



**UNDÉCIMO INFORME SOBRE EL  
ESTADO DE LA NACIÓN EN DESARROLLO  
HUMANO SOSTENIBLE**

**Informe final**

**La zona Marino Costera**

**Investigador:**

**María Luisa Fournier Leiva**



### **Resumen**

En el 2004 la producción total de acuicultura de 24.583 toneladas métricas, sobrepasó la pesca total desembarcada en los muelles nacionales del país de 15.906 toneladas métricas. Esto debido al incremento en la producción de tilapia y a la reducción de las capturas de pelágicos como dorado y tiburón. La siembra de tilapia se incrementó en 200 hectáreas; se requiere controlar la calidad de los efluentes de proyectos acuícola. Se aprobó una nueva Ley de Pesca y Acuicultura, fuerte en sanciones que castigarán con penas de hasta 80 salarios base y dos años de prisión a los infractores. También, incentivará el desarrollo de la acuicultura mediante concesiones en aguas continentales y marinas.

En el Parque Nacional Marino Las Baulas anidó el número más bajo reportado de tortugas, confirmando la tendencia a la disminución. Asimismo, la anidación en Playa Grande se encuentra amenazada por planes de desarrollo de infraestructura. En el Caribe las poblaciones de baula muestran cierta estabilidad. El turismo de cetáceos está creciendo rápidamente y para asegurar su sostenibilidad se requieren regulaciones. En un periodo de dos años un alga verde tóxica de rápido crecimiento ha cubierto 150 hectáreas sobre las comunidades coralinas de Bahía Culebra. El alga invasora amenaza la biodiversidad y podría afectar el paisaje submarino impactando el turismo de buceo; aunque también las anclas de los botes pueden contribuir a su dispersión. Se ha observado una lenta recuperación de los arrecifes coralinos afectados por el Fenómeno del Niño en décadas pasadas, pero más retardada en áreas influenciadas por actividades humanas. Por la fragilidad de los arrecifes, es importante mejorar el registro de empresas de buceo y formar a los guías sobre ética del buceo, impactos ambientales y otros aspectos que aseguren mayor protección al recurso.

Se han recuperado 350 hectáreas de espejo de agua e incrementado los registros de aves en el humedal Palo Verde, mediante la introducción de ganado y labores mecánicas de fanguero, con el fin de eliminar y controlar el crecimiento de una planta invasora y, con la participación de ganaderos de la zona. La sedimentación generada por cultivos en la parte alta de la cuenca impacta el humedal Terraba-Sierpe; entre 1990 y 2002, los sedimentos suspendidos aumentaron de 0,78 millones de toneladas métricas a más de 10 millones.

Se detectó contaminación por bifenilos policlorados y metales traza en los ambientes costeros. Hubo una marea roja extensa en el Pacífico, causada por una especie que por primera vez domina las floraciones algales en el país. El Proyecto "Salvemos el Estero de Puntarenas" continúa vigilando la calidad de los efluentes y desechos que recibe. El Programa Bandera Azul premió 6 playas menos que en el año tras anterior. Además, entró en operación el emisario submarino de la Ciudad de Limón, para descargar a 500 metros de la costa las aguas servidas.

**CUADRO 1.** Costa Rica: indicadores pesqueros, acuícolas y de ambiente costero en 2004.

T.M. pesca desembarcada en Pacífico flota nacional	15.371
T.M. pesca desembarcada en el Caribe	535
T.M. desembarque total	
escama	3.789
camarón	1.178
pelágicos: dorado y picudos	4.400
tiburón entero	2.073
tiburón aleta	132,7
pianguas	48,6
No. flota nacional	
pangas y botes	1.829
lanchas y barcos	680
Acuicultura T.M./ha – No.acuicultores	
tilapia	18.987/420 - 784
trucha	515/6,75 - 267
camarón	5.076/1.500 - 90
langostino	5/5 - 5
Exportación US\$ x mil	
pescado	71.569
camarón	12.100
peces ornamentales	241
No. playas Bandera Azul	50
Afloramientos algales en la costa Pacífica	sí

Fuente: INCOPECA, PROCOMER, PBAE

### **Utilización de los recursos y producción acuícola**

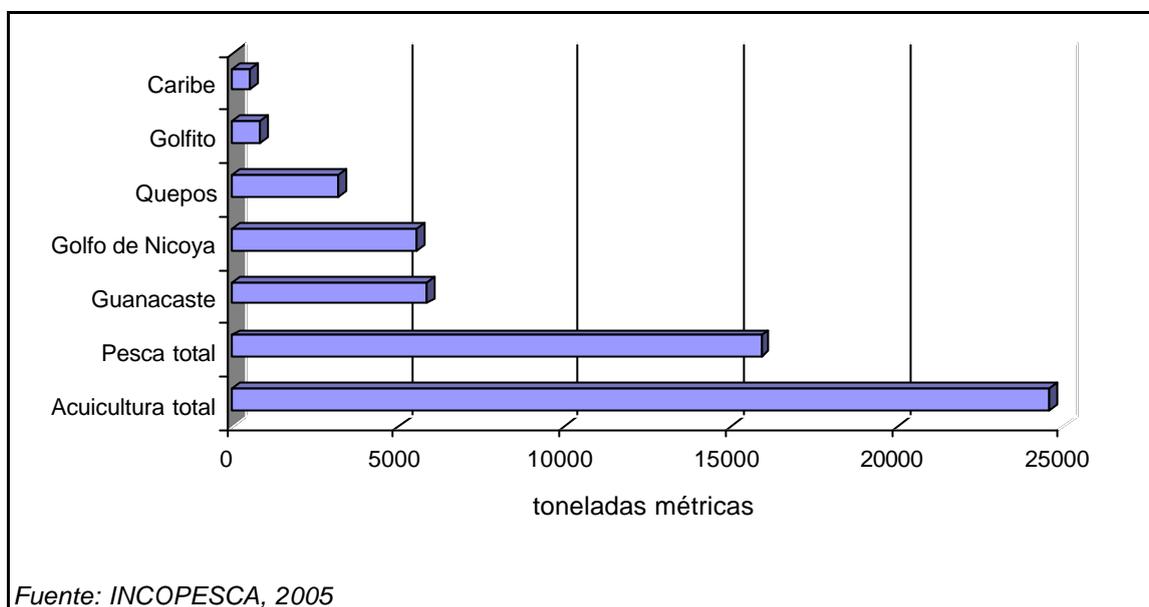
De acuerdo con los datos suministrados por INCOPECA, en el 2004 la producción total de acuicultura de 24.583 toneladas métricas, superó la pesca total desembarcada en los muelles nacionales del país de 15.906 toneladas métricas. Esto debido al incremento en la producción de tilapia de 4.520 toneladas métricas con respecto al año anterior, así como a la reducción del 22% de la pesca total, principalmente por la disminución en las capturas de pelágicos. La captura de pez dorado se redujo de 3.974 toneladas métricas en 2003 a 2.320 toneladas métricas en 2004 y la de tiburón de 4.678 a 2.073 toneladas métricas. En el año 2003 los pelágicos representaron el 75,2% del total de las capturas y en el 2004 el 67,3% (gráfico 1, Cuadro 1). Se deberá observar la tendencia en las variaciones de las capturas de pelágicos en los próximos años, para evaluar el estado del recurso.

