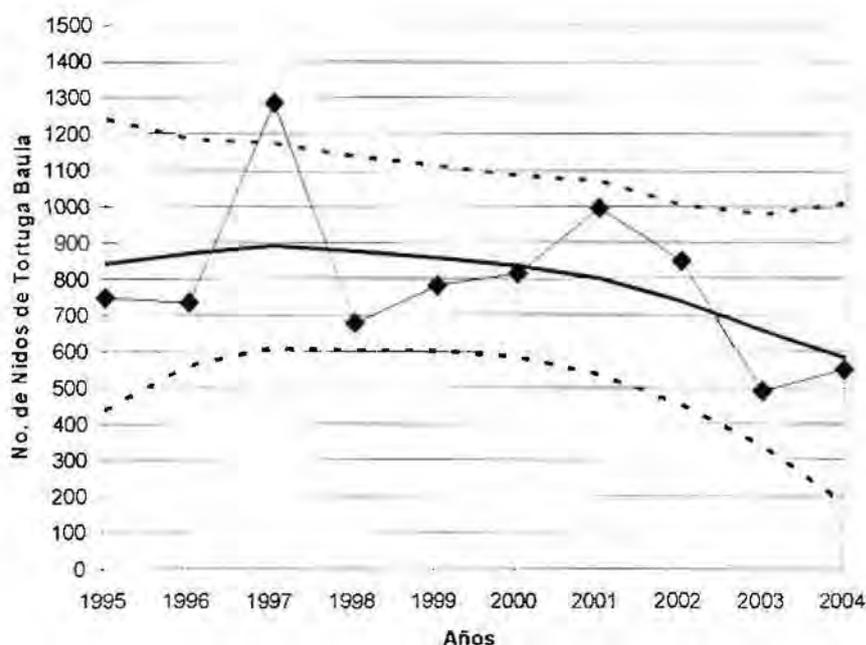


Figura 2. Actividad de anidación de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) en la Reserva Pacuare, 1995-2004. La línea sólida curvada de tendencia se obtuvo aplicando el modelo de regresión no paramétrica Bayesiana. Los intervalos de credibilidad de 95 % son indicados por las líneas rayadas (Adaptada de Troëng *et al.*, 2004)

La mayoría de las amenazas identificadas a la viabilidad de dicha población, fueron a los nidos y a los neonatos durante su etapa de desarrollo y de nacimiento en la playa de anidación (Dick *et al.* 2000, Dick *et al.* 2001, Dick *et al.* 2002, Dick *et al.* 2003). De los nidos de tortugas baulas en la playa entre las temporadas 2000 y 2003, un promedio de 21.6 ± 0.8 % fueron observados como eclosionados (Dick *et al.* 2000, Dick *et al.* 2001, Dick *et al.* 2002, Dick *et al.* 2003). El éxito de eclosión en los nidos *in situ*, que no fueron movidos, alcanzó un promedio de 57 ± 4 %, mientras que en los nidos reubicados o manipulados en la playa, fue un promedio de 49 ± 7 % y los nidos reubicados hasta el vivero, se observó un promedio de 34 ± 10 %. Se perdió un mínimo de 15 % de los nidos a la erosión, aun más fueron inundados pero no reportados. La depredación de nidos o de neonatos por parte de los animales domésticos o no nativos, fue observada en menos de un 2 % del total de nidos.

La amenaza más severa identificada dentro de la Reserva fue el saqueo ilegal de los huevos. Históricamente, la Reserva ha experimentado un alto saqueo de huevos. El porcentaje de saqueo de nidos dentro de la Reserva llegó a un 90 % o más,

lo cual motivó el estudio preliminar sobre la población de la tortuga baula y la cantidad de nidos en 1991 (Fernández, com. pers.). El inicio del programa de conservación y monitoreo de la tortuga baula en 1994 y la participación de voluntarios con el objetivo de proteger los nidos, ha hecho que en este momento el saqueo de nidos de baula sea menos del 6 % (Dick *et al.* 2000, Dick *et al.* 2001, Dick *et al.* 2002, Dick *et al.* 2003) del total de nidos de estas tortugas.

Durante las temporadas de anidación de los años 2000-2003, se han observado entre 70 y 161 nidos por año de tortuga verde y entre dos y seis nidos por año de tortuga Carey¹³. Los datos, aún incompletos, han demostrado que hasta un 35 % de los nidos de tortuga verde fueron recolectados ilegalmente en el 2001, pero en el 2003 el número bajó hasta el 2 %, debido a un aumento en la presencia de grupos de voluntarios conservacionistas en la playa. Al mismo tiempo, estas dos especies han enfrentado otro tipo de amenaza, la caza ilegal de ellas por su carne, huevos y caparazón. Se ha estimado que la cantidad de tortugas verdes cazadas en la playa de la Reserva fue entre 2 y 24 individuos por temporada; sin embargo, se observó la caza con arpón durante cada temporada dentro de la zona costera de la Reserva. También, varias tortugas verdes marcadas mientras anidaban en la Reserva, fueron reportadas como cazadas en la costa Caribeña de Nicaragua (Lagueux, com. pers.).

Por otro lado, la degradación del hábitat presentó una amenaza a la supervivencia de ambos, neonatos y adultos. Por ejemplo, cada año personeros de la Reserva junto con los voluntarios y estudiantes de EPI, limpian la playa de los desechos sólidos y orgánicos como troncos y palos, varias veces a la semana. Durante la temporada del año 2002, ellos recolectaron cerca de 460 kilos de desechos sintéticos (no incluida la orgánica) (Osborn, com. pers.). Además, en el 2002 la Reserva empezó a construir un muro de aproximadamente 200 metros en la playa para mitigar los impactos de la erosión. En un estudio de Acuña y Murillo (1987) se ha informado sobre la presencia de alquitrán en estas playas, probablemente debido al arrastre de estos materiales por el sistema de corrientes marinas superficiales de la zona que proviene del tránsito de barcos en el Caribe. Asimismo, en Moín, una comunidad ubicada aproximadamente 18 km hacia el sur de la Reserva, se encuentra

la única refinera de petrleo del pas, una amenaza potencial en el caso de que ocurra un accidente petrolero.

Con base en los datos recolectados en este estudio, fueron identificadas las amenazas que resultarían en una disminuci3n de la viabilidad de las poblaciones de tortugas marinas anidadoras, el proceso de la anidaci3n o el desarrollo y la eclosi3n del nido dentro de la Reserva. El Cuadro 3 muestra el resumen de las amenazas m1s pertinentes actualmente, el valor aplicado a la severidad y el alcance del da1o, y la escala de prioridad. El alcance geogr1fico fue aplicado a una escala de la poblaci3n de tortugas marinas del Caribe Costa Rica y Panam1.

CUADRO 3

Severidad, alcance y escala de prioridad de las amenazas identificadas a las tortugas marinas en la Reserva Pacuare, Lim3n, Costa Rica.

Amenazas	Severidad a la Viabilidad	Alcance Geogr1fico	Escala de Prioridad
Degradaci3n del h1bitat	Mediana	Muy Alto	Mediana
Erosi3n de la playa	Alta	Alto	Alta
Depredaci3n de los nidos y los neonatos por especies introducidas	Baja	Bajo	Baja
Saqueo ilegal de los huevos	Alta	Alto	Alta
Caza ilegal de las tortugas anidadoras en la playa o las aguas costeras	Muy Alta	Muy Alto	Muy Alta

La amenaza de la caza ilegal de las tortugas marinas en la playa o en el mar recibió una escala de prioridad de muy alta. En el a1o 2000 el programa de conservaci3n en la Reserva incluy3 el marcaje de la tortuga verde, y desde entonces, cada temporada el programa de conservaci3n se ha extendido un poco m1s para incluir la protecci3n de ella. Sin embargo, la caza en el mar sigue siendo una gran amenaza.

El saqueo ilegal dentro de la Reserva estaba en declive hasta el a1o 2002, justo la primera temporada cuando entr3 en vigor la nueva ley. Adem1s, durante la temporada del a1o 2003, la recolecci3n ilegal de huevos aument3, no solo en la Reserva sino en las playas indicadoras: Tortuguero y Gandoca (Troeng *et al.*, 2004).

Aunque el saqueo dentro de la Reserva se ha mantenido en un porcentaje muy bajo del total de nidos, el saqueo ilegal se catalogó con una escala de prioridad alta, debido al hecho de que son animales de lento crecimiento. Este, no obstante, aún es un porcentaje muy bajo, junto con la alta pérdida de tortugas en alta mar debido a la caza y pesca incidental o, en el caso de la baula, la caza en las playas panameñas puede jugar un papel en el declive de la población. También, es probable que el número de nidos saqueados sean subestimados debido a la experiencia de los hueveros y a la dificultad de confirmar un nido saqueado.

La actividad de anidación ha señalado un declive, el cual puede indicar alguna relación con el deterioro de la calidad de la playa (por ejemplo la erosión), o con algunas características oceanográficas que tal vez han provocado corrimiento hacia el sur, pero hay un vacío de conocimiento sobre esa teoría. Aunque la erosión tiene una prioridad alta, es poco lo que se puede hacer para mitigar sus efectos, por lo cual es importante tomar en cuenta los datos sobre el éxito de varios tipos de manipulación de los huevos. Las otras causas de la degradación del hábitat, o la depredación de nidos por animales domésticos, pueden mantenerse con prioridad mediana o baja solo si se ejecutan las acciones de mitigación que existen ahora.

El apéndice B muestra los resultados del análisis de las amenazas y sus fuentes. Las fuentes principales, las que dieron origen a más de una de las amenazas o contribuyeron en un alto grado, individualmente, a cada amenaza, y su grado de contribución fueron: la ausencia de opciones económicas (muy alta), la falta de aplicación de la nueva ley (alta), la construcción del muro en la playa (alta) y el recalentamiento global (alto).

Los desechos sólidos en las playas, los animales domésticos, la manipulación de huevos y las prácticas agrícolas, recibieron grados de contribución más bajos, debido a su facilidad de invertir sus impactos negativos, una falta de conocimiento del tema o de buenas prácticas de conservación que ya existen en la Reserva (Apéndice B). En el caso de las sustancias químicas tóxicas, existe un vacío de conocimiento de los impactos negativos, aunque algunos estudios han encontrado plaguicidas organoclorados y metales pesados en los tejidos de las tortugas marinas y sus huevos, en bajas cantidades (Clark & Krynitsky 1980, Gardner *et al.* 2003)

Según las amenazas determinadas, fueron establecidas las siguientes prioridades para la protección y conservación de las tortugas marinas en la Reserva: la primera fue protección del hábitat costero marino y su función ecológica como playa de anidación, es decir, asegurar la producción de neonatos. La segunda fue la investigación científica enfocada hacia la recopilación de información sobre las poblaciones de tortugas marinas, por medio de la estandarización y la comparación de datos fidedignos a largo plazo. La tercera fue el dar seguimiento al programa de educación ambiental, tanto con estudiantes nacionales como internacionales.

4.5 Características biofísicas de los sistemas ecológicos terrestre y acuático

El área de estudio se caracterizó por ubicarse en una amplia llanura fluvial dentro de un humedal. Según RAMSAR (2004) la expresión "humedales" se define como "extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros". Bajo el sistema de clasificación de humedales de la misma Convención, se identificaron las lagunas costeras salobres/saladas (lagunas de agua entre salobre y salada con por lo menos una relativamente angosta conexión al mar) como humedal, y los canales de transporte en las zonas, de drenaje, y las zanjas fueron clasificadas como humedal artificial. Estos humedales son importantes como estabilizadores de los niveles de agua en zonas de inundación.

Los humedales son zonas sumamente ricas a nivel biológico. Debido a la confluencia del agua dulce con el agua de mar, se crea un ambiente salobre que permite el desarrollo de muchas especies. Son frecuentados y escogidos como sitios de anidamiento y reproducción por especies de aves migratorias, algunos mamíferos, anfibios y reptiles (PNUMA, 2004). Por ejemplo, una gran parte del Área de Conservación Tortuguero, ubicada hacia el norte del área de estudio, es un humedal especialmente rico en ambientes acuáticos: ríos, lagunas, pantanos, aguas dulces y salobres (Romero, 1997). En esta variedad de hábitat, se han encontrado

aproximadamente 180 especies de peces pertenecientes a 21 familias y 58 géneros, y una variedad de organismos acuáticos como moluscos y crustáceos (Romero, 1997). Además, se han identificado 37 especies de anfibios y 52 especies de reptiles, 97 especies de mamíferos y más que 400 especies de aves (Romero, 1997).

El sistema terrestre de la Reserva se caracterizó como una barra costera arenosa de depósitos marinos, la cual se encuentra en una franja paralela a la costa con una anchura variable (entre 300 y 500 metros). Según Romero (1997) la altura de las barras en el Caribe none no sobrepasa los cuatro metros sobre el nivel de mar y disminuye tierra adentro y en los pantanos costeros detrás de las barras. Estas barras están cubiertas con turba (material orgánico con 60 % de carbono) o con sedimentos aluviales, debido al hundimiento gradual de la zona o la subida del nivel del mar. Existen áreas deprimidas que presentan una tendencia a la inundación, formando lagunas o pantanos herbáceos.

Además, se identificó como Bosque Muy Húmedo Tropical según la clasificación de formaciones vegetales de Holdridge (1979), con temperaturas superiores a los 24° C promedio mensual, y una precipitación total anual mayor a 4,000 milímetros. La flora principal que fue observada en el área de estudio fueron árboles tales como cativo (*Prioria copaifera*), gavilán (*Pentaclethra maculosa*), pilón (*Hieronyma alchorneoides*), guayaquil (*Pseudosamanea guachapele*), sangregao o sangrillo (*Pterocarpus oficialis*), cedro macho (*Carapa guianensis*), frutales como la guaba, palmas africanas y palmas conocidas como yolillo. Dentro de la fauna principal algunas especies están en la lista roja de la UICN (2003); por ejemplo, la iguana verde (*Iguana iguana*), el mono congo (*Alouatta palliata*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*), los capuchinos o cara blanca (*Cebus capucinus*) y varias especies de ranas del género *Dendrobates* spp.

El sistema ecológico acuático del área de estudio está formado por una extensa red de canales, ríos y lagunas, en donde se ha desarrollado una gran cantidad de actividades humanas. El sistema consiste de una laguna principal que tiene el aporte de agua dulce proveniente de varios ríos de caudal considerable como el Río Pacuare, con una extensión de cuenca de 370, 739.24 Has. y el Río Madre de Dios de 25, 418.68 Has. (Romero, 1997), algunos canales artificiales como el canal principal

de Batán, y varios caños y lagunas costeras tropicales. La laguna Mondonguillo es la única laguna costera que algunas veces por año se abre al mar. Este sistema se comunica con el canal principal de Tortuguero, el cual empieza en Moín y llega hasta el Parque Nacional Tortuguero, y tiene una longitud de aproximadamente 72 km. El sistema de canales es poco profundo (de 4 a 6 metros).

Se observó una diversidad impresionante de flora y fauna acuática silvestre en los canales de este sistema, de la cual una gran parte está en la lista roja de la UICN (2003) como en peligro de extinción, por ejemplo, el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) y la nutria neotropical (*Lutra longicaudis*). De los pájaros migratorios identificados se registró⁴ la población más grande de la garza *Agami agami* en Costa Rica, la cual se encuentra anidando en una laguna interna de la Reserva.

La salud del sistema terrestre está directamente vinculada con el estado de salud del sistema acuático, su flora y su fauna silvestre. Debido a que son suelos muy recientes y por lo tanto muy superficiales, la vegetación principal juega un papel ecológico importante en proteger el suelo, brindándole materia orgánica que sigue siendo reciclada (Romero, 1997). Al alterar el equilibrio y cortar los bosques, este aporte cesa, causando que los nutrientes dejen de producirse. Después de la deforestación, los suelos mantienen la capacidad productiva por poco tiempo. Además, las condiciones de alta pluviosidad en el área, erosionan y lavan los suelos en forma acelerada, perdiéndose del todo la capacidad productiva, lo que puede implicar una intensificación en el uso de agroquímicos para la producción (Romero, 1997) y una alta tasa de sedimentos en suspensión.

4.5.1 Parámetros fisicoquímicos de los canales

Se determinaron mensualmente las características fisicoquímicas de las aguas lacustres, con la excepción del mes de diciembre cuando no había entrada a la Reserva debido a inundaciones severas. Los promedios mensuales de precipitación en el cantón de Matina en el periodo 1978-1985 revelaron que los valores más altos

⁴ Observación personal, población esta actualmente siendo registrado por la Reserva Pacuare.

ocurrieron durante los meses de noviembre (380.0 mm), diciembre (448.7 mm) y agosto (351.1 mm), mientras que el mínimo ocurrió durante los meses de setiembre (157.8 mm), octubre (170.1 mm) y marzo (187.5 mm) (IMN, 2004). El promedio anual entre 1978 y 1985 fue de casi 3000 mm.

La salinidad superficial de los canales varió entre 0 y 5 partes por mil (‰). El sitio A (Fig.1) presentó la salinidad máxima de 5 ‰ con un promedio de 2 ± 2.1 ‰, lo cual se considera agua salobre. Los otros sitios de muestro presentaron un máximo de 1 ‰ con un promedio $< .5$ ‰, lo cual puede considerarse agua dulce. Las muestras fueron tomadas en la superficie.

La temperatura fue medida consistentemente, en las horas de la mañana. El ámbito fue de 24 °C a 29 °C con un promedio de 26 ± 1.5 °C, presentándose muy poca variación entre canales o temporadas. El ámbito de pH del agua estuvo entre 6.50 y 7.51, con un promedio de 7.02 ± 0.26 lo cual se considera un ámbito apto para los organismos acuáticos.

El ámbito de los porcentajes de saturación de oxígeno para todas las muestras fue de 18.9 % a 102 %. con un promedio de 72 ± 24 %. En el canal principal, en los sitios C y D (Fig. 1), el promedio del porcentaje de saturación fue 81 ± 18 % y 82 ± 12 %, respectivamente; mientras que los sitios A y B (Fig.1) presentaron un promedio de saturación más bajo de 64 ± 32 % y 60 ± 25 %, respectivamente. El porcentaje de saturación fue significativamente diferente ($p > 0.05$) entre los sitios D y B. En noviembre del 2003 y enero del 2004, los sitios A y B mostraron concentraciones bajas del oxígeno disuelto (< 3 mg/l), las que se consideran peligrosas para los organismos acuáticos (Clark, 2001). El ámbito de la DBO estuvo entre 0 – 4 partes por millón (ppm) con un promedio de 1 ppm, lo cual se considera limpio, con pocos desechos orgánicos presentes en el agua (Clark, 2001).

En los sitios A y B, las aguas fueron más transparentes, ubicándose el disco de Secchi a un promedio de 77 ± 33 cm y 73 ± 32 cm, respectivamente, comparadas con los promedios de los sitios C y D, 54 ± 24 cm y 40 ± 11 cm, respectivamente. Hubo una diferencia significativa ($p > 0.05$) de las medidas del disco de Secchi cuando los sitios A y B fueron comparados con el sitio D. La profundidad del disco de Secchi no demostró patrones temporales, pero se obtuvo el promedio más bajo de todos los

canales en noviembre de 2003, a 24 cm. El ámbito de los materiales en suspensión estuvo entre 4–140 mg/l con un promedio de 30 ± 38 mg/l (Fig. 3).

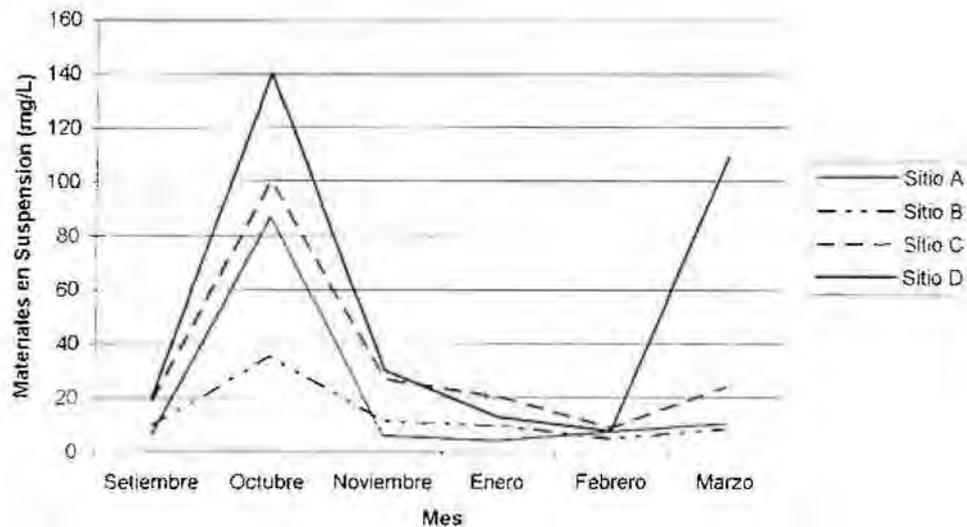


Fig. 3. Concentración promedio mensual de los materiales en suspensión en los cuatro sitios de muestreo en la zona costera de la Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica, en el periodo 2003-2004.

La cantidad de materiales en suspensión aumentó en todos los sitios en octubre del 2003; la máxima cantidad fue en el sitio D (Fig. 1) con 140 mg/l. En este mismo sitio se observó un nuevo incremento en marzo del 2004. Aunque estas fechas no corresponden con los meses más lluviosos, en octubre se reportaron fuertes lluvias y ocurrió una crecida en los canales en los días anteriores a recolectar la muestra. En marzo, también hubo un incremento en los otros sitios, lo cual pudo significar algún tipo de actividad o aumento en sedimentación cerca de la desembocadura del Río Pacuare. Aunque las concentraciones de materiales en suspensión no presentaron niveles peligrosos para la vida acuática, el dragado de los canales puede causar un aumento en la cantidad de sedimentos en suspensión, dejando a los organismos acuáticos expuestos a periodos de bajas cantidades de oxígeno disuelto, tal y como se notó en noviembre del 2003.

4.5.2 Análisis de la actividad pesquera en los canales y su problemática

En todos los océanos la pesca excesiva, la gestión inadecuada y la pérdida de hábitat, han llevado las reservas pesqueras a los niveles más bajos de la historia (WWF, 1986). Por ello se están buscando nuevos recursos pesqueros con el fin de cubrir el aumento en la demanda mundial, el cual se estima a un 40 % (WWF, 1986). En Costa Rica, la mayoría del esfuerzo pesquero (un 90 % de la captura nacional) se ha reportado en la costa Pacífica norte, dentro del Golfo de Nicoya, uno de los estuarios tropicales más grandes de Centroamérica y con muy alta productividad (Wolf *et al.* 1998). El estudio de Wolf *et al.* (1998) ha demostrado que, aunque la cantidad anual de captura (3.38 g/m^2) se considera intermedia para un sistema costero tropical, la pesca en esa zona ya se encuentra sobreexplotada.

Por otro lado, la costa Caribe de Costa Rica no ha sido explotada comercialmente como en el Pacífico. Aunque no hay muchos datos sobre las comunidades pesqueras y las características ambientales de la zona, especialmente de los sistemas de agua salobres y dulce, como son los canales de Tortuguero, se ha informado que el recurso pesquero se ha estado reduciendo debido a la degradación del hábitat, más específicamente por la destrucción y la contaminación de zonas de crianza y alimentación (Romero, 1997).

Desde el norte, en la frontera con Nicaragua hasta el sur, en Moín, se encuentran especies de peces de valor económico que son muy apreciadas por los pescadores artesanales de las comunidades cercanas y las organizaciones deportivas, por lo cual atraen turistas tanto nacionales como internacionales (Romero, 1997). Según una evaluación económica del área de estudio (Anónimo, 2004), entre los peces más deseados están el sábalo, *Megalops atlanticus*, el róbalo (*Centropomus undecimalis*), el guapote (*Parachromis dovii*) y las mojarra (Cichlidae). El sábalo tiene un tamaño máximo de 250 cm, pero es común hasta 130 cm (FAO, 1993). Se encuentra dentro de aguas marinas, estuarios y agua dulce. Su larva se encuentra en los lechos de barro muy cerca de la costa, normalmente en aguas salobres. El róbalo es de un tamaño mediano y común entre 25 a 40 cm, su hábitat preferido es el lecho

suave de las aguas cercanas de estuarios y, ocasionalmente, en agua dulce (FAO, 1993).

En un muestreo de peces que llevó a cabo el Comité de Peritos para el TAA en las lagunas Santa Marta y Madre de Dios (Anónimo, 2004), se atrapó tres róbalo, con un tamaño promedio de 26.2 cm y dos mojarra de 15 cm. En el presente estudio, ningún róbalo fue atrapado, pero se recolectó un total de siete mojarra, con un promedio de 13.0 ± 2.2 cm. Comparado con los tamaños promedios reportados por la FAO (1993), estos tamaños pueden sugerir una población muy alta de juveniles, indicando indirectamente la salud del ecosistema, aunque son necesarios más muestreos de peces.

Desde hace mucho tiempo, ha existido un gran esfuerzo pesquero en esta área, especialmente en Barra del Colorado, donde se ha experimentado una sobreexplotación de peces, especialmente los mencionados arriba (Rankin, com. pers.). Sin embargo, cada día los pescadores tienen que realizar más esfuerzo, pescando menos biomasa (Rankin, com. pers.). El tipo de pesca normalmente es con cuerda, aunque se usan redes en puestos escondidos, debido que es ilegal pescar con redes en los canales.

Asimismo, la expansión de la actividad agrícola y el uso excesivo de sustancias químicas altamente tóxicas, junto con el poco conocimiento biológico del sistema, ha creado una degradación del hábitat del recurso pesquero y un conflicto entre los usuarios de dicho recurso. Además de la destrucción de los hábitats silvestres, los plaguicidas pueden tener un efecto tóxico sobre animales domésticos y salvajes (García, 1997). Los plaguicidas han provocado muchos daños cerca de la zona de estudio. Por ejemplo, en junio de 1986 se informó una mortalidad de distintas especies acuáticas en el Río Tortuguero, después del lavado de tanques de avionetas de aspiración aérea (Castillo & Wesseling, 1988). En julio de 1990 ocurrió un evento de mortalidad de miles de peces en la Barra del Río Matina, debida al plaguicida terbufos como presunto involucrado (Abarca, 1990). Otras casos de muertes de seres acuáticos se dieron en Matina en marzo del año 1993 (Murillo, 1993) y en el Río Sirena, Limón, entre octubre y noviembre del 1994 (García, 1997).

Los plaguicidas pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas. Un estudio de Castillo *et al.* (2000) reportó residuos de plaguicidas en muestras de aguas superficiales y sedimentos en el Río Suerte, el cual desemboca en el área de conservación Tortuguero. Según ese estudio, la mayoría de los insecticidas (nematicidas) analizados presentaron un riesgo de toxicidad aguda o crónica a los organismos acuáticos y otros sobrepasaron la razón de riesgo crónico calculado.

Estas amenazas al recurso pesquero y su hábitat han estado acompañadas por otros efectos originados en las actividades de los seres humanos, tales como el aumento en la sedimentación, en los desechos sólidos y en los derivados de petróleo presente en los canales. El estudio por Acuña *et al.* (1986), reportó una concentración de $1.36 \mu\text{gL}^{-1}$ de hidrocarburos de petróleo disueltos en la zona fluvial de Matina, la cual puede ser relacionada con una alta afluencia de lanchas y botes debido al turismo en la zona. La única manera mantener este recurso viable es frenar las contaminaciones y las matanzas de organismos acuáticos, en conjunto de un programa de limpieza y de restauración de su hábitat; uno sin el otro no proporcionaría una adecuada protección.