Las regiones pesqueras de Golfo de Nicoya y Guanacaste, aportan más de dos terceras partes al volumen total desembarcado (gráfico 1); en la primera se da la pesquería artesanal y en la segunda descargas importantes de dorado y tiburón. Mediante un modelo estadístico, el cual no considera los tiburones desechados al mar por la práctica del aleteo, se determinó que entre 1988 y 1997 la captura total de tiburón fue de 20% del volumen total de la pesca nacional y, 58% en el Pacífico Norte, este último proveniente casi en su totalidad de la zona Golfo de Papagayo. Se calculó para ese periodo de años una descarga total de tiburones de 20.300 toneladas métricas. La flota pesquera artesanal media y avanzada, con embarcaciones mayores a 10 m de longitud, informó el 96% de los desembarques de tiburón en esa zona (Bonilla y Chavarría, 2004).

Los tiburones crecen despacio y tienen una fertilidad limitada, viven muchos años y presentan una baja mortalidad natural; por eso las poblaciones son muy vulnerables a la pesca intensa y prolongada (Bonilla y Chavarría, 2004). Además de las capturas de la flota nacional mencionadas anteriormente, se estima que los barcos extranjeros de palangre descargaron en muelles privados durante el 2004, 5.647 toneladas métricas entre las cuales se reportaron 3.855 de tiburón. La nueva Ley de Pesca y Acuicultura (recuadro 1) solo permitirá la descarga de tiburón con aletas; para los que incumplan, dicta penas de seis meses a dos años de prisión o, en el caso de embarcaciones extranjeras, multas de cuarenta a sesenta salarios base y la cancelación de la licencia de pesca. Es importante que el Reglamento en preparación de esta Ley, refuerce esta disposición para reducir la presión de pesca sobre el recurso por parte de la flota foránea.

El 20,1% del camarón exportado fue recolectado en el mar y por las tallas de captura, su valor de exportación es el doble del camarón cultivado; mostrando una relación de US\$ 9,12:4,25 por kilogramo. Mientras que la pesca marina en general se exporta a un valor promedio de US\$ 3,18 por kilogramo y los peces cultivados a US\$ 5,16 por kilogramo (INCOPECA, 2005). En el último año, la siembra de tilapia se incrementó en 200 hectáreas, todas localizadas en la región de Guanacaste aprovechando las aguas del Proyecto de Riego Arenal Tempisque, cuyos efluentes descargan al interior del Golfo de Nicoya, a través de los ríos Tempisque y Bebedero. Si bien el crecimiento de esta actividad es generador de divisas de exportación y desarrollo socioeconómico rural; es muy importante también, que el INCOPECA dé seguimiento a la calidad de los efluentes, como entrada potencial de nutrientes, antibióticos, hormonas y desinfectantes, entre otros, contaminantes de los ecosistemas dulceacuícolas y marinos (artículos 8, 83, 91, 94 y 144 de la nueva Ley de Pesca y Acuicultura No. 8436).

**GRAFICO 1. Producción acuícola, pesca total y pesca por regiones en Costa Rica durante 2004.**



### Nueva Ley de Pesca y Acuicultura

El 25 de abril del 2005 se publicó en el Diario Oficial La Gaceta la Ley de Pesca y Acuicultura No. 8436, la cual fue presentada como proyecto por primera vez a la Asamblea Legislativa en el año 1998 (recuadro 1). Antes de esta, la actividad pesquera regía por una ley de 1948, cuya parte de sanciones fue declarada inconstitucional en 1995 por voto 778-95 y no había forma de castigar la pesca ilegal en aguas nacionales. Las prohibiciones dictadas por el INCOPESCA para periodos de veda y el uso de determinados artes de pesca han sido irrespetadas en muchos casos y, la Administración solo podía aplicar sanciones para los pescadores con permiso y no tomar medidas contra los ilegales. La ley aprobada castigará con penas de hasta 80 salarios base y dos años de prisión a los infractores; incluso las embarcaciones pueden ser embargadas.

Por otra parte, la Ley 8436 regulará los torneos de pesca deportiva; las embarcaciones requerirán licencia y deberán acatar las tallas mínimas, los límites de captura, las vedas y el destino de las capturas señaladas por el INCOPESCA. Así mismo, se incentivará el desarrollo de la acuicultura mediante el otorgamiento de concesiones por periodos de diez años prorrogables en aguas continentales y marinas; el INCOPESCA autorizará el cultivo y vigilará la calidad de las aguas procedentes de los sistemas productivos, mientras que el MINAE otorgará la concesión previo aval de la SETENA. El nuevo marco legal acuícola, va a facilitar el

inicio en el país de la maricultura de grandes peces en jaulas flotantes como el atún aleta amarilla (Fournier, 2004).

#### **RECUADRO 1**

##### **Resumen de la nueva Ley de Pesca y Acuicultura, Ley número 8436.**

Con mayoría calificada y en forma unánime el 10 de febrero del 2005 se aprobó la nueva Ley de Pesca y Acuicultura, compuesta de 12 títulos, 26 capítulos y 175 artículos. El trámite llevó un largo proceso en la Asamblea Legislativa, mediante consultas constitucionales, negociaciones políticas y la conformación de una comisión para estudiar y consensuar más de 300 mociones. El objetivo de la ley es fomentar y regular la actividad pesquera y acuícola en las diferentes etapas de captura, extracción, procesamiento, transporte, comercialización y aprovechamiento de las especies acuáticas; y, a la vez garantizar la conservación, protección y sostenibilidad de los recursos para las generaciones actuales y futuras.