4.6 Análisis de los aspectos socioeconómicos relacionados con la actividad pesquera

Los sistemas ecológicos, terrestre y acuático, pueden ser diferenciados tanto por sus características biofísicas como por su dinámica socio ambiental. A mediados del siglo XIX, la mayoría de los migrantes se desplazaron al sector interior de la zona (por ejemplo, Matina), para colaborar con la construcción del ferrocarril a Limón y para trabajar en las actividades bananeras. Estaban en la búsqueda de nuevas oportunidades de empleo, mejores salarios en las bananeras y la posibilidad de conseguir una parcela propia (Romero, 1997).

La colonización de la zona costera ha sido de forma lenta. A comienzos de los años 1920, las actividades productivas principales se orientaban básicamente a la subsistencia, la cual constituía en el cultivo de tubérculos, frutas y algunos granos básicos, acompañados por la cacería de animales silvestres, la captura de las tortugas marinas y la recolección de sus huevos (Romero, 1997). En los años 1950 hubo un

florecimiento económico en la zona por la actividad forestal hacia el norte, especialmente en Tortuguero y Barra del Colorado, y en 1974 se terminó la red de canales que comunica Moin con Parismina, Tortuguero y Barra del Colorado (Romero, 1997). A partir de los años 60', existía un esfuerzo de pesca de langosta en las aguas costeras de la zona. Estas actividades atraían una fuerte migración al área y resultó en numerosas ocupaciones de tierra en los alrededores de la zona, lo cual promovió los cultivos de coco, banano y cacao con fines comerciales. Sin embargo, con la creación de la Reserva forestal Pacuare-Matina y el Parque Nacional Tortuguero a mediados de los años 1970, se demostraba que se estaba asignando un gran valor a la protección y conservación de la zona.

La migración espontánea indicada ha promovido que hoy en día existan conflictos en el uso de los ríos, caños y lagunas, competencia por tierras y contaminación del sistema acuático. Allí se enfrentan las grandes fuerzas bananeras, ganaderas y pequeñas productoras, y en la costa y los canales se dan la presencia de pescadores locales y de gente del puerto de Limón. Hoy en día, hay más de 100 mil has. sembradas de banano, al menos 10 mil has. de piña y 3 mil has. de palma aceitera en Limón (MAG, 2004).

La degradación de los recursos costero marinos se ha dado a la vez que la situación socioeconómica se ha vuelto crítica a través de la zona. El Instituto Nacional de Estadística y Censos informó que la provincia de Limón, en la cual está el cantón de Matina, es una de las más pobres en Costa Rica, con un 24 % de la población en pobreza (INEC, 2000). La provincia, con una población de 339,295 habitantes, de los cuales 33,096 viven en Matina, tiene la tasa de desempleo más alta del país, con un 7.9 % (la nacional es 6.7 %); aun más, el 43 % de la población está sin instrucción o con primaria incompleta (para todo el país es un 33.4 %), y la mayoría, un 44 % de la población, se dedica a labores no calificadas (INEC, 2000). Asimismo, un 21 % de los hogares (que tienen un promedio de cinco miembros), subsiste con 56.213 colones por mes, menos que lo que requiere la canasta básica para ese número de personas (INEC, 2000). Lo anterior se suma a una limitada infraestructura turística, fallas sanitarias, insuficientes servicios y vías deterioradas,

muy poca inversión privada, lo cual ha creado una tensión social que necesita atención inmediata.

Las familias y personas que llegan a la zona costera, sin empleo y de escasos recursos, en conjunto con las familias ya existentes, encuentran difícil sobrevivir solo extrayendo recursos naturales, debido al estado actual de protección dado al bosque, las tortugas marinas y los animales de vida silvestre. Por esas razones, la pesca es de gran importancia y para muchos, su mayor fuente de proteína cotidiana. La mayoría de la comunidad más cercana solo pesca en los canales, en vez del océano debido al acceso limitado a él. Los pescadores del área reportaron que el mayor peso que se pesca viene del sábalo a 33.0 kg, pues los otros peces ofrecen muy poca cantidad de carne (Anónimo, 2004). Las especies más comunes hoy en día son mojarras, guapotes, róbalos, camarones y jaibas, básicamente lo que sacan, comen.

Además de la pesca, la mayoría de la población económicamente activa en esta región está dedicada a actividades relacionadas con la agricultura y la silvicultura, realizándolas por cuenta propia o en forma combinada con otras labores, tales como servicios turísticos (Romero, 1997). El turismo en el área de estudio ofrece transporte en lancha y servicio de restaurante, el cual genera un promedio de US \$86 semanal por turistas nacionales y US \$250 semanal por turistas extranjeros, lo cual significa que un turista nacional gasta un promedio de US \$6 por persona y un turista extranjero US \$40 (Anónimo, 2004).

4.7 Marco legal e institucional para la protección y conservación del recurso pesquero en el sistema acuático aplicable en Costa Rica

Hay mucha documentación que indicó que los recursos naturales, especialmente los recursos pesqueros, están sobreexplotados y amenazados por la contaminación del recurso hídrico (WWF 1986, García 1997). Aunque se ha aprobado una amplia legislación ambiental para la protección y conservación de estos recursos y su hábitat, siempre ha habido conflictos sobre las competencias institucionales responsables para su manejo adecuado. Esta sección describe las principales leyes e instituciones sobre la protección y conservación del recurso

pesquero en el sistema acuático y un análisis de algunas denuncias relacionadas al daño de dicho recurso y la contaminación de su hábitat.

4.7.1 Legislación nacional

Como fortaleza de toda la legislación ambiental nacional, el artículo 50 de la Constitución Política establece que es la obligación del Estado garantizar, defender y crear los mecanismos necesarios para la tutela del ambiente por medio de la determinación de las responsabilidades y sanciones en la infracción. Una violación constituye un daño, no solo para el individuo en particular sino para la comunidad, por lo cual la legitimación es extensa, es decir que toda persona puede ser parte en un proceso de esta índole (Zeledón, 1999). En este sentido, es obligación del Estado procurar una adecuada protección, lo que se ha manifestado mediante la creación de organismos que tienen atribuciones tendientes a la protección de los recursos naturales, tales como instancias administrativas y de policía.

La Ley de Pesca y Caza Marítimas (Ley No. 190 de 28 de setiembre de 1948) regula de forma específica lo relacionado con la pesca y la protección de las especies cuyo medio de vida es el agua, aunque en este momento no contiene ninguna norma con carácter sancionatorio (Monge & Jiménez, 2001).

La contaminación, como tal y la definió Clark (2001) ocurre cuando las sustancias de las actividades humanas aumentan o disminuyen sus concentraciones en el agua, sedimentos u organismos desde el nivel natural para un área u organismo específico. En Costa Rica la contaminación de aguas es un acto totalmente prohibido, tal y como quedó establecido en el artículo 132 de la Ley de Conservación de Vida Silvestre. En el caso de una contaminación, el artículo 2 de la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 del 4 de octubre de 1995, establece como uno de sus principios que quien contamine el ambiente o le ocasione daño será el responsable y, el daño al ambiente constituye un delito de carácter *social*, pues afecta las bases de la existencia de la sociedad; *económico*, porque atenta contra las materias y los recursos indispensables para las actividades productivas; *cultural* en tanto pone en peligro la

forma de vida de las comunidades, y *ético*, porque atenta contra la existencia misma de las generaciones presentes y futuras (Zeledón, 1997).

Para lograr un desarrollo sostenible, existen iniciativas hacia la aplicación de formas de producción agrícola en armonía con el ambiente, llamadas a conservar los recursos naturales a largo plazo, a contribuir con la preservación de la biodiversidad, sin el uso de agentes contaminantes al ambiente. Por ejemplo, la normativa reglamentaria de la Ley Orgánica del Ambiente, Reglamento sobre la Agricultura orgánica (decreto No. 29782-MAG del 18 de setiembre de 2000) establece directrices normativas que respaldan la agricultura orgánica, tratando de minimizar todas las formas de contaminación que pueden ser producidas por las prácticas agrícolas.

4.7.2 Legislación internacional

La declaración de Estocolmo del año 1972, tenía una visión del tema ambiental, de la protección de la naturaleza, como algo separado de la humanidad, es decir, que el medio ambiente sano era el derecho del hombre. No fue, sino hasta la Carta de la Naturaleza del año 1982, que el ser humano y sus actividades sociales y económicas se veían en relación con el medio ambiente, presente y futuro, haciendo énfasis en el desarrollo sostenible y la participación de cada persona en la toma de decisiones. En la Cumbre de Río del año 1992, se incorporó el ambiente como fundamental para el desarrollo; un principio básico es que a toda persona se le reconozca el derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza y el derecho de las futuras generaciones al desarrollo. Además, se creó la Agenda 21, la cual administra la planificación para el desarrollo sostenible.

Costa Rica dio un paso hacia el desarrollo sostenible cuando firmó el primer instrumento legal regional, el Convenio Centroamericano para la Protección del Ambiente del 12 de diciembre 1989, que establece mecanismos regionales de cooperación para la utilización racional de los recursos naturales, el restablecimiento del equilibrio ecológico y el control de la contaminación. Los Estados se obligaron con este convenio a establecer lineamientos en materia legislativa que contribuyan a

la formación de leyes que contemplen el desarrollo sostenible (Monge & Jiménez, 2001).

4.7.3 Marco institucional

La Ley No. 7384, del 29 de marzo de 1994, creó el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA), con el propósito de que coordine, fomente y apoye el sector pesquero y de acuicultura, en armonía con los recursos biológicos. Además de la regulación de pesca, una competencia establecida en el artículo 2 es “elaborar, vigilar y dar seguimiento a la aplicación de la legislación, para regular y evitar la contaminación de los recursos marítimos y de acuicultura”. Los guardacostas son el cuerpo policial que tiene la competencia de vigilar y resguardar las aguas interiores navegables del Estado, así como también los canales.

Hay muchas instituciones involucradas en la atención de una emergencia causada por contaminación, o el mal manejo de sustancias o desechos tóxicos, tales como el MINAE, el Ministerio de Salud, el Ministerio de Agricultura, el Organismo de Investigación Judicial, el INCOPECA, JAPDEVA, la Sociedad Civil, el Sector Empresarial, la Fuerza Pública, los bomberos, la Cruz Roja y el ciudadano. El ciudadano juega un papel sumamente importante y tiene que informar con rapidez cualquier evento causado por una contaminación y normalmente son los más afectados.

La necesidad de coordinar entre tantas entidades y la comunidad, fue reconocida y se desarrolló un “Protocolo de actuaciones para la atención de emergencias, principalmente aquellas ocasionadas por la contaminación de aguas: Manual para la aplicación ciudadana” con el fin de facilitar dicha coordinación.

4.7.4 Análisis de algunas denuncias relacionados con la contaminación de los canales y la matanza de organismos acuáticos

No basta lo que dice el artículo 50 de la Constitución Política, sino que es muy importante que el estado cuente con los mecanismos y recursos para responder a estas

denuncias y si entrega a los ciudadanos ese derecho, que ellos también cuenten con los mecanismos para actuar.

Existe una larga historia de matanzas de peces en las zonas de producción de fincas bananeras. En los últimos seis años, la comunidad, en conjunto con el Sindicato de Trabajadores Agrícolas y Plantaciones (SITRAP), ha presentado formalmente nueve denuncias ante el tribunal en relación con la problemática sobre la contaminación constante de los canales, ríos y lagunas dentro del área de estudio. Hay más ejemplos a través de la zona norte Caribe (García, 1997) y muchos casos no reportados formalmente (Knight, com. pers.). Por ejemplo, según los datos de SITRAP (Arguedas, 2004), en el año 1998 ocurrió una gran mortalidad de peces en el Canal Pama de Gochen, Laguna Santa Marta. En el año 2000 la historia se repitió en la finca Catalina, Cantón de Siquirres, en el Canal la Chanchera que atraviesa dicha finca, pero en este caso, a pesar de las pruebas con las que contaron, fue archivado por la Agencia Fiscal de Siquirres, sin llamar a los testigos (Arguedas, 2004). En el año 2001, de nuevo otro caso fue denunciado por SITRAP en el Río Madre de Dios; los trámites correspondientes fueron realizados en el Ministerio de Salud y otras Instituciones encargadas en la materia, pero el caso pasó a ser solo una denuncia, en vista de que no tuvieron la colaboración de las Autoridades correspondientes (Arguedas, 2004). En el año 2003, otra matanza de peces en el Canal Chiquerón fue denunciada y se están esperando los resultados de una investigación de la finca Banacol de Colombia, que es por donde cruza el mencionado canal.

Además de la muerte directa de organismos acuáticos, existen problemas indirectos, como los de desechos sólidos, especialmente las bolsas plásticas usadas por las compañías bananeras que pueden dañar el ambiente y los organismos acuáticos dentro de los canales y eventualmente en el mar. En el año 2001 la transnacional Del Monte fue denunciada debido a que había utilizado la orilla del Río Barbilla (cantón de Matina-Batán), como botadero de desechos de plásticos de fincas bananeras, y después de una acción nacional e internacional, SITRAP logró que la empresa removiera los desechos de ese importante río, donde fueron removidos más de 400 camiones de bolsas plásticas (Arguedas, 2004).

El caso más grave para la comunidad de Barra del Pacuare ocurrió el 12 de enero del 2003, cuando se presentó un derrame de más de 2000 litros de Bravo 72, desde el Aeropuerto de Batán hacia el canal de Batán, un plaguicida de alta toxicidad aguda para la vida silvestre (Expediente No. 11-03-TAA) cuyos ruta fue de 22.6 km, la cual incluyó el Canal Batán, las lagunas Madre de Dios y Santa Marta y la Barra del Pacuare (Anónimo, 2004). Desde entonces, los casos de contaminación siguen siendo informados a veces semanalmente, o un mínimo de una vez por mes en esa misma ruta (Knight, com. pers.). Por ejemplo, en mayo del 2003, en el Canal de Batán de nuevo apareció una mortalidad de peces, que bajó hasta la laguna Santa Marta y el canal de Moín, que desemboca en el mar Caribe. En este mismo mes, hubo una matanza de peces en el Río Madre de Dios, desde la finca Fama hacia la desembocadura a los canales. A solo 8 días del caso del río Madre de Dios apareció otro en la Laguna de Santa Marta, y simultáneamente otro caso en Caño Negro en Cahuita de Talamanca, Limón (Arguedas, 2004).

Hay pocos casos donde se ha logrado obtener las pruebas necesarias. Sin embargo, en el incidente del 25 de Mayo del 2003, el canal Chiquerón apareció contaminado y hubo una gran matanza de peces. Se recolectaron pruebas y se está a la espera de que las autoridades den seguimiento al caso. Actualmente, el SITRAP tiene otra acción ante el Tribunal Ambiental debido a la contaminación del río Madre de Dios, en junio del 2004. Se lograron recopilar las pruebas necesarias y se comprobó que la causa de la mortalidad de los peces fueron los plaguicidas etoprofos (marca Mocap) y clorotalonil (marca Bravo), productos que se usan por parte de las fincas bananeras (Arguedas, 2004).

Desde el año 1998, SITRAP ha ido documentado los casos y realizando denuncias a los tribunales y a las instituciones encargadas. Sin embargo, a las autoridades les toma mucho tiempo para responder a un caso de emergencia y hasta el momento solo un caso, el del 12 de enero 2003, se ha resuelto, aunque no fácilmente. En este caso, SITRAP en conjunto con otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, como Justicia para la Naturaleza, trabajaron durante más de un año en la recolección de pruebas, testimonios, documentos, fotografías y talleres para valorar los daños causados por los derrames de agroquímicos en las lagunas y en los

canales, causados por la empresa Standard Fruit Company (SFC) (Arguedas, 2004). En primer instante, el caso fue rechazado por falta de testigos y pruebas; hasta se involucró a Justicia para la Naturaleza en conjunto con varias otras organizaciones e instituciones que recolectaron la información necesaria para llevar el caso al TAA (Expediente No. 11-03 TAA). Este proceso legal duró más de un año en el TAA y culminó el 16 de julio con una conciliación entre el MINAE y la trasnacional SFC. En esta conciliación no se señaló a la trasnacional como responsable de la matanza debido a falta de evidencia concreta, aunque la trasnacional se comprometió a pagar una indemnización de 50,000,000 colones o un equivalente de US \$115,000, para la restauración del área afectada y a colaborar en materia de capacitación y la adecuación de un aeródromo para aviones fumigadores. Parte de los fondos será destinada a la implementación y la aplicación del “Protocolo de Actuaciones para la Atención de Emergencias”, mencionado anteriormente en esta sección, que, por orden del mismo Tribunal, se ha elaborado con la participación de la Sociedad civil y, otras medidas para que este tipo de hechos no vuelva a ocurrir, tales como la creación de una base de datos, la capacitación comunitaria, y el monitoreo ambiental.

Justamente, el 19 de julio 2004, apareció en los periódicos nacionales que la Empresa Transnacional habían sido “exonerada de toda responsabilidad.” La SFC alegó que no tuvo relación con la matanza y que las cláusulas del acuerdo las cumplirá de forma voluntaria. Sin embargo, la evaluación económica hecha para el TAA (Anónimo, 2004) concluyó que el costo total por el daño ambiental ocasionado correspondió a la suma del costo de recuperación más el costo social y fue un total de US \$322,845, de los cuales US \$85,561 corresponden al costo de restauración y US \$237,284 a la compensación social por pérdida de beneficios en las actividades pesquera y turística. En este sentido, la suma que SFC está pagando parece no compensar por el daño social que ha causado.

4.8 Análisis de las amenazas a la actividad pesquera en los canales y sus prioridades de conservación

Los datos sobre las amenazas enfrentadas por el recurso pesquero, fueron recolectados por medio de entrevistas a miembros pescadores de la comunidad y

observaciones personales durante los últimos cinco años (2000-2004), para intentar cuantificar el grado de severidad y el alcance del daño de cada una de ellas.

Debido a que no hay estudios históricos en el área de esta investigación acerca de las comunidades de peces y el esfuerzo pesquero, es difícil definir si el recurso fue sobreexplotado o ha disminuido por la contaminación dada al área; la preocupación de los habitantes es que se ha notado una disminución del recurso pesquero en el área (Knight, com. pers.). Esto puede ser debido a una cadena de efectos negativos por la pesca de muchos juveniles, la captura de una mayor diversidad de especies y la necesidad de más biomasa para sostener a los miembros de una comunidad creciente.

La práctica de consumir todo lo que se atrape puede considerarse como una forma de sobreexplotación que puede afectar las poblaciones de peces en su proceso de recuperación.

Muchas de las amenazas identificadas en cuanto a la viabilidad de dicho recurso, estaban relacionadas con la degradación de su hábitat. El canal principal de Batán recibe todos los desechos sólidos de la comunidad y de las empresas bananeras alrededor del pueblo y que se van acumulando en este canal, eventualmente llegando al mar. Se ha observado la presencia de electrodomésticos, bolsas plásticas de basura y de las bolsas plásticas azules que utilizan en las bananeras, entre otros. Además, existen dos muelles en la Trocha, un lugar cerca de la Reserva, que reciben y transportan turistas hacia Tortuguero. Este aumento en el uso de motores fuera de borda grandes, ha contribuido a la contaminación de hidrocarburos en los canales, que son tóxicos para una variedad amplia de especies de flora y fauna acuática (Clark, 2001). Además, el área es dragada continuamente para permitir el flujo de las embarcaciones y la escurrentía de la práctica agrícola, lo cual ha aumentado la cantidad de sedimentos.

Los niveles bajos de oxígeno disuelto determinados en este estudio pueden ser una característica de eutroficación, el proceso por medio de un aumento en la concentración de fertilizantes e incentivado por la descarga de aguas servidas, estimula la tasa de crecimiento de plantas causando un aumento en materiales orgánicos y potencialmente la utilización del oxígeno en la descomposición de

materia orgánica (Clark, 2001). Sin embargo, los niveles bajos del DBO obtenidos, resultan en información contradictoria.

Los plaguicidas tienen la capacidad de producir varios tipos de intoxicaciones en los organismos, por ejemplo, intoxicaciones agudas (de días) o intoxicaciones crónicas (de meses o años) (García, 1997). Algunos plaguicidas no persistentes, con una toxicidad aguda, fueron identificados en algunos de los eventos de contaminación mencionada en las secciones anteriores (4.2.2 y 4.2.4), como los causantes de la gran mortalidad de organismos acuáticos (Arguedas 2004, Anónimo 2004). No obstante, los plaguicidas con una persistencia alta, de 1 a 15 años, como los organoclorados, y presentan una amenaza a los organismos acuáticos debido a su toxicidad crónica (García, 1997).

En los canales del área de estudio, fue recolectado un total de 49 especímenes de organismos acuáticos en cinco muestreos, para practicarles los análisis de plaguicidas persistentes. El apéndice C muestra los registros completos de los análisis llevados a cabo por el CICA. El insecticida lindano, $C_6H_6Cl_6$ (Winholz, 1983), fue encontrado en la mayoría de las muestras. En el Cuadro 3, se observa que en el primer análisis de las muestras de jaiba (*Callinectes sapidus*), únicamente las del sitio B no presentaron contaminación por plaguicidas, en los otros sitios, el ámbito de contaminación de lindano estuvo entre 10.5 y 13.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Para la muestra 2, el análisis de peces, en dos de los sitios, A y D, indicó la presencia del mismo insecticida. En el sitio D, se reportó una cantidad mayor, probablemente debido a la bioacumulación. Para el tercer análisis, solo se atrapó una jaiba en el sitio A, por lo cual no se la analizó debido a que se la consideró no significativa. No obstante, la presencia del mismo insecticida fue detectada en los otros sitios de la muestra 3 del género *Callinectes*.

CUADRO 4

Presencia de lindano en organismos acuáticos de la Reserva Pacuare. Limón, Costa Rica; año 2002-2003.

Muestra	Sitio	Género/ Especies	Tamaño de Muestra	Sexo		Peso (g)	Ancho/Long. max (cm)	Concentración de Lindano ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
				Hembra	Macho			
1	A	<i>C. sapidus</i>	n=7	n=4	n=3	59.3	9.5	13.4 ± 0.3
	B	<i>C. sapidus</i>	n=4	n=0	n=4	98.8	10.6	ND
	C	<i>C. sapidus</i>	n=5	n=1	n=4	74.0	11.1	12.7 ± 0.3
	D	<i>C. sapidus</i>	n=5	n=0	n=5	97.0	10.6	10.5 ± 0.2
2	A	<i>Brachyplatystoma</i>	n=1	ND	ND	140.0	21.5	1.79 ± 0.1
		<i>V. maculicauda</i>	n=1	ND	ND	100.0	14.5	
		<i>V. maculicauda</i>	n=1	ND	ND	120.0	15.5	
	B	<i>V. maculicauda</i>	n=4	ND	ND	97.5	13.6	ND
	C	<i>V. maculicauda</i>	n=4	ND	ND	167.5	14.1	ND
	D	<i>V. maculicauda</i>	n=3	ND	ND	258.3	16.7	84.4 ± 1.3
	<i>Parachromis</i>	n=1	ND	ND	75.0	14.0		
3	A	<i>C. sapidus</i>	n=1	n=0	n=1	60.0	10.0	N/A
		<i>C. sapidus</i>	n=2	n=0	n=2	75	9.3	
	B	<i>Callinectes</i>	n=1	n=1	n=0	120	10.5	1.77 ± 0.1
		<i>C. sapidus</i>	n=3	n=0	n=3	91.7	10.3	
	C	<i>Callinectes</i>	n=1	n=0	n=1	120	11.5	1.10 ± 0.1
	D	<i>C. sapidus</i>	n=5	n=0	n=5	96	12	3.32 ± 0.1

Debido a sus características de absorción, solubilidad en agua y vida media, el lindano tiene un alto potencial para llegar a contaminar cuerpos de aguas superficiales o subterráneas por remoción superficial (García, 1997). Normalmente, este plaguicida se adsorbe a partículas suspendidas y precipita junto con los sedimentos existentes; persiste en películas superficiales delgadas y se acumula dentro de los organismos vivientes (García, 1997). Por medio del Decreto No. 25534-S-MTS-MAG, se prohibió su uso en 1996, considerando que es tóxico para peces y abejas.

Además de la detección del lindano, los peces del sitio A, en la muestra 2 y las jaibas en la muestra 3, presentaron otros plaguicidas persistentes (Apéndice C), aunque en cantidades muy pequeñas. Todas las jaibas en la muestra 3 indicaron la presencia de endrin y dieldrin. Con la excepción del sitio C (muestra 3), los otros presentaron los plaguicidas heptaclorepóxido y p,p'-DDT. El sitio C fue el único del que se reportó clorpirifos. Este aumento en las cantidades de plaguicidas presentes en las muestras mencionadas, puede ser debido a que se modificó el protocolo de análisis para incorporar límites de detección mucho más bajos que los logrados durante los

primeros análisis. Todos los plaguicidas que fueron detectados en el presente estudio, son prohibidos por la legislación de Costa Rica; la mayoría desde el año 1988 debido a su persistencia y bioacumulación de residuos, por lo que se consideran como productos tóxicos para el ecosistema (Castro *et al.*, 1998).

Con base en los mismos datos recolectados, fueron identificadas las amenazas que resultarían en una disminución de la viabilidad de las poblaciones de los organismos acuáticos en el sistema acuático de la Reserva y la degradación de su hábitat de alimentación y reproducción. El Cuadro 5 muestra un resumen de las amenazas más pertinentes actualmente, el valor aplicado a la severidad y al alcance del daño, y la escala de prioridad.

CUADRO 5

Severidad, alcance y escala de prioridad de cada amenaza identificada al recurso pesquero de los canales alrededor de la Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica.

Amenazas	Severidad a la Viabilidad	Alcance Geográfico	Escala de Prioridad
Disminución del recurso	Alta	Muy Alto	Alta
Degradación del hábitat	Alta	Alto	Alta
Sedimentación	Mediana	Mediano	Mediana
Eutrofización	Mediana	Mediano	Mediana
Sustancias tóxicas/ Contaminación	Muy Alta	Muy Alto	Muy Alta

La amenaza de la presencia de sustancias tóxicas y de contaminación en el sistema acuático, recibió una escala de prioridad muy alta debido a que se han muerto innumerables organismos acuáticos como resultado de incidentes de contaminación de los canales, además de que estos incidentes tienen un gran alcance geográfico, conectando incluso con el mar. Aunque las magnitudes de las concentraciones de estos plaguicidas fueron muy pequeñas, debe considerarse que además de ser persistentes en el ambiente, podrían tener un efecto a largo plazo como distorsionadores endocrinos en algunas especies, en especial el lindano y el p,p'-DDT (Oliver Cheek *et al.* 1998, Roncaglioni *et al.* 2004). Asimismo, estudios de la presencia de los compuestos aromáticos polinucleares indicaron que los individuos

que han respirado o han tenido contacto con dichos compuestos a través del tiempo, pueden desarrollar cáncer (ATSDR, 1995).

La disminución del recurso y la degradación del hábitat recibieron una alta calificación en la escala de prioridad, debido a que son críticos para mantener las poblaciones viables en el área. La amenaza de un aumento en la cantidad de sedimentación y el efecto de la eutroficación del sistema acuático recibieron una calificación de prioridad mediana. Tomando en cuenta un aumento en la actividad agrícola de la zona, especialmente en la producción de piña, un aumento en la cantidad de sedimentos puede facilitar el transporte de las sustancias tóxicas presentes y, en conjunto con los efectos del eutroficación, pueden disminuir la cantidad de oxígeno disuelto disponible para la vida acuática. Sin embargo, hay maneras de mitigar estos impactos.

El apéndice D expone los resultados del análisis de las amenazas y sus fuentes. Las fuentes principales y su escala de prioridad fueron: la conversión a agricultura y ganadería (muy alta), la bioacumulación de los plaguicidas persistentes (muy alta), el uso de sustancias tóxicas en la agricultura (muy alta), la escorrentía (aguas negras y fertilizantes) y los desechos sólidos (muy alta), los derrames de hidrocarburos (alta), el dragado (alta), la falta de un área de amortiguamiento (alta) y la sobrepesca o los métodos de pesca (mediana). Otras posibles fuentes, no analizadas por falta de información, fueron la posible disminución del recurso debido a cambios fisiológicos o, cambios en la reproducción de los organismos acuáticos y la tardanza en reaccionar adecuadamente en el caso de una emergencia de contaminación.