Se determinan diferentes tipos de pesca: artesanal, comercial, científica, didáctica, deportiva y pesca de fomento para la repoblación o conservación de los recursos pesqueros. Así mismo, se establece como Unidad Ejecutora de la Ley y del Plan de Desarrollo Pesquero y Acuícola al Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura. Sin embargo, hace la excepción que en aguas continentales y áreas protegidas el encargado de la protección de los recursos acuáticos es el Ministerio del Ambiente y Energía.

Dentro de las generalidades esta Ley declara de utilidad pública e interés social, la actividad pesquera y de interés nacional el fomento y desarrollo de esa actividad y de la industria afín (Art. 5). Decreta el dominio y jurisdicción exclusivos del Estado Costarricense sobre los recursos marinos y las riquezas naturales existentes en las aguas continentales, el mar territorial, la zona económica exclusiva (ZEE) y las áreas adyacentes a esta última (Art. 6). Por otro lado, determina que la actividad cerquera de atún en la ZEE pero fuera del mar territorial, está sujeta a los tratados internacionales, y es la única pesca que pueden realizar las embarcaciones extranjeras en Costa Rica. (Art.7). También, prohíbe la pesca comercial y pesca deportiva en parques nacionales, monumentos naturales y reservas biológicas; y solamente si así lo contempla el plan de manejo se puede realizar la pesca en la parte continental e insular, en las reservas forestales, zonas protectoras, y refugios nacionales de vida silvestre y humedales.

La Ley establece la obligación del Estado a través del Poder Ejecutivo de elaborar el Plan de Desarrollo Pesquero y Acuícola, contemplando aspectos de protección y aprovechamiento responsable de los recursos; procesos industriales, desarrollo de la flota pesquera nacional, comercialización, zonas de reserva para la pesca deportiva, infraestructura pesquera, zonas para actividades de avituallamiento y, la protección de los intereses nacionales en el afloramiento marino del Pacífico denominado “domo térmico”, entre otros (Art. 3).

Como Principio de pesca responsable, la Ley estipula que el acto de pescar deberá realizarse en forma responsable para asegurar la conservación y gestión efectiva de los recursos acuáticos vivos, evitando la explotación excesiva y efectos dañinos sobre el ecosistema (Art. 32). Además, la Ley le da el mandato al INCOPECA de fijar, conforme a criterios técnicos, científicos, económicos y sociales, las zonas o épocas de veda para determinadas especies.

Se dispone como prohibiciones: (i) utilizar o llevar a bordo artes de pesca no autorizados; (ii) usar explosivos para pescar; (iii) emplear equipos acústicos como artes de pesca y

sustancias tóxicas; (iv) impedir las migraciones naturales de peces; (v) interceptar peces en los cursos de agua mediante instalaciones, atajos y otros que atenten contra la vida acuática; (vi) introducir especies declaradas por el Estado como perjudiciales para los recursos pesqueros; (vii) arrojar a las aguas cualquier residuo o líquido; (viii) capturar ejemplares de especies de talla inferior a la autorizada, (ix) utilizar dimensiones y materiales no autorizados para mallas, anzuelos, redes y artes de pesca en general, que no sean los fijados para las capturas; (x) emplear redes agalleras y redes de arrastre pelágicas de altura; (xi) realizar prácticas contra la sustentabilidad del recurso pesquero; y, (xii) utilizar embarcaciones sin licencia de pesca al día y no identificadas debidamente.

Dentro de los delitos que fija la ley, se sancionan las siguientes actividades en aguas interiores y mar territorial: (i) pesca sin licencia, permiso, concesión o autorización correspondiente; (ii) aleteo de tiburón o descarga de aletas sin el respectivo cuerpo; (iii) muerte, captura, destace, trasiego o comercio en el mar territorial de quelonios, mamíferos marinos o especies declaradas en peligro de extinción y protegidas por convenios internacionales aplicables a Costa Rica; (iv) pesca en época y zona de veda; (v) utilización de artes de pesca prohibidos; (vi) empleo de sustancias o materiales explosivos o venenosos en labores de pesca; y, (vii) manejo, desecho o introducción de especies o materiales para el control biológico o químico que pongan en peligro los recursos pesqueros. Además de las multas y penas privativas de libertad correspondientes a cada delito, se instaure que todo hecho punible sancionado, tendrá como consecuencia la pérdida, en favor del INCOPECA, de los artes de pesca utilizados para cometer el delito. Asimismo, como novedad, los buques usados para cometer el delito responderán al pago de las multas, se deberán inscribir como gravamen en el Registro de Bienes Muebles, para ejecutar el embargo en caso de que no se pague la multa.

Fuente: Cajiao,2005

### **Recursos biológicos de valor**

#### **Las tortugas baulas declinan fuerte en el Pacífico y leve en el Caribe**

En el 2004 anidaron 49 tortugas baulas *Dermochelys coriacea* en el Parque Nacional Marino Las Baulas, el número más bajo reportado para ese sitio, lo que confirma la tendencia a la disminución registrada desde hace más de quince años. El 34,7 % de las tortugas contabilizadas desovaron por primera vez en las playas del Parque, el 65,3% reingresaron, este dato se considera alto e indica que las medidas tomadas en los primeros años de protección en la costa han sido exitosas y fundamentales para la supervivencia de la población. Sin embargo, los esfuerzos conservacionistas deben intensificarse tanto en las playas de anidación, como en sus rutas migratorias y en los campos de alimentación (Paladino *et al*, 2005).

La mayor anidación de baulas ocurrió frente al sector de Playa Grande, aun sin infraestructura turística pero con planes de desarrollo (recuadro 2). En el sector norte el porcentaje de nidos se redujo por la construcción de casas cercanas a la playa, cuyos propietarios han removido la vegetación natural ocasionando contaminación lumínica; la iluminación además atrae a los neonatos alejándolos del mar. También se encontraron diferencias físicas y químicas en la arena entre los sectores de playa con alta o baja influencia humana, en cuanto a porosidad,

contenido de humedad, salinidad, materia orgánica y acidez, ocasionados por la erosión de las playas debida a la alteración de la berma y vegetación de la parte alta y drenajes de tanques sépticos, entre otros. Esto mismo sucedió en Playa Tamarindo, cuyo desarrollo a partir de los años ochenta ocasionó que las tortugas dejaran de anidar (Paladino y Spotila, 2005).