La protección y conservación del sistema ecológico acuático de canales y lagunas costeras, como hábitat crítico para la sobrevivencia de los organismos acuáticos, es de gran importancia socioeconómica para las comunidades más cercanas. Las prioridades para su conservación son mantener la viabilidad del sistema acuático como hábitat para la reproducción y migración de organismos acuáticos, prevenir con certeza la mortalidad de peces y otros organismos acuáticos, aumentar la información biológica de las comunidades de pescadores, y evitar la contaminación y desechos sólidos en los canales.

5. Conclusiones y recomendaciones

Los recursos naturales de la zona costera de la Reserva, sin una adecuada gestión, seguirían siendo afectados negativamente. Si no hay una gestión de la zona, la cual integra la información científica, los aspectos legales y que puede ofrecer opciones socioeconómicas a la población local, perderían los esfuerzos que ya se han realizados en pro de la conservación de la zona.

El Estado tiene la obligación de velar por la protección y la conservación de sus recursos naturales, asegurando que las instituciones responsables cuenten con los recursos necesarios para cumplir dicha obligación. No obstante, la batalla contra la degradación de los recursos naturales es bastante grande y sin el apoyo de instituciones privadas, organizaciones no gubernamentales y la comunidad, será imposible llegar a un verdadero desarrollo sostenible.

La manera en que se responde o, más bien, no se responde a las amenazas críticas identificadas en este estudio, tal vez sea el factor más importante que afecta la viabilidad de largo plazo para los objetos de conservación identificados en el área de estudio. Para cumplir con las prioridades de conservación de ambos objetos escogidos dentro del área de estudio, es necesario desarrollar estrategias claras de conservación, con metas bien establecidas y medibles en el futuro. Una estrategia de conservación, como la define el TNC (2000), es “el conjunto completo de acciones necesarias para mitigar las amenazas o mejorar la viabilidad de los objetos de conservación.” Las estrategias de conservación recomendadas en el presente estudio, fueron desarrolladas tomando en cuenta no solo las prioridades de conservación identificadas, sino la situación socioeconómica y política actual. La información socioeconómica obtenida fue indispensable para indicar índices claves que orienten las estrategias de conservación, en función de las prioridades socioeconómicas de la comunidad.

Debido a que se escogieron dos objetos de conservación, fue necesario crear estrategias de conservación diferentes, las cuales pueden reducir las amenazas a cada uno, en una de dos maneras: eliminar las amenazas o disminuirlas.

Un esfuerzo conjunto entre las autoridades del MINAE, otras instituciones identificadas, y la ciudadanía del área, es clave para garantizar a las generaciones

futuras la permanencia de la base de recursos naturales de la cual todos dependen. Asimismo, será beneficioso aplicar estrategias indirectas tales como: programas para capacitar los interesados y promover nuevas acciones legales.

En el presente estudio, se escogieron prioridades de conservación que representaron la biodiversidad del área, además de reflejar las metas nacionales y regionales de conservación. Sin embargo, es importante tomar en cuenta el alcance limitado de este estudio y que las prioridades de conservación pueden cambiar con la adquisición de más información y con más recursos disponibles. Al mismo tiempo, debido al riesgo que enfrentan las tortugas marinas y los organismos acuáticos actualmente dentro del área de estudio, existe la necesidad de tomar decisiones rápidas de manejo, con la información más fidedigna disponible. Por ello, la cooperación internacional es indispensable.

Aunque el sistema ecológico terrestre tiene componentes importantes para la conservación, no fueron seleccionados como prioridades debido a que sus efectos tienen un alcance limitado y existe una adecuada protección en este momento. Al mismo tiempo, la vida silvestre del sistema terrestre se beneficiará de un mejor manejo de los sistemas costeros marinos y acuáticos.

5.1 Recomendaciones de estrategias para mitigar las amenazas a las tortugas marinas en la Reserva Pacuare y su recuperación

1) Involucrar a la comunidad cercana en el programa de conservación de la Reserva Pacuare, por medio de participación directa, talleres informativos y contribuir a crear nuevas fuentes de empleo en el área, por ejemplo, facilitar la venta de artesanía local o de productos alimenticios que han sido producidos localmente, en armonía con el ambiente.

2) Desarrollar un programa de educación ambiental general de largo plazo en las comunidades cercanas con oportunidades de crear un programa de guía del área.

- 3) Aumentar la presencia de guardacostas en el área (por ejemplo, más patrullajes nocturnos en la zona) y asegurar que ellos cuenten con los recursos necesarios para cumplir con la Ley 8235.
- 4) Analizar oportunidades de crear un COVIRENA (Comité para la Vigilancia de los Recursos Naturales), para obtener guardas privados con autoridad legal.
- 5) Dar seguimiento a los casos de decomiso para verificar que haya aplicación de la Ley 8235.
- 6) Mantener el programa de conservación a través de las temporadas de todas las especies de tortugas presentes que anidan en la Reserva. Aumentar el conocimiento científico sobre los riesgos de manipular los huevos de tortugas como estrategia de conservación de ellas.
- 7) Asegurar acceso libre a lo largo de la playa, especialmente arriba de la línea a la marea alta, por medio de la eliminación de barreras físicas (por ejemplo, gaviones) y mantener la playa libre de desechos sólidos y orgánicos, por medio de limpiezas manuales.
- 8) Monitorear la erosión, tomando en cuenta las construcciones existentes frente de la Reserva.
- 9) Analizar la situación legal actual de la Reserva y las posibilidades de crear un área protegida; una concesión no garantiza su protección para siempre.

5.2 Recomendaciones de estrategias para mitigar las amenazas al recurso pesquero en los canales y su restauración

- 1) Formar y capacitar un COVIRENA de interesados de las comunidades cercanas, con los poderes judiciales, para responder y recopilar las pruebas necesarias de cualquier emergencia de contaminación en el sistema acuático, según el protocolo.

- 2) Adaptar el “Protocolo de actuaciones para la atención de emergencias, principalmente aquellas ocasionadas por la contaminación de aguas: Manual para la aplicación ciudadana” como decreto e implementarlo.
- 3) Desarrollar e implementar por medio de dicha COVIRENA, un plan de acción para el monitoreo de la presencia de contaminantes orgánicos persistentes (COP) en el agua, sedimentos y organismos acuáticos y sus fuentes y amenazas a la salud humana con el fin de mitigar dichas sustancias tóxicas.
- 4) Monitorear algunos parámetros fisicoquímicos y hacer un análisis de biomasa y diversidad de peces con el fin de aportar la información necesaria para desarrollar en un plan de restauración de los canales y analizar los resultados.
- 5) Establecer áreas de amortiguamiento alrededor de las fincas bananeras y mejores prácticas del manejo de sustancias tóxicas y desechos sólidos.
- 6) Educar sobre las mejores prácticas de pesca.
- 7) Proponer opciones en el uso de motores fuera de borda, tales como motores eléctricos.
- 8) Exigir que las empresas agrícolas de la zona demuestren que no están contaminando, según aplicable por la Ley Orgánica del Ambiente.
- 9) Disponer adecuada y ambientalmente los desechos sólidos en la zona y demandar una limpieza física de los canales por parte de los empresarios del área.
- 10) Seguir las mejores prácticas para la ganadería y agricultura en las tierras privadas.

11) Desarrollar e implementar alternativas de desarrollo, los cuales producen bienes y servicios mientras obtiene las metas de las comunidades (por ejemplo, la agricultura orgánica).

6. Literatura citada

- Abarca, M.S., 1990. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Siquirres. Informe sobre muerte de peces y otras especies en la Barra de Matina. 5 p.
- Acuña, J.A. & M.M. Murillo. 1987. Estudio preliminar sobre la contaminación por petróleo en la región norte del Caribe Costa Rica. Marzo, 1986. *Ing. Cienc. Quím.* 11:27-29.
- Acuña, J.A., J. Cortés & M.M. Murillo. 1996. Mapa de sensibilidad ambiental para derrames de petróleo en las costas de Costa Rica. 1996-1997. *Rev. Biol. Trop.*, 44(3)/45(1): 463-470.
- Anónimo. 2004. Informe Final. *Evaluación Económica del Daño Ambiental ocasionado por la contaminación de los Sectores Canal Batán, Barra del Pacuare, Lagunas Madre de Dios y Santa Marta, ocurrido en enero del 2003.* Preparado para el Tribunal Ambiental Administrativo por el Comité de Peritos con el apoyo técnico del Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS). San José, Costa Rica. 93 p.
- Arguedas, C. 2004. Salud Ocupacional y medio Ambiente. *Comunicado de prensa del Sindicato de Trabajadores Agrícolas y Plantaciones (SITRAP) Sobre la Conciliación con la Standard Fruit Company en el caso de las matanza de peces del 12 de enero del 2003.* Siquirres, Costa Rica, 20 de Julio del 2004. 2 p.
- ATSDR. 1995. Agencia para sustancias tóxicas y registro de enfermedades. Declaración de Salud Público. 1 p.
- Bouchard, S.S. & K.A. Bjorndal. 2000. Sea turtles as biological transporters of nutrients and energy from marine to terrestrial ecosystems. *Ecology*, v.81, no.8: 2305-2313.
- Brenes, C. L. 2001. Fundamentos de Oceanografía Descriptiva: Aplicación al Istmo Centroamericano. Proyecto par el Desarrollo Integral de la Pesca Artesanal en la Región Autónoma Atlántico Sur (DIPAL), Nicaragua: 30-33.
- Brown, J., A. Colling, D. Park, J. Philips, D. Rothery, & J. Wright. 1991. Case studies in oceanography and marine affairs. 1 ed. The Open University, Oxford. p. 44 - 46.
- Bussing, W.A. 1998. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Segunda edición. San José, Costa Rica.

- CAMPNET. 1989. The Status of Integrated Coastal Zone Management: A Global Assessment. Resumen del informe del taller celebrada en Charleston, South Carolina, 4-9 de julio. Coastal Area Management and Planning Network, Rosenstiel School of Marine Science, Universidad de Miami.
- Castillo, L.E., C. Ruepert & E. Solís. 2000. Pesticide Residues in the Aquatic Environment of Banana Plantation Areas in the North Atlantic Zone of Costa Rica. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 19, No. 8: 1942-1950.
- Castillo, L.E. & C. Wesseling. 1988. Proyecto de capacitación en el manejo seguro de plaguicidas. 1er Seminario Centroamericano sobre Universidad y Medio Ambiente. PNUMA-UNESCO-DAAD. 5-9 de diciembre de 1988. San Jose, Costa Rica. 9 p.
- Castro, R. & M. Bolaños. 1998. Legislación de plaguicidas en Costa Rica: compendio. 1998. San José, Costa Rica. 4:25-33
- Chacón, D., J. Machado, W. Quirós, & L. Chaparro. 2003. Proyecto de Conservación de las Tortugas Marinas, Talamanca, Caribe Sur, Costa Rica: Anidación de *Dermochelys coriacea*. Información no publicada, Asociación ANAI, San José, Costa Rica. 120 p.
- Clark, D. R., Jr. & A. J. Krynitsky, 1980. Organochlorine residues in eggs of loggerhead and green sea turtles nesting at Merritt Island Florida July and August 1976. *Pesticides Monitoring Journal*, vol. 14, no. 1, p. 7-10.
- Clark, T.W. & A. Harvey. 1991. *Implementing recovery policy: learning as we go?* en K.A. Kohn, ed. *Balancing on the brink of extinction: the Endangered Species Act and lessons for the future*. Island Press, Washington, D.C. p. 147-163.
- Clark, R.B. 2001. *Marine Pollution*. Oxford University Press Inc., New York.
- Cortés, J. & A. León. 2002. Arrecifes coralinos del Caribe de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 136 p.
- Dick, B., M. Carbone & G. Zuñiga. 2000. Report on the 2000 Leatherback Program at the Pacuare Nature Reserve, Mondonguillo, Costa Rica. Información no publicada, The Endangered Wildlife Trust, San José, Costa Rica. 17 p.
- Dick, B., C. Naeger, A. Robertson & G. Zuñiga. 2001. Report on the 2001 Leatherback, *Dermochelys coriacea*, Nesting Season at the Pacuare Nature Reserve, Costa Rica. Información no publicada, The Endangered Wildlife Trust, San José, Costa Rica. 10 p.

- Dick, B. M. Hammond, N. Fletcher, G. Winters & G. Zuñiga. 2002. Report on the 2002 Nesting Season at the Pacuare Nature Reserve, Costa Rica. Información no publicada, The Endangered Wildlife Trust, San José, Costa Rica. 12 p.
- Dick, B., M. Hammond & G. Zuñiga. 2003. Report on the 2003 Sea Turtle Nesting Program at the Pacuare Nature Reserve, Costa Rica. Información no publicada, The Endangered Wildlife Trust, San José, Costa Rica. 15 p.
- Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F.A. Albreu-Grobois, & M. Donnelly. Eds. 1999. Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo especialistas en tortugas marinas UICN/CSE. Publicación No. 4.
- FAO. 1993. Field Guide to the Commercial Marine and Brackish-Water Resources of the Northern Coast of South America. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- García, J. E. 1997. Introducción a los plaguicidas. Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica. 450 p.
- Gardner, S. C., M. D. Pier, R. Wesselman, & J.A. Juarez. 2003. Organochlorine contaminants in sea turtles from the eastern Pacific. *Marine Pollution Bulletin*, v. 46, no. 9: 1082-1089
- Girondot, M. & J. Fretey. 1996. Leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, nesting in French Guiana, 1978-1995. *Chelonian Conservation and Biology*, 2: 204-208.
- Girondot, M., A.D. Tucker, P. Rivalan, M.H. Godfrey & J. Chevalier. 2002. Density-dependent nest destruction and population fluctuations of Guianan leatherback turtles. *Animal Conservation*, 5, 75-84.
- Harrison, E. S. Troëng, P. Bradshaw, A. de Haro, Y. Mera, T. Stellmacher, M. Sturt, E. Zuñiga, P. Márquez, L. Cruz, & E. Vargas. 2003. Report on the 2003 Leatherback Program at Tortuguero, Costa Rica. Informe Anual. Caribbean Conservation Corporation. San José, Costa Rica.
- Holdridge, L. 1979. Ecología basada en Zonas de Vida. IICA. 1er Ed. Revisada. San José, Costa Rica.
- IMN. 2004. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica.
- INEC. 2000. Censo 2000 del Instituto Nacional de Estadística y Censos. San José, Costa Rica.

- Kemf, E., B. Groombridge, A. Abreu & A. Wilson. 2000. Marine Turtles in the Wild. *2000 A WWF Species Status Report*. WWF-World Wide Fund for Nature, Gland, Switzerland. 40 p.
- Lutcavage, M.E., P. Plotkin, B. Witherington & P. Lutz. 1997. Human impacts on sea turtle survival in *The Biology of Sea Turtles*, Lutz, P. & Music, J.A., Eds., CRC Marine Science Series, CRC Press, Boca Raton, FL. EEUU. p. 387-403.
- MAG. 2004. Ministerio de agricultura y ganadería. Informe. Al Día, domingo 20 de junio del 2004.
- Michels, A. 1998. Effects of sewage water on diatoms (Bacillariophyceae) and water quality in two tropical streams in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 46, Supl. 6: 153-175.
- Monge, K. & G. Jiménez. 2001. Protección y conservación de las tortugas marinas a la luz del derecho internacional y nacional ambiental. Análisis de casos en Costa Rica. Tesis para licenciatura en Derecho, Facultad de Derecho. Universidad de Costa Rica.
- Murillo, N. 1993. Matanza de peces en Matina. Periódico La Nación (Costa Rica) 5.3.93:5-A.
- Núñez, D. 2002. Estudio "Marco regulatorio para la protección de la tortuga de carey en Costa Rica y análisis de algunos expedientes y denuncias relacionadas con el comercio ilegal de productos y subproductos de carey". Estudio de Posgrado. Facultad de Derecho. Universidad de Costa Rica.
- Oliver Cheek, A., P.M. Vonier, E. Oberdörster, B. Collins Burrow, & J.A. McLachlan. 1998. Environmental Signaling: A Biological Context for Endocrine Disruption. *Environmental Health Perspectives*, vol. 106, suplemento 1, p. 5-10.
- Peskin, J.D. 2002. Attitudes of local guides toward ecotourism, sea turtle conservation, and guiding in Tortuguero, Costa Rica. Tesis de Maestría. Universidad de Florida, Gainesville, EEUU. 81 p.
- PNUMA. 2004. www.cep.unep.org/issues/czm.html
- Pritchard, P. 1982. Nesting of leatherback turtle *Dermochelys coriacea* in Pacific Mexico, with a new estimate of the world population status. *Copeia* 4:741-747.
- RAMSAR. 2004. http://www.ramsar.org/key_ris_types.htm

- Roncaglioni, A., M. Novič, M. Vračko & E. Benfenati. 2004. Classification of Potential Endocrine Disruptors on the Basis of Molecular Structure Using a Nonlinear Modeling Method. *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, vol. 44, p. 300-309.
- Romero, S. E. 1997. El Área de Conservación Llanuras del Tortuguero. *Su paisaje y su gente: una Mirada introspectiva/PACTo*. 1ª ed. San Jose, Costa Rica. EDITORAMA. 133 p.
- Sarti, M.L., S.A. Eckert, N. García, & A.R. Barragán. 1996. Decline of the world's largest nesting assemblage of leatherback turtles. *Marine Turtle Newsletter* 74:2-5.
- SINAC. 2004. <http://www.sinac.go.cr/inicio/index.html>
- Spotila, J., A. Dunham, A. Leslie, A. Steyermark, P. Plotkin, & F. Paladino. 1996. Worldwide population decline of *Dermochelys coriacea*: are leatherback turtles going extinct? *Chelonian Conservation Biology* 2(2): 209-222.
- Spotila, J.R., R.D. Reina, A.C. Steyermark, P.T. Plotkin & F. V. Paladino. 2000. Pacific leatherback turtles face extinction. *Nature* 405:529-530.
- TNC. 2000. The Five-S Framework for Site Conservation. *A Practitioner's Handbook for Site Conservation Planning and Measuring Conservation Success*, vol. I. 2nd Ed. EEUU.
- Troëng, S. 1998. La caza furtiva amenaza a la colonia reproductora de la tortuga verde en Tortuguero, Costa Rica. *Noticiero de Tortugas Marinas* No. 79; 1998, p. 11-12
- Troëng, S. 2002. Tortugas marinas de caribe tico amenazadas pero ahora estables. *Ambientales*, p. 23-33.
- Troëng, S., D. Chacón & B. Dick. 2004. Possible decline in leatherback turtle *Dermochelys coriacea* nesting along Caribbean Central America. *Oryx*, vol. 38, No. 4.
- Troëng, S. & C. Drews. 2004. Money Talks: Economic Aspects of Marine Turtle Use and Conservation. WWF-International, Gland, Switzerland.
- Tucker, A.D. 1990. A test of the scatter-nesting hypothesis at a seasonally stable leatherback rookery. *Proceedings of the Tenth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation* (Compilers T.H. Richardson, J.I Richardson & M. Donnelly). NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-278: pp 11-14.
- UICN. 2003. 2003 IUCN Red List of Threatened Species. www.redlist.org

- UICN. 2004. Cumbre para la Tierra: Programa 21. Documento de la UICN.
<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/agenda21spchapter17.htm>
- UNEP. 2004. www.cep.unep.org/issues/czm.html
- UNESCO. 2004. www.unesco.org/csi/intro/coastss.htm
- WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza). 1986. Reservas marinas: Protegiendo el futuro de nuestros océanos. Campana Mares en Peligro.
- Windevoxhel, N.J., J.J. Rodríguez & E.J. Lahmann. 1998. Situación del Manejo Integrado de Zonas Costeras en Centroamérica; Experiencias del Programa de Conservación Humedales y Zonas Costeras de UICN para la región. Serie técnica documentos de trabajo N°3. San José, C.R.: UICN Oficina Regional para Mesoamérica.
- Windholz, M. Ed. 1983. The Merck Index: an encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. Merck & Co., Inc. Rahway, NJ. USA p. 789
- Wolf, M., V. Koch, J. Bautista Chavarria & J.A. Vargas. 1998. A trophic flow model of the Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 46. Supl. 6: 63-79.
- Zeledón, R. 1999. Código Ambiental. Editorial Provenir, 2ª ed., San José, Costa Rica.

Comunicaciones Personales

- Castro, Carmen. Bióloga. Unidad Ambiental. Guardacostas. San Jose, Costa Rica.
- Chamorro, Eduardo. Área de Conservación Tortuguero. Siquirres, Costa Rica.
- Fernández, Carlos. Abogado. Reserva Pacuare. San José, Costa Rica.
- Knight, Julio. Pescador y miembro clave de la comunidad de Barra del Pacuare, Cantón Matina, Provincia de Limón.
- Lagueux, Cynthia. Bióloga. Wildlife Conservation Society. Bluefields, Nicaragua.
- Osborn, Julie. Ecóloga. Directora de conservación y desarrollo. Ecology Project Internacional, USA.
- Rankin, Danny. Pescador y guía turístico. Limón, Costa Rica.

Vargas, Maribelle. Bióloga. Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas, UCR.

Zúñiga, Gerardo. Asistente de investigación. Reserva Pacuare. Limón, Costa Rica.

Legislación Nacional

Decreto Ejecutivo que crea la Reserva Forestal Boca Pacuare-Matina. No. 2886-A del 23 de marzo de 1973.

Decreto Ejecutivo sobre la entrega de permisos de captura de la tortuga verde. No. 14524-A del 4 de mayo de 1983. No vigente.

Ley que reforma el artículo 50 de la Constitución Política. No. 7412 del 24 de mayo de 1994.

Ley Orgánica del Ambiente. Ley No. 7554 del 4 de octubre de 1995.

Ley de Zona Marítimo Terrestre. Ley No. 6043 del 2 de marzo de 1977.

Ley de Protección, Conservación y Recuperación de las Poblaciones de Tortugas Marinas. Ley No. 8235 del 28 de noviembre de 2002.

Ley de Pesca de Tortuga y Concha Perla. Ley No. 10 del 1 de setiembre de 1927. No vigente.

Ley de Pesca y Caza Marítimas. Ley No. 190 del 28 de 9 de 1948.

Ley del Servicio Nacional de Guardacostas. Ley No. 8000 del 4 de octubre de 1995.

Ley de Conservación de Vida Silvestre. No. 7317 del 21 de octubre de 1992.

Ley de Creación del Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura. Ley No. 7384 del 29 de marzo de 1994.

Ley de Policía. Ley No. 6267 del 29 de agosto 1978.

Legislación Internacional

Acuerdo de Cooperación para la Conservación de las Tortugas Marinas en la Costa Caribeña de Costa Rica, Nicaragua y Panamá. Firmado el 8 de mayo de 1998.

Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Ley del Mar de las Naciones Unidas, Montego Bay, Jamaica, 1982. Ley No. 7291 del 16 de noviembre de 1994.

Convenio sobre la Diversidad Biológica. Ley No. 7416 del 28 de julio de 1994.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). Washington 1973. Ley No. 5605 del 22 de octubre de 1974.

Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT). Ley No. 7906 del 24 de setiembre de 1999.

Convenio Constitutivo de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. Costa Rica, 12 de diciembre de 1989. Ley No. 7226 del 17 de julio de 1995.

Apéndice A

**Lineamientos para valorar las amenazas
a los objetos de conservación y sus fuentes**

Lineamientos para valorar las amenazas (Adaptado por TNC, 2000)

Severidad del Daño – Cuál es el nivel del daño esperado sobre por lo menos una porción del objeto de conservación en su entorno dentro de los próximos 10 años, bajo las circunstancias actuales (si el manejo existente, o la situación de conservación actual, continúa)	
Muy Alta	Es probable que la amenaza <i>destruya o elimine</i> al objeto de conservación en una parte de su entorno.
Alta	Es probable que la amenaza <i>degrade seriamente</i> el objeto de conservación en una parte de su entorno.
Mediana	Es probable que la amenaza <i>degrade medianamente</i> el objeto de conservación en una parte de su entorno.
Baja	Es probable que la amenaza solo <i>dañe levemente</i> el objeto de conservación en una parte de su entorno.

Alcance del Daño – Cuál es el alcance esperado del impacto geográfico sobre el objeto de conservación en el sitio entre los próximos 10 años, bajo las circunstancias actuales (si el manejo o situación de conservación actual continúa)	
Muy Alta	Es probable que la amenaza tenga un alcance <i>muy amplio o dominante</i> , afectando el objeto de conservación <i>a través de</i> su existencia en el sitio.
Alta	Es probable que la amenaza tenga un alcance <i>muy amplio</i> , afectando el objeto de conservación en <i>varios</i> lugares en el sitio.
Mediana	Es probable que la amenaza tenga un alcance <i>localizado</i> , afectando el objeto de conservación en <i>algunos</i> lugares en el sitio.
Baja	Es probable que la amenaza tenga un alcance <i>localizado</i> , afectando el objeto de conservación en una <i>porción limitada</i> de sus lugares en el sitio.

Cuadro de valoración de las amenazas: escala de prioridad

↓ Severidad	Alcance			
	Muy Alto	Alto	Mediano	Bajo
Muy Alta	Muy Alta	Alta	Mediana	Baja
Alta	Alta	Alta	Mediana	Baja
Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Baja
Baja	Baja	Baja	Baja	--

Lineamientos para valorar las fuentes de amenazas (Adaptado por TNC, 2000)

Contribución – La contribución esperada de la fuente, actuando independientemente, a la manifestación total de una amenaza bajo la bajo las circunstancias actuales (si el manejo existente, o la situación de conservación actual, continúa)	
Muy Alta	La fuente es un contribuyente <i>muy grande</i> a la amenaza particular.
Alta	La fuente es un contribuyente <i>grande</i> a la amenaza particular.
Mediana	La fuente es un contribuyente <i>mediano</i> a la amenaza particular.
Baja	La fuente es un contribuyente <i>leve</i> a la amenaza particular.

Irreversibilidad – Reversibilidad de la amenaza causada por cada fuente	
Muy Alta	La fuente produce una amenaza no reversible (por efectos del estudio).
Alta	La fuente produce una amenaza reversible, pero no es factible.
Mediana	La fuente produce una amenaza reversible, pero con un compromiso de recursos adicionales.
Baja	La fuente produce una amenaza que es fácilmente reversible con un costo bajo.

Tabla de valoración de las fuentes: grado de contribución

↓ Irreversibilidad	Contribución			
	Muy Alta	Alta	Mediana	Baja
Muy Alta	Muy Alta	Alta	Alta	Mediana
Alta	Muy Alta	Alta	Mediana	Mediana
Mediana	Alta	Mediana	Mediana	Baja
Baja	Alta	Mediana	Baja	Baja

Apéndice B

**Resultados del análisis de las amenazas
a las tortugas marinas y sus fuentes, en
la Reserva Pacuare, Limón, Costa Rica**

Apéndice C

**Informes completos de los análisis llevados
a cabo por el CICA de las muestras de biota
en los canales de la Reserva Pacuare**



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS

REPORTE DE ANÁLISIS

(página 1 de 4)

Solicitante: CIMAR
Teléfono: 207-3212
Muestras de: jaibas
Muestreado por: Interesado
Número de muestras: cuatro
Fecha de ingreso al laboratorio: 03 de octubre del 2003
Fecha de análisis de muestra: 23 de octubre del 2003
Fecha de emisión de reporte: 26 de noviembre del 2003

REGISTRO DE LABORATORIO LAPA 155-2003

(ver resultados en siguiente página)

Notas:

1. Los resultados de este informe son exclusivos para la (s) muestra (s) analizada (s) que corresponden a muestras de jaibas.
2. Método de análisis realizado por extracción con diclorometano, según MAR-17, para el análisis de contaminantes orgánicos en muestras de biota.
3. Los resultados de estos análisis fueron calculados con la masa de los sedimentos húmeda.
4. Documento confidencial para el uso del CIMAR. No puede reproducirse total ni parcialmente sin autorización del laboratorio.
5. La muestra a la que se refiere este reporte se mantendrá en custodia por 15 días luego de la emisión de este informe. Concluido este periodo se desecharán.
6. La incertidumbre de los resultados de este reporte es expresada como incertidumbre expandida, a un nivel de confianza del 95% (factor de cobertura $k = 2$).
7. Los datos asociados con este estudio (cromatogramas, curvas de calibración, etc.) se mantendrán en custodia por un plazo de seis meses después de emitido el reporte. Posterior a este periodo serán enviados al interesado o descartados con autorización del mismo.
8. ND= no detectable. Menor al límite de detección ($< L.D.$).