Por otro lado, la baula en el Caribe de Costa Rica fue estimada como la cuarta colonia de importancia en el mundo. Mediante censos aéreos y rastros se calcularon de 5.759 a 12.893 nidos por año, entre el Río San Juan y Playa Chiriquí de Panamá. El marcaje de tortugas demostró que después de anidar, las baulas se dispersan a través del Caribe, Golfo de México y el Atlántico Norte. El estudio en las Playas de Tortuguero, Pacuare y Gandoca entre 1995 y 2003 indica un leve declinamiento o estabilidad de la población debido al éxito de la anidación dispersa y a una captura incidental menor que en el Pacífico, probablemente por que en el Atlántico hay menos traslape entre las áreas de pesca y los hábitats. La recolección ilegal de nidos de tortugas baulas, declinó de 78% en 1987 a 11,5 % en el 2003 en las tres playas estudiadas, aunque está prohibida desde 1948 y con pena de prisión desde el 2002. La agilidad en las sentencias es lo que podría desalentar la recolección ilegal de huevos, para esto, los saqueadores de nidos deben arrestarse y entonces se requiere incrementar la vigilancia en las playas de anidación (Troëng *et al.*, 2004).

Entre 1996 y 2002, una labor de concientización en las comunidades y la colaboración del personal de Guarda Costa, redujo el saqueo de nidos de 32 a 11% en Punta Banco de Golfito, donde se da anidación solitaria las tortugas pico de lora *Lepidochelys olivacea*, *Eretmochelys imbricata* y tortuga verde del Pacífico *Chelonia mydas agassizi*. El desove "solitario" muestra una tasa de nacimiento del 80% o más, mientras que en el desove masivo y sincronizado de las arribadas, la tasa de nacimiento en los nidos está entre 1 y 8%; esto debido a la destrucción masiva de huevos por las mismas tortugas anidando sobre otro nido anterior y, la proliferación de hongos y bacterias. De ahí la gran importancia de proteger los anidamientos solitarios en las playas de nuestros litorales, en especial aquellas fuera del Sistema de Áreas de Conservación (PRETOMA, 2002).

## RECUADRO 2

### **Parque Nacional Marino Las Baulas de Guanacaste: un reto a la conservación**

El Parque Nacional Marino Las Baulas, fue creado por el Decreto No. 20518 MINAE de 1991 y ratificado por la Ley No.7524 de 1995, para proteger las playas de anidación de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*). Actualmente, representa uno de los sitios de anidación más importantes en el Pacífico Oriental, pues las colonias de baulas ya han colapsado en varios de países de América y Asia y, la especie está catalogada por la UICN en peligro crítico de extinción. El Parque también resguarda hábitats estuarinos, costeros y marinos.

El Parque Baulas presenta una alta fragilidad ambiental por su reducido territorio continental, la expansión urbana y turística en sus costas y alrededores, la deforestación en su cuenca de drenaje, la introducción de especies domésticas, la alta afluencia de

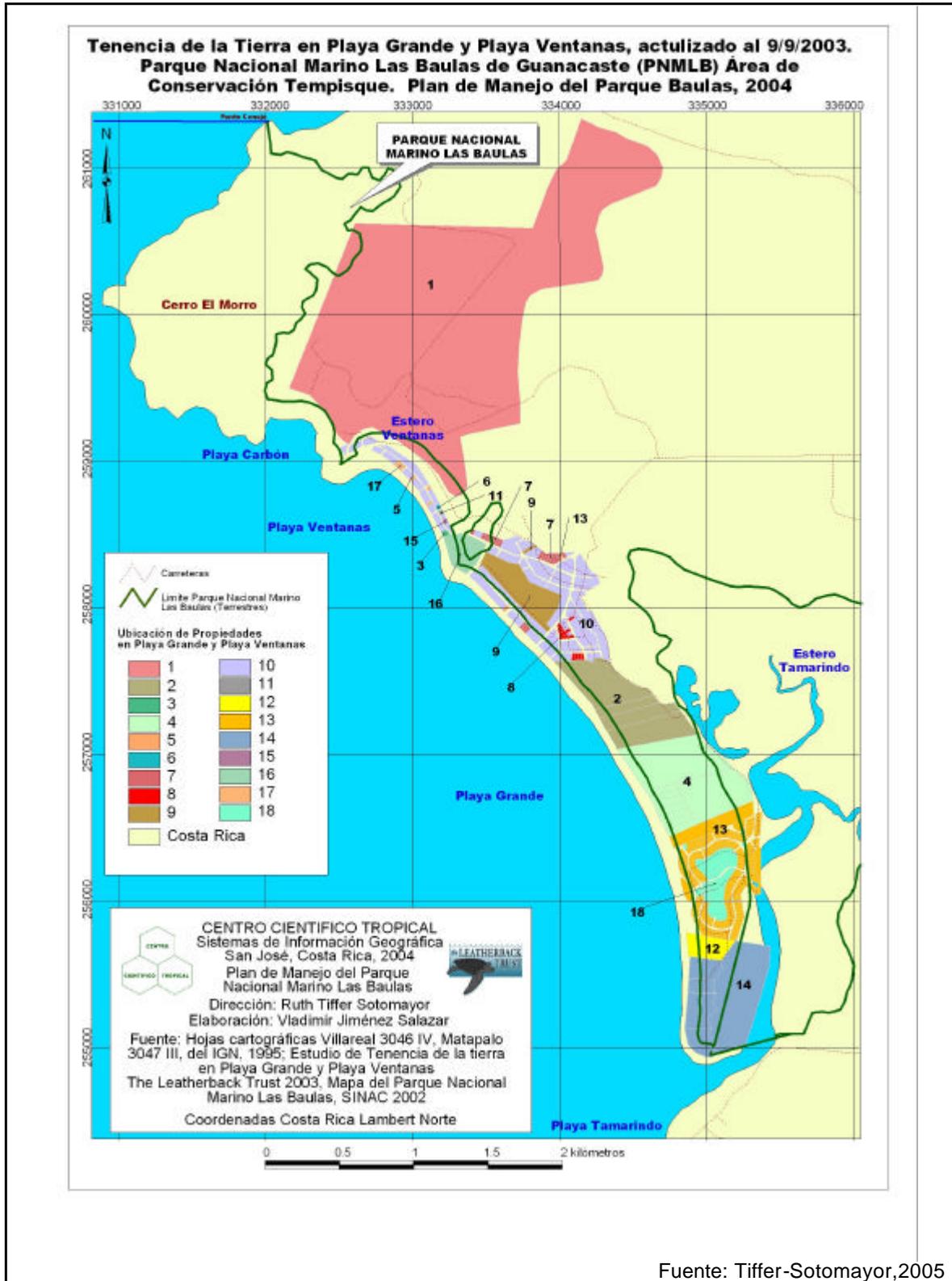
visitantes y el reducido presupuesto y personal. Algunos de los impactos causados por el desarrollo urbano en los alrededores del Parque son: las construcciones urbanas frente a las playas, el incremento en la demanda del recurso hídrico, la contaminación líquida y sólida, la corta de vegetación de manglar y bosque seco, el relleno de esteros y la contaminación lumínica. Existe una intensa lotificación en las playas y planes de más construcciones en el área (ver mapa). Además, en el sector marino del Parque se dan actividades de pesca deportiva y comercial, afectando la integridad de los ecosistemas marinos.