----- última línea -----





UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS



REPORTE DE ANALISIS LAPA 155-2003

PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS DEL REPORTE DE ANALISIS LAPA 155-2003

Análisis	Unidad	Muestra #1 Muestra A	Muestra #2 Muestra B	Muestra #3 Muestra C	Muestra #4 Muestra D	Límite de cuantificación	Límite de detección
MAR-17							
Lindano	µg/kg	13,4 ± 0,3	ND	12,7 ± 0,3	10,5 ± 0,2	0,8	0,5
Heptaclor	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,06	0,66
Heptaclorepóxido	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,24	0,75
Endrin	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,56	1,00
Aldrin	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,16	0,72
Dieldrin	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,39	0,24
Endosulfán sulfato	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,11	0,66
Endosulfán alfa y beta	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,97	0,61
o,p-DDT	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,10	0,68
p,p'-DDT	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,46	0,28
p,p'-DDD	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,86	0,50
o,p-DDD	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,53	0,99
p,p'-DDE	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,26	0,77



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS



REPORTE DE ANALISIS LAPA 155-2003

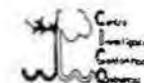
PÁGINA 3 DE 4

RESULTADOS DEL REPORTE DE ANALISIS LAPA 155-2003

Análisis	Unidad	Muestra #1 Muestra A	Muestra #2 Muestra B	Muestra #3 Muestra C	Muestra #4 Muestra D	Límite de cuantificación	Límite de detección
MAR-17							
PCB 8	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,24	0,78
PCB 18	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,00	0,61
PCB 28	µg/kg	ND	ND	ND	ND	2,24	1,40
PCB 29	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,61	0,96
PCB 44	µg/kg	ND	ND	ND	ND	2,09	1,37
PCB 52	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,74	0,48
PCB 66	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,14	0,68
PCB 87	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,65	0,40
PCB 101	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,09	0,67
PCB 105	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,96	0,57
PCB 110	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,01	0,59
PCB 118	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,73	0,42
PCB 128	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,29	0,82
PCB 138	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,00	0,59
PCB 153	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,96	0,57
PCB 170	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,35	0,87
PCB 180	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,27	0,17
PCB 187	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,91	0,64
PCB 195	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,99	1,32
PCB 201	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,10	0,64
PCB 206	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,82	0,48
PCB 209	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,06	0,65



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS



REPORTE DE ANALISIS LAPA 155-2003

PÁGINA 4 DE 4

RESULTADOS DEL REPORTE DE ANALISIS LAPA 155-2003

Análisis	Unidad	Muestra #1 Muestra A	Muestra #2 Muestra B	Muestra #3 Muestra C	Muestra #4 Muestra D	Límite de cuantificación	Límite de detección
MAR-17							
Naftaleno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,13	0,68
Acenaftileno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,61	0,36
Fluoreno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,25	0,15
Fenantreno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,52	0,32
Antraceno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,14	0,08
Fluoranteno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,80	0,48
Pireno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,64	0,38
Criseno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,24	0,14
Benzo (B) fluoranteno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,29	0,17
Benzo (K) fluoranteno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,58	0,94
Benzo (A) pireno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,31	0,19
1,2,5,6- dibenzoantraceno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	6,08	3,61



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
 CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS
REPORTE DE ANÁLISIS



(página 1 de 3)

Solicitante: **CIMAR**
 Teléfono: 207-3212
 Muestras de: peces
 Muestreado por: Interesado
 Número de muestras: una
 Fecha de ingreso al laboratorio: 26 de enero del 2004
 Fecha de análisis de muestra: 27 de enero del 2004
 Fecha de emisión de reporte: 02 de setiembre del 2004

REGISTRO DE LABORATORIO LAPA 012-2004 I

Este reporte de análisis sustituye al registro de Laboratorio LAPA 012-2004 (ver nota 2)
 (ver resultados en siguiente página)

Notas:

- 1 Los resultados de este informe son exclusivos para la (s) muestra (s) analizada (s) que corresponden a muestras de biota.
- 2 Método de análisis realizado por extracción con diclorometano, según MAR-17, para el análisis de contaminantes orgánicos en muestras de biota.
- 3 Documento confidencial para el uso del CIMAR. No puede reproducirse total ni parcialmente sin autorización del laboratorio.
- 4 La muestra a la que se refiere este reporte se mantendrá en custodia por 15 días luego de la emisión de este informe. Concluido este periodo se desecharán.
- 5 La incertidumbre de los resultados de este reporte es expresada como incertidumbre expandida, a un nivel de confianza del 95% (factor de cobertura $k = 2$).
- 6 Los datos asociados con este estudio (cromatogramas, curvas de calibración, etc.) se mantendrán en custodia por un plazo de seis meses después de emitido el reporte. Posterior a este periodo serán enviados al interesado o descartados con autorización del mismo.
7. Los resultados de estos análisis serán utilizados en un proyecto de investigación del CIMAR, por lo que no lleva timbres del Colegio Federado de Químicos e Ingenieros Químicos de Costa Rica.
8. ND= no detectable. Menor al límite de detección (<L.D.).
- 9 Este documento es copia fiel del reporte LAPA 012-04, el cual fue emitido el 18 de febrero del 2004, bajo la responsabilidad de la BSc Desireé Sauma Esquivel. Este nuevo documento es emitido por el actual Profesional Responsable del Laboratorio de Análisis de Plaguicidas a solicitud del cliente

VºBº Unidad de Aseguramiento de Calidad
 02/09/2004

última línea

Edipcia Roque Roque, M.Sc.
 Profesional responsable
 Laboratorio de Análisis de Plaguicidas
 02/09/2004





UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS



REPORTE DE ANALISIS LAPA 012-2004

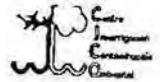
PÁGINA 2 DE 3

RESULTADOS DEL REPORTE DE ANALISIS LAPA 012-2004

Análisis	Unidad	Muestra #1 Punto D	Límite de cuantificación	Límite de detección
MAR-17				
Lindano	µg/kg	84,4 ± 1,3	1,30	0,80
Heptaclor	µg/kg	ND	1,06	0,66
Heptacloropóxido	µg/kg	ND	1,24	0,75
Endrin	µg/kg	ND	1,56	1,00
Aldrin	µg/kg	ND	1,16	0,72
Dieldrin	µg/kg	ND	0,39	0,24
Endosulfán sulfato	µg/kg	ND	1,11	0,66
Endosulfán alfa y beta	µg/kg	ND	0,97	0,61
o,p-DDT	µg/kg	ND	1,10	0,68
p,p'-DDT	µg/kg	ND	0,46	0,28
p,p'-DDD	µg/kg	ND	0,86	0,50
o,p-DDD	µg/kg	ND	1,53	0,99
p,p'-DDE	µg/kg	ND	1,26	0,77
PCB 8	µg/kg	ND	1,24	0,78
PCB 18	µg/kg	ND	1,00	0,61
PCB 28	µg/kg	ND	2,24	1,40
PCB 29	µg/kg	ND	1,61	0,96
PCB 44	µg/kg	ND	2,09	1,37
PCB 52	µg/kg	ND	0,74	0,48
PCB 66	µg/kg	ND	1,14	0,68
PCB 87	µg/kg	ND	0,65	0,40
PCB 101	µg/kg	ND	1,09	0,67
PCB 105	µg/kg	ND	0,96	0,57
PCB 110	µg/kg	ND	1,01	0,59
PCB 118	µg/kg	ND	0,73	0,42
PCB 128	µg/kg	ND	1,29	0,82
PCB 138	µg/kg	ND	1,00	0,59
PCB 153	µg/kg	ND	0,96	0,57
PCB 170	µg/kg	ND	1,35	0,87
PCB 180	µg/kg	ND	0,27	0,17
PCB 187	µg/kg	ND	0,91	0,64
PCB 195	µg/kg	ND	1,99	1,32
PCB 201	µg/kg	ND	1,10	0,64
PCB 206	µg/kg	ND	0,82	0,48
PCB 209	µg/kg	ND	1,06	0,65



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS



REPORTE DE ANALISIS LAPA 012-2004

PÁGINA 3 DE 3

RESULTADOS DEL REPORTE DE ANALISIS LAPA 012-2004

Análisis	Unidad	Muestra #1 Punto D	Limite de cuantificación	Limite de detección
MAR-17				
Naftaleno	µg/kg	ND	1,13	0,68
Acenaftileno	µg/kg	ND	0,61	0,36
Fluoreno	µg/kg	ND	0,25	0,15
Fenantreno	µg/kg	ND	0,52	0,32
Antraceno	µg/kg	ND	0,14	0,08
Fluoranteno	µg/kg	ND	0,80	0,48
Pireno	µg/kg	ND	0,64	0,38
Criseno	µg/kg	ND	0,24	0,14
Benzo (B) fluoranteno	µg/kg	ND	0,29	0,17
Benzo (K) fluoranteno	µg/kg	ND	1,58	0,94
Benzo (A) pireno	µg/kg	ND	0,31	0,19
1,2,5,6- dibenzoantraceno	µg/kg	ND	6,08	3,61





UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS
REPORTE DE ANÁLISIS



(página 1 de 3)

Solicitante: CIMAR
Teléfono: 207-3212
Muestras de: peces
Muestreado por: Interesado
Número de muestras: dos
Fecha de ingreso al laboratorio: 16 de febrero del 2004
Fecha de análisis de muestra: 16 de febrero del 2004
Fecha de emisión de reporte: 02 de setiembre del 2004

REGISTRO DE LABORATORIO LAPA 027-2004 I

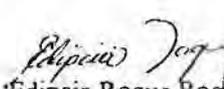
Este reporte de análisis sustituye al registro de Laboratorio LAPA 027-2004 (ver nota 9)
(ver resultados en siguiente página)

Notas:

1. Los resultados de este informe son exclusivos para la (s) muestra (s) analizada (s) que corresponden a muestras de biota.
2. Método de análisis realizado por extracción con diclorometano, según MAR-17, para el análisis de contaminantes orgánicos en muestras de biota.
3. Documento confidencial para el uso del CIMAR. No puede reproducirse total ni parcialmente sin autorización del laboratorio.
4. La muestra a la que se refiere este reporte se mantendrá en custodia por 15 días luego de la emisión de este informe. Concluido este periodo se desecharán.
5. La incertidumbre de los resultados de este reporte es expresada como incertidumbre expandida, a un nivel de confianza del 95% (factor de cobertura $k = 2$).
6. Los datos asociados con este estudio (cromatogramas, curvas de calibración, etc.) se mantendrán en custodia por un plazo de seis meses después de emitido el reporte. Posterior a este periodo serán enviados al interesado o descartados con autorización del mismo.
7. Los resultados de estos análisis serán utilizados en un proyecto de investigación del CIMAR, por lo que no lleva timbres del Colegio Federado de Químicos e Ingenieros Químicos de Costa Rica.
8. ND= no detectable. Menor al límite de detección (< L.D.).
9. Este documento es copia fiel del reporte LAPA 027-04, el cual fue emitido el 19 de febrero del 2004, bajo la responsabilidad de la BSc Desireé Sauma Esquivel. Este nuevo documento es emitido por el actual Profesional Responsable del Laboratorio de Análisis de Plaguicidas a solicitud del cliente.