El Parque Baulas recién ha desarrollado un Plan de Manejo con el fin de priorizar acciones y concentrar esfuerzos para resolver los problemas más serios. El Plan de Manejo generó un Plan de Acción, un Reglamento de uso público y la zonificación del área protegida. Para eso se realizó un diagnóstico ambiental del área, talleres con la participación de vecinos, representantes locales y de instituciones del sector turismo, hídrico, pesca, ambiente y educación, entre otros; también reuniones de trabajo con el personal del Parque y análisis cartográfico.

La ejecución del Plan de Acción permitirá fortalecer la protección del recurso marino costero, fomentar la investigación en temas prioritarios, incrementar la participación local en la conservación de la biodiversidad del Parque y del área de influencia a través de programas de sociedad civil, ecoturismo, investigación y educación ambiental; mejorar el control del ingreso y atención a los visitantes; restaurar y reforestar áreas alteradas en el Parque y alrededores; estrechar la cooperación con organizaciones no gubernamentales locales e internacionales; realizar una gestión con visión de cuenca hidrográfica; regular el uso público de los recursos protegidos y captar fondos de fuentes donantes.

La implementación del Plan de Manejo será posible con el apoyo del MINAE y de una sociedad conciente de los problemas en esta área protegida; las amenazas que enfrenta la baula no están solamente en el mar lejano, sino también en sus playas de anidación, las cuales hoy día sufren cambios en su condición natural; sin sus playas, adónde anidarán las baulas?

El Parque Baulas es un área de gran valor biológico para el país y Guanacaste, donde se está gestando una rápida transformación del paisaje y de las costas. El futuro del patrimonio natural de este Parque está ahora en manos del Estado y de nuestra sociedad.



### **En espera de regulaciones para el turismo de cetáceos**

El turismo de mamíferos marinos inició en Costa Rica en 1998 con tres empresas dedicadas a la observación de ballenas y delfines; para al año 2004 ya existían 44 empresas en funcionamiento con un ingreso estimado de US\$ 4,2 millones. La visitación principal se realiza en Golfo Dulce, Bahía Drake, Bahía Ballena, Quepos y Golfo de Papagayo en el Pacífico y en Manzanillo en el Caribe; en 93% de 46 viajes efectuados se observaron tres especies: el delfín manchado *Stenella attenuata* en el 64% del total de las observaciones, 21% el delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* y 12% la ballena jorobada *Megaptera novaeangliae*. La alta tasa de observación demuestra la abundancia de ciertas especies en el litoral (Cubero-Pardo *et al.*,2004).

La cantidad, la cercanía de las embarcaciones a los cetáceos y la forma de manejo, pueden afectar el comportamiento, la cohesión social y la salud de los animales. Por esto, se requieren regulaciones para un manejo adecuado de la actividad y mantener el disfrute y aprovechamiento del recurso. También es necesario, desarrollar campañas de educación y sensibilización a los capitanes de las embarcaciones y guías turísticos. Por otro lado, la investigación biológica sobre la distribución estacional en áreas específicas y el comportamiento, contribuiría a predecir rutas de ballenas y determinar zonas donde pueden ser más sensibles a perturbaciones (Cubero-Pardo *et al.*,2004).

### **Ecosistemas sensibles**

#### **Alga invasora amenaza la biodiversidad de Bahía Culebra**

Observaciones recientes han revelado el alarmante crecimiento de la población del alga verde tóxica *Caulerpa sertularioides*, cubriendo las comunidades coralinas de Bahía Culebra. Esta especie ha colonizado todo tipo de sustrato arenoso, rocoso, coral vivo y muerto entre los cero y diecisiete metros de profundidad y se ha extendido, en un periodo de dos años, sobre 150 hectáreas. En los años noventa se descubrió un parche pequeño frente a Playa Ocotal, pero fue unos diez años después que se identificó en Bahía Culebra. Una fronda ya apareció en la zona de Murciélagos en el 2004 (Cortés, 2005). Existen informes de esta especie en Panamá, en donde se estudiaron mortalidades de corales hace 15 años ocasionadas por la sombra del alga reduciendo la radiación solar y la circulación del agua (Fernández y Cortés, 2005).

La rápida dispersión del alga se debe a la característica que tiene para producir nuevos organismos a partir de fragmentos de frondas, posiblemente despegados por las anclas de los botes turísticos y de pesca. Además, el crecimiento es favorecido por los nutrientes que afloran durante la estación seca en el Golfo de Papagayo; en un mes se han medido crecimientos de rizoma de 30 cm. En algunas áreas entre tres y seis metros de profundidad la cobertura del alga es del 100% y muy densa; se han contabilizado 60 frondas de hasta 10 centímetros de

largo por cada 100 centímetros cuadrados. Así mismo, por la presencia de caulerpina, la sustancia tóxica, son pocos los organismos herbívoros que se alimentan del alga controlando su crecimiento, como el pez loro. La presencia del alga *Caulerpa* origina cambios en la comunidad de organismos bentónicos del arrecife, eliminando otras especies de algas, reduciendo la abundancia de especies como babosas de mar o aumentando la densidad de gusanos de mar (Fernández, 2004).

El efecto negativo sobre la biodiversidad de los ecosistemas marinos ocasionados por la invasión de especies de *Caulerpa*, está ampliamente documentado para otros mares. En el Mediterráneo, un caso bastante conocido, el alga *C. taxifolia* fue introducida por accidente en 1984 a partir de un clon para acuario de rápido crecimiento y en la actualidad se extiende sobre casi 5.000 hectáreas (Kaiser, 2000). La afectación potencial del paisaje submarino por el crecimiento de esta alga en Papagayo, podría tener un impacto económico sobre el turismo de buceo; aunque también la actividad turística misma puede contribuir a la dispersión de la especie invasora. Este es un asunto que debe tratarse con prontitud entre legisladores, manejadores, científicos y otros interesados; para determinar la naturaleza y magnitud del problema, analizar las alternativas posibles, determinar y reducir el riesgo y diseñar un plan de seguimiento (Bax *et al.*, 2001).

### **Lenta recuperación de los arrecifes de coral**

El calentamiento de las aguas por el Fenómeno del Niño ha sido la causa natural que más ha afectado los arrecifes del Pacífico, con eventos en los años 1982-1983, 1986-1987, 1991-1992 y 1997-1998; los cuales han reducido el 50 % del coral vivo en Isla del Caño y el 90% en Isla del Coco (Cortés, 2004). Las perturbaciones climáticas ocurridas, han afectado de forma diferente las zonas costeras. Por ejemplo, el Niño del 97 considerado el más fuerte de todos, causó menos mortalidad en la costa Pacífica que los fenómenos anteriores, probablemente por que las colonias sobrevivientes se han vuelto más tolerantes al estrés térmico y también por otros factores oceanográficos; en el Golfo de Papagayo, área de afloramiento de aguas profundas y frías, se blanquearon el 32,4% de las colonias y la mortalidad fue solo de un 5,7% (Jiménez *et al.*, 2001).

En los periodos entre esos eventos se ha dado recuperación de los corales, aunque muy lenta. En Isla del Caño se observa principios de recuperación en alrededor del 32% del coral y el 70% de esta recuperación se encuentra en la sección norte de la isla, en otras partes no se nota ningún cambio; además, se ha visto que las floraciones algales interfieren en forma negativa con la regeneración del arrecife (Guzmán y Cortés, 2001). En el Pacífico Central la regeneración de los corales, después de eventos cálidos, es variable según los sitios y se retrasa por impactos antropogénicos. Se ha estudiado una recuperación más rápida en el Parque Manuel Antonio, que en Cambutal y el Parque Marino Ballena, pues además de factores biológicos y físicos distintos entre las zonas, en estos dos

últimos sitios hubo una gran entrada de sedimentos por la construcción de la carretera costanera (Jiménez y Cortés, 2003).

El arrecife de Punta Cocles en el Caribe, de 10,5 hectáreas de extensión, es otro caso de recuperación y manejo costero. Un estudio reciente ha determinado un incremento en la cobertura de corales vivos del 16%, en relación a un 5% en 1985, y un 13,2% en 1995; siendo el sitio distante a fuentes de sedimentación como ríos grandes y asentamientos humanos. Así mismo por el fuerte oleaje existente, en general hay baja visitación de buzos y turistas; aunque en períodos calmos, los visitantes intentan caminar sobre el arrecife debido a su poca profundidad y dañan las colonias coralinas de *Acropora* y de *Millepora*. También, la alta conciencia ambiental de los vecinos del arrecife favorece su conservación, mediante continua vigilancia de aquellas personas que buscan extraer recursos, limpieza de la playa, y constante preocupación por informar a los visitantes el valor ecológico de ese arrecife (Fernández y Alvarado, 2004).

La actividad turística de buceo se da en trece zonas arrecifales del país, más de la mitad de ellas está dentro de áreas protegidas; en el Caribe se bucea en el Parque Nacional Cahuita y el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo. En el Pacífico Norte en Islas Bolaños, Murciélago, Negritos y Bahía Santa Elena del Parque Nacional Santa Rosa; también en Isla Despena, Islas Catalinas, Bajo Meros, Playa Blanca, Península de Nacascolo-Papagayo, Punta Ocotol e Isla Chora en Sámara. En el Pacífico Central se visita Isla Tortuga en Paquera, Playa Blanca en Punta Leona, islas Olocuita y Gemelas en el PN Manuel Antonio y el Parque Nacional Isla del Coco; y, en el Pacífico Sur la Reserva Biológica Isla del Caño, San Josecito-Drake e Islas Tres hermanos en el PN. Marino Ballena (Sánchez, 2005).

El buceo es promovido en el país como “Turismo de aventura” y representa el 22,3% de ese tipo de turismo, similar a las actividades de dosel y superior a los rápidos en ríos. Esta actividad está regulada por los decretos ejecutivos 29421 y 31095-MEIC-TUR del 23 de marzo de 2001 y 17 de marzo de 2003, para asegurar la calidad de las empresas con base en aspectos de seguridad (57,7%, mantenimiento (30,8%) y personal guía (11,5%) (ICT, 2003). Las empresas se someten a evaluación e inscripción en el Instituto Costarricense de Turismo (ICT); en la actualidad solo hay seis empresas de la región de Guanacaste inscritas en el ICT (Sánchez, 2005), son pocas en relación a la cantidad de zonas visitadas. Por la fragilidad antes expuesta de los arrecifes, es importante contar con mayor número de empresas inscritas, así como solicitar más requisitos para los guías de buceo en cuanto a su conocimiento sobre ética del buceo, impactos ambientales y otros aspectos que aseguren la verdadera protección de ese recurso.

### **La situación en humedales de importancia internacional**

El Parque Nacional Palo Verde, dentro de las llanuras de inundación del Río Tempisque, conserva más de 7.000 hectáreas de lagunas y humedales. Por

albergar gran cantidad de aves migratorias, el humedal estacional Palo Verde de 1.350 hectáreas, sitio Ramsar desde 1991, fue considerado el más importante del Pacífico de Centro América. Pero ya desde 1993, por cambios observados después de la interrupción de actividades ganaderas una década atrás, se incluyó dentro de un registro internacional para áreas que requieren manejo o protección especial. La reducción del espejo de agua en la laguna por la invasión de la planta acuática *Typha dominguensis*, propicia que las aves visiten los arrozales colindantes al Parque, poniendo en riesgo las poblaciones debido al uso de plaguicidas agrícolas. Esto ha propiciado acciones de manejo para rehabilitar 350 hectáreas de laguna mediante la introducción de ganado y labores mecánicas de fangueo, con el fin de eliminar y controlar el crecimiento de la planta, así como la corta de especies leñosas en los bordes y el interior del humedal inexistentes en registros fotográficos históricos. (González y Jiménez, 2003).