V^oB^o Unidad de Aseguramiento de Calidad
02/09/2004

última línea


Edipcia Roque Roque, M.Sc.
Profesional responsable
Laboratorio de Análisis de Plaguicidas
02/09/2004



TEL (506) 207-4479 TEL/FAX (506) 253-1363



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS



REPORTE DE ANALISIS LAPA 027-2004

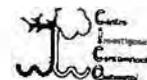
PÁGINA 2 DE 3

RESULTADOS DEL REPORTE DE ANALISIS LAPA 027-2004

Análisis	Unidad	Muestra #1 Punto B	Muestra #2 Punto C	Limite de cuantificación	Limite de detección
MAR-17					
Lindano	µg/kg	ND	ND	1,30	0,80
Heptaclor	µg/kg	ND	ND	1,06	0,66
Heptaclorepóxido	µg/kg	ND	ND	1,24	0,75
Endrin	µg/kg	ND	ND	1,56	1,00
Aldrin	µg/kg	ND	ND	1,16	0,72
Dieldrin	µg/kg	ND	ND	0,39	0,24
Endosulfán sulfato	µg/kg	ND	ND	1,11	0,66
Endosulfán alfa y beta	µg/kg	ND	ND	0,97	0,61
o,p-DDT	µg/kg	ND	ND	1,10	0,68
p,p'-DDT	µg/kg	ND	ND	0,46	0,28
p,p'-DDD	µg/kg	ND	ND	0,86	0,50
o,p-DDD	µg/kg	ND	ND	1,53	0,99
p,p'-DDE	µg/kg	ND	ND	1,26	0,77
PCB 8	µg/kg	ND	ND	1,24	0,78
PCB 18	µg/kg	ND	ND	1,00	0,61
PCB 28	µg/kg	ND	ND	2,24	1,40
PCB 29	µg/kg	ND	ND	1,61	0,96
PCB 44	µg/kg	ND	ND	2,09	1,37
PCB 52	µg/kg	ND	ND	0,74	0,48
PCB 66	µg/kg	ND	ND	1,14	0,68
PCB 87	µg/kg	ND	ND	0,65	0,40
PCB 101	µg/kg	ND	ND	1,09	0,67
PCB 105	µg/kg	ND	ND	0,96	0,57
PCB 110	µg/kg	ND	ND	1,01	0,59
PCB 118	µg/kg	ND	ND	0,73	0,42
PCB 128	µg/kg	ND	ND	1,29	0,82
PCB 138	µg/kg	ND	ND	1,00	0,59
PCB 153	µg/kg	ND	ND	0,96	0,57
PCB 170	µg/kg	ND	ND	1,35	0,87
PCB 180	µg/kg	ND	ND	0,27	0,17
PCB 187	µg/kg	ND	ND	0,91	0,64
PCB 195	µg/kg	ND	ND	1,99	1,32
PCB 201	µg/kg	ND	ND	1,10	0,64
PCB 206	µg/kg	ND	ND	0,82	0,48
PCB 209	µg/kg	ND	ND	1,06	0,65



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS



REPORTE DE ANALISIS LAPA 027-2004

PÁGINA 3 DE 3

RESULTADOS DEL REPORTE DE ANALISIS LAPA 027-2004

Análisis	Unidad	Muestra #1 Punto B	Muestra #2 Punto C	Límite de cuantificación	Límite de detección
MAR-17					
Naftaleno	µg/kg	ND	ND	1,13	0,68
Acenafúleno	µg/kg	ND	ND	0,61	0,36
Fluoreno	µg/kg	ND	ND	0,25	0,15
Fenantreno	µg/kg	ND	ND	0,52	0,32
Antraceno	µg/kg	ND	ND	0,14	0,08
Fluoranteno	µg/kg	ND	ND	0,80	0,48
Pireno	µg/kg	ND	ND	0,64	0,38
Criseno	µg/kg	ND	ND	0,24	0,14
Benzo (B) fluoranteno	µg/kg	ND	ND	0,29	0,17
Benzo (K) fluoranteno	µg/kg	ND	ND	1,58	0,94
Benzo (A) pireno	µg/kg	ND	ND	0,31	0,19
1,2,5,6- dibenzontraceno	µg/kg	ND	ND	6,08	3,61





UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS
ADENDUN DE REPORTE DE ANÁLISIS



(página 1 de 1)

Solicitante: **CIMAR**
Solicitado por: M.Sc. Jenaro Acuña
Teléfono: 207-3212
Muestras de: peces y cangrejos
Muestreado por: asistentes del CIMAR.
Número de muestras: cuatro
Fecha de ingreso al laboratorio: 29 de marzo del 2004
Fecha de inicio del análisis de la muestra: 03 de abril del 2004
Fecha de emisión de reporte: 02 de setiembre del 2004

REGISTRO DE LABORATORIO LAPA 075-2004

Notas:

- 1 El análisis realizado a las muestras del lote 075-04 fue solicitado por el profesor Jenaro Acuña para colaborar con un proyecto de investigación del CIMAR, que sirve de Tesis de Belinda Dick estudiante de maestría en Gestión Integrada de Áreas Costeras Tropicales (CIMAR-Biología) con carné A27704.
2. Los resultados serán utilizados para investigación, por lo que no llevan timbres del Colegio Federado de Químicos y de Ingenieros Químicos de Costa Rica.
3. Los análisis se realizaron en el CICA en forma gratuita, el costo de los análisis es de ₡ 84 230,00 (ochenta y cuatro mil doscientos treinta con cero centésimas de colones).
4. Estos análisis se realizaron con el visto bueno de la Directora del CICA.

----- última línea -----



Carazo
Dña. Elizabeth Carazo Rojas
Directora del CICA
02/09/2004



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS
REPORTE DE ANÁLISIS



(página 1 de 3)

Solicitante: CIMAR
Solicitado por: M.Sc. Jenaro Acuña
Teléfono: 207-3212
Muestras de: peces y cangrejos
Muestreado por: asistentes del CIMAR
Número de muestras: cuatro
Fecha de ingreso al laboratorio: 29 de marzo del 2004
Fecha de inicio del análisis de la muestra: 03 de abril del 2004
Fecha de emisión de reporte: 02 de setiembre del 2004

REGISTRO DE LABORATORIO LAPA 075-2004

(ver resultados en siguiente página)

Notas:

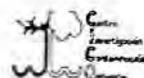
1. Los resultados de este informe son exclusivos para las muestras analizadas que corresponden a muestras de peces y cangrejos. Las muestras fueron tomadas por asistentes del CIMAR.
2. Las muestras ingresaron al Laboratorio en refrigeración.
3. Método de análisis realizado por extracción con diclorometano, según MAR-17, para el análisis de contaminantes orgánicos en muestras de biota.
4. Documento confidencial para el uso del CIMAR. No puede reproducirse total ni parcialmente sin autorización del laboratorio.
5. La muestra a la que se refiere este reporte se mantendrá en custodia por 15 días luego de la emisión de este informe. Concluido este periodo se desecharán.
6. La incertidumbre de los resultados de este reporte es expresada como incertidumbre expandida, a un nivel de confianza del 95% (factor de cobertura $k = 2$).
7. Los datos asociados con este estudio (cromatogramas, curvas de calibración, etc.) se mantendrán en custodia por un plazo de seis meses después de emitido el reporte. Posterior a este periodo serán enviados al interesado o descartados con autorización del mismo.
8. Los resultados de estos análisis serán utilizados en un proyecto de investigación, ver notas de adendum LAPA 075-2004.
9. ND= no detectable. Menor al límite de detección (< L.D.).

----- última línea -----





UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS



REPORTE DE ANALISIS LAPA 075-2004

PÁGINA 2 DE 3

RESULTADOS DEL REPORTE DE ANALISIS LAPA 075-2004

Análisis	Unidad	Muestra #1 Punto A peces	Muestra#2 Punto B cangrejos	Muestra#3 Punto C cangrejos	Muestra #4 Punto D cangrejos	Limite de cuantificación	Limite de detección
MAR-17							
Lindano	µg/kg	1,79 ± 0,14	1,77 ± 0,13	1,10 ± 0,12	3,32 ± 0,11	0,088	0,048
Heptaclor	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,20	0,12
Heptaclorepóxido	µg/kg	2,06 ± 0,06	0,90 ± 0,05	ND	1,37 ± 0,05	0,040	0,23
Endrin	µg/kg	2,01 ± 0,11	0,77 ± 0,10	1,24 ± 0,10	4,66 ± 0,09	0,080	0,048
Aldrin	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,15	0,084
Dieldrin	µg/kg	1,20 ± 0,11	1,38 ± 0,10	0,80 ± 0,10	1,49 ± 0,10	0,076	0,044
Endosulfán sulfato	µg/kg	ND	ND	ND	2,05 ± 0,11	0,096	0,056
Endosulfán alfa y beta	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,12	0,068
o,p'-DDT	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,10	0,68
p,p'-DDT	µg/kg	0,83 ± 0,28	3,29 ± 0,13	ND	1,90 ± 0,13	0,14	0,076
p,p'-DDD	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,86	0,50
o,p'-DDD	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,14	0,076
p,p'-DDE	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,17	0,096
PCB 8	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,24	0,78
PCB 18	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,00	0,61
PCB 28	µg/kg	ND	ND	ND	ND	2,24	1,40
PCB 29	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,61	0,96
PCB 44	µg/kg	ND	ND	ND	ND	2,09	1,37
PCB 52	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,74	0,48
PCB 66	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,14	0,68
PCB 87	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,65	0,40
PCB 101	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,09	0,67
PCB 105	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,96	0,57
PCB 110	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,01	0,59
PCB 118	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,73	0,42
PCB 128	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,29	0,82
PCB 138	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,00	0,59
PCB 153	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,96	0,57
PCB 170	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,35	0,87
PCB 180	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,27	0,17
PCB 187	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,91	0,64
PCB 195	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,99	1,32
PCB 201	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,10	0,64
PCB 206	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,82	0,48
PCB 209	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,06	0,65
Clorpirifos	µg/kg	ND	ND	3,44 ± 0,74	ND	0,80	0,48

TEL (506) 207-4479 TEL/FAX (506) 253-1363



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS



REPORTE DE ANALISIS LAPA 075-2004

PÁGINA 3 DE 3

RESULTADOS DEL REPORTE DE ANALISIS LAPA 075-2004

Análisis	Unidad	Muestra #1 Punto A peces	Muestra#2 Punto B cangrejos	Muestra#3 Punto C cangrejos	Muestra #4 Punto D cangrejos	Límite de cuantificación	Límite de detección
MAR-17							
Naftaleno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,13	0,68
Acenafileno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,61	0,36
Fluoreno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,25	0,15
Fluoranteno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,52	0,32
Antraceno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,14	0,08
Fluoranteno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,80	0,48
Pireno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,64	0,38
Criseno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,24	0,14
Benzo (b) fluoranteno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,29	0,17
Benzo (k) fluoranteno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	1,58	0,94
Benzo (A) pireno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	0,31	0,19
1,2,5,6- dibenz(a)antraceno	µg/kg	ND	ND	ND	ND	6,08	3,61

Apéndice D

**Resultados del análisis de las amenazas
al recurso pesquero y sus fuentes, en el
sistema acuático alrededor de la Reserva
Pacuare, Limón, Costa Rica**

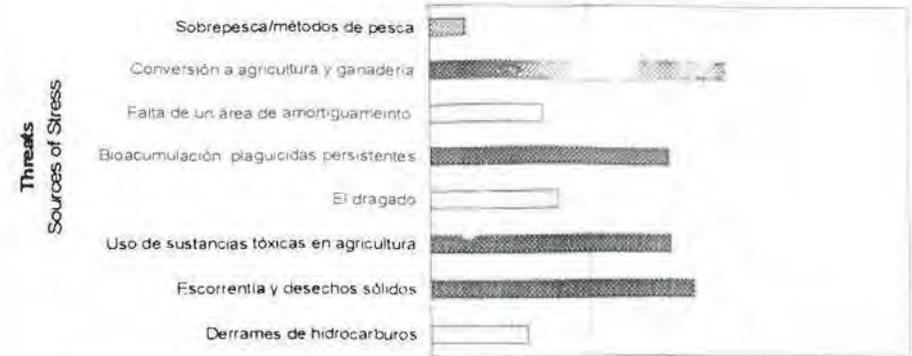
Stresses/Sources Worksheet (TNC, 2000)

Reserva Pacuare

System/Conservation Target: El Recurso Pesquero

Threat Rank

Stresses	Severity	Scope	Stress	User Override
Degradación del hábitat	High	high	High	
Sedimentación	Medium	Medium	Medium	
Eutroficación	Medium	Medium	Medium	
Disminución del recurso	High	very high	High	
Sustancias tóxicas/Contaminación	Very High	very high	High	



Very High High Medium Low

Sources of Stress	Contribution Irreversibility Override Source	Degradación del hábitat	Sedimentación	Eutroficación	Disminución del recurso	Sustancias tóxicas/Contaminación							Threat to System Rank						
		High	Medium	Medium	High	Very High													
Sobrepesca/métodos de pesca <small>Active Threat</small>	Contribution Irreversibility Override Source	Medium	Low		Medium	Low	High	Low	Medium	Medium	Low	Medium							Medium
	Low	Low			Medium	Low	Medium	Medium	Low	Medium	Low	Medium							Medium
	Very High	High	Very High	High	Medium	Low	Medium	Medium	Very High	High	Very High	High							Very High
Conversión a agricultura y ganadería <small>Active Threat</small>	Contribution Irreversibility Override Source	Very High	High	Very High	Medium	Low	Medium	High	Medium	Very High	High	Very High							Very High
	High	High	Very High	Medium	High	Low	Medium	High	Medium	Very High	High	Very High							Very High
	Very High	High	Very High	Medium	Low	Medium	High	Medium	Very High	High	Very High	High							Very High
Falta de un área de amortiguamiento <small>Active Threat</small>	Contribution Irreversibility Override Source	High	Medium	Low	High	Low	High	Low	Medium	Low	High	High							High
	Low	Medium	Low	High	Low	Medium	High	Low	Medium	Low	High	High							High
	Medium	Medium	Low	High	Low	Medium	High	Low	Medium	Low	High	High							High
Bioacumulación: plaguicidas persistentes <small>Historical Source</small>	Contribution Irreversibility Override Source	High	High				Very High	High	High	Low	High	High							Very High
	High	High					Very High	High	High	Low	High	High							Very High
	High	High					Very High	High	High	Low	High	High							Very High
El dragado <small>Active Threat</small>	Contribution Irreversibility Override Source	Medium	High	Very High	Medium	Low	Medium	Low	Medium	Medium	High	High							High
	High	Medium	High	Medium	Low	Medium	Medium	Low	Medium	Medium	High	High							High
	Medium	High	High	Medium	Low	Medium	Medium	Low	Medium	Medium	High	High							High
Uso de sustancias tóxicas en agricultura <small>Active Threat</small>	Contribution Irreversibility Override Source	Very High	High				Very High	High	High	High	High	High							Very High
	High	High					Very High	High	High	High	High	High							Very High
	High	High					Very High	High	High	High	High	High							Very High
Escorrentía y desechos sólidos <small>Active Threat</small>	Contribution Irreversibility Override Source	High	Medium	Medium	Low	High	High	Medium	High	High	High	High							Very High
	Medium	Medium	Low	High	Medium	High	High	Medium	High	High	High	High							Very High
	Medium	Medium	Low	High	Medium	High	High	Medium	High	High	High	High							Very High
Derrames de hidrocarburos <small>Active Threat</small>	Contribution Irreversibility Override Source	Medium	Medium				Medium	Low	Low	Low	High	High							High
	Medium	Medium					Medium	Low	Low	Low	High	High							High
	Medium	Medium					Medium	Low	Low	Low	High	High							High