También se restauró la hidrología original del humedal, afectada por obras realizadas en el Parque mismo y por cambios globales en la cuenca baja del Río Tempisque. Esto no solo ha favorecido las aves acuáticas sino la diversidad en general del humedal. En la época seca del año 2003, más de 30 especies de aves vadeadoras visitaron el humedal, entre ellas: 15.000 piches *Dendrocygna autumnalis*, 8500 cercetas *Anas discors* y 180 piches canelo *Dendrocygna bicolor*, aunque aun representan menos del 50% de los inventarios antes realizados; en el periodo 2000-2001 se reportaron los números de especies e individuos más bajos desde 1979. Otras especies observadas han sido pato real, cigüeña, espátula rosada y garza blanca y especies con poblaciones reducidas como *Jabiru mycteria*, entre otras (González y Jiménez, 2003).

Muchas de las especies vegetales del humedal tienen valor forrajero, el ganado vacuno al alimentarse expone la lámina de agua y se rehabilitan hábitats para aves acuáticas. Además de mejorar la ecología, el pastoreo en el Humedal Palo Verde ha generado rentabilidad a los ganaderos involucrados, contando con la aceptación de la comunidad local y científica. En esta gestión converge el interés institucional en el manejo participativo y la disposición de ganaderos locales de relacionarse por medio de una actividad productiva con la conservación, manejo participativo y restauración de los recursos, generando actitudes positivas hacia el humedal y la participación social. El pastoreo en el humedal Palo Verde representa un incremento de oportunidades para que habitantes rurales, mejoren habilidades en la gestión económica, ambiental y social, demostrando así la viabilidad de la gestión alternativa de un humedal Ramsar (Barboza, 2005).

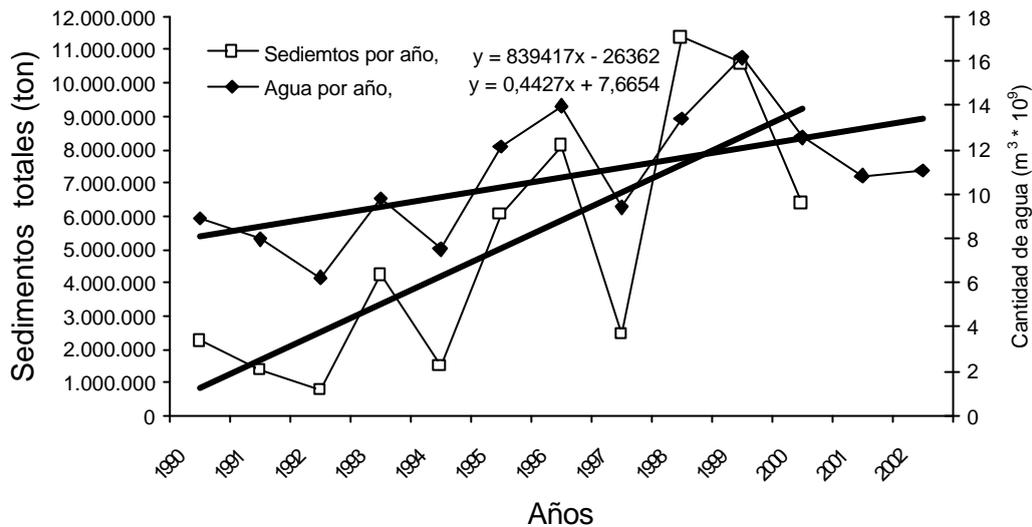
También, el Humedal Nacional Térraba-Sierpe es sitio Ramsar o de interés internacional desde 1995; comprende el bosque de manglar más grande de Costa Rica de alrededor 17.000 hectáreas y, una rica biodiversidad por su situación de puente natural entre las especies del norte y sur del continente americano. Entre las actividades económicas artesanales dentro del humedal está la extracción de pianguas y pesca, la producción ilegal de carbón de mangle y la agricultura de

subsistencia. El humedal es también importante como medio de transporte de turistas hacia los hoteles de la playa o para pesca deportiva (Reyes *et al*, 2004).

En el área del humedal unas 53 familias se dedican a la extracción de pargo, róbalo y corvina; el 59% de este pescado es distribuido a través de intermediarios. La extracción anual de pescado se estima en 932.000 kilogramos, generando ingresos brutos a la zona por aproximadamente 1 millón de dólares al año y netos de US\$ 848.786. Por otra parte, la extracción de piangua, actividad familiar realizada en el piso lodoso del manglar cerca de las desembocaduras o "bocas" Zacate y Guarumal principalmente, se estimó en 43.000 pianguas al día para una extracción anual de 7,7 millones de pianguas. En términos generales la actividad pianguera genera US\$ 1.130/ día, considerando un precio promedio de US\$ 0,026 por piangua. Los ingresos brutos por piangua son US\$ 202.266 al año, lo que significa un ingreso neto anual promedio *per capita* de US\$ 4.843 (Reyes *et al*, 2004).

Entre las amenazas al humedal se identifican la sedimentación y la sobre-explotación de los recursos pesqueros y de moluscos. Se han detectado cambios importantes en la entrada de sedimentos al manglar Terraba-Sierpe, así como variaciones en la escorrentía de la cuenca, debido a fuertes transformaciones en el uso del suelo por actividades agrícolas; se requiere revisar las prácticas de conservación de suelos, en miles de hectáreas de siembra de piña sobre suelos altamente mecanizados y limpios de maleza. En el periodo comprendido entre 1990 y 2002, con datos de la Estación Hidrológica Palmar suministrados por el ICE, se encontró un incremento anual en la cantidad de sedimentos suspendidos y el agua transportada; la entrada de sedimentos varió de 0,78 millones de toneladas métricas en 1992 a más de 10 millones de toneladas métricas en 2002. Si bien los sedimentos transportados por los ríos son la base del sustrato requerido por los manglares, las condiciones extremas son factores estresantes para los ecosistemas (gráfico 2; Pizarro-Bustos, 2004).

**GRAFICO 2. Variación anual en la carga de sedimentos suspendidos en el Río Térraba y su relación con la cantidad de agua anual transportada medidos en la Estación Palmar.**



Fuente: ICE en Pizarro-Bustos, 2004

### **Contaminación marino costera**

Los bifenilos policlorados (PCB) son compuestos industriales incluidos en la lista de las Sustancias Tóxicas Persistentes. Son mezclas complejas de hidrocarburos clorados utilizadas desde los años 1930; tienen distribución universal pues se transportan a través de la atmósfera y las corrientes marinas. Su solubilidad es baja en el agua y por esto son adsorbidos en los sedimentos del fondo de los cuerpos de agua. En América Central fueron introducidos entre 1950 y 1960, principalmente para sistemas de enfriamiento, fluidos para intercambiador de calor, condensadores y transformadores eléctricos (PNUMA, 2002).

Los PCB tienen una vida media sumamente larga en peces adultos, provocan perturbación endocrina en organismos y tienen efectos carcinógenos; también tienen una vida media mayor a seis años en sedimentos aeróbicos. Costa Rica prohibió el uso de los PCB en el 2001, aunque siempre se mantienen residuos sin manejo en patios de transformadores y otros sitios, que continúan impactando los cursos de agua. La Dirección de Gestión de Calidad Ambiental del Ministerio de Ambiente y Energía, está actualmente realizando una base de datos para los

Compuestos Orgánicos Persistentes, con información sobre uso, importación, existencias, almacenamiento o disposición final, entre otros. El Proyecto ha iniciado con un Inventario de PCB y en el futuro se tendría acceso a esta base a través de la *Web*.

El año pasado se publicaron estudios sobre PCB en sedimentos costeros, con muestras tomadas entre 1996 y 2003 en Bahía Culebra, Golfo Dulce, Golfo de Nicoya y Limón. En todas las muestras, excepto en aquellas de Golfito, se detectaron concentraciones muy bajas de PCB. Los valores promedio para Nicoya, Papagayo y el Caribe son de 1,66, 1,36 y 1,80 ng/g de sedimento seco, respectivamente; y, en Golfo Dulce de 3,61 ng/g. En tanto que en ríos contaminados de Norteamérica se han detectado concentraciones de hasta 50 ng/g (Spongberg, 2004a).

Las bajas concentraciones encontradas pueden deberse a la inexistencia de fuentes de contaminación locales o al tipo de sedimento predominantemente arcilloso donde no se adsorben estos compuestos pues son más afines a la fracción orgánica o, a las temperaturas cálidas que aceleran la degradación de los mismos. La relación de PCB con el tipo de sustrato es evidente en las muestras del Golfo de Nicoya, donde en Puntarenas sorprende las concentraciones más bajas debido al fondo arenoso y, en el cieno del manglar de Punta Morales las más altas de hasta 7 ng/g de sedimento seco (Spongberg, 2004b). Por otra parte, el puerto de Golfito tuvo concentraciones de hasta un máximo de 15,7 µg/g de sedimento seco; en ese sitio y, en los sedimentos profundos de la parte norte del Golfo y de la estela del Río Coto Colorado existen concentraciones moderadas de contaminantes (Spongberg, 2004c).

La contaminación por metales traza encontrada en sedimentos costeros fue alta para la bahía de Golfito (5,8% hierro, 96 µg/g zinc, 87µg/g cobre, 6 µg/g plomo) y baja para Bahía Culebra (4% hierro, 66 µg/g zinc, 58µg/g cobre, 3,0 µg/g plomo), considerándose esta última como la zona más limpia. La concentración de plomo fue también alta en Moín (6,4 µg/g), donde funciona la refinería de petróleo. En general se califica como de contaminación intermedia el Golfo de Nicoya y la bahía de Moín (García-Céspedes *et al.*, 2004). Estos dos últimos sitios, a pesar de las actividades portuarias y las descargas urbanas e industriales, son favorecidos por movimientos de masas de agua: una fuerte corriente marina superficial en dirección sureste en Limón y, la entrada de agua salina en los ciclos de marea y salida de las descargas de los ríos en el Golfo de Nicoya (Lizano, 1998; Lizano y Alfaro, 2004). La baja contaminación medida en Papagayo representa información de base importante, para monitorear el impacto futuro del desarrollo de infraestructura y marinas turísticas.

Existen cuatro anteproyectos de marinas turísticas propuestos en el Golfo de Papagayo, dos en Playas del Coco y en playas Panamá y Manzanillo, para un total de 1180 botes. El año pasado cerraron la marina de Flamingo en Santa Cruz

por problemas de contaminación del mar con hidrocarburos, tenía 20 años de operar. En otras zonas del litoral Pacífico están también en trámite proyectos para más de 1870 embarcaciones en Bahía Potrero de Santa Cruz, Playa Carrillo, Playa Naranja de Paquera, Mata de Limón, Puntarenas Centro, Playa Agujitas de Garabito, Quepos, Puertocito de Osa y dos en Golfito. En funcionamiento hay una marina en Puntarenas Centro de 120 a 45 lanchas pero en problemas con el Plan Regulador para ampliar sus instalaciones y; con el aval de la CIMAT Comisión Interinstitucional de Marinas y Atracaderos, solo está la Marina Los Sueños en Playa Herradura de Golfito de 200 a 120 botes.

### **Mareas rojas**

Las floraciones algales nocivas (FAN) usualmente denominadas mareas rojas son fenómenos frecuentes en el Golfo de Nicoya. Estas son producidas por cianobacterias; dinoflagelados Gymnodiniaceae y otros del género *Ceratium*, este último con algunas especies asociadas a eventos tóxicos por la presencia de enzimas parálíticas en peces muertos; y también por la diatomea *Pseudo-Nitzschia*, productora del ácido domóico causante de intoxicaciones amnésicas por mariscos en humanos. Las FAN son importantes de conocer y dar seguimiento por los impactos negativos en la economía de extracción de moluscos y pesca artesanal, así como en la salud pública (Vargas-Montero y Freer, 2004 a,b,c). Un incremento en la ocurrencia de estos eventos podría relacionarse con cambios en el ecosistema marino costero, debido el arrastre de nutrientes de la fertilización de los campos agrícolas y las descargas de aguas servidas de las poblaciones costeras.

Durante el verano del 2004 se detectó una marea roja extensa a lo largo de toda la costa Pacífica, cuyo proliferación principal se encontró frente a las playas de Puntarenas y Caldera. Esta fue ocasionada por el dinoflagelado *Cochlodinium polykrikoides*, una especie que por primera vez domina las floraciones algales en el país y se interpreta como un indicador de cambio climático o de un aumento en la eutroficación antropogénica de las aguas costeras. El fenómeno produjo en el mar coloración rojo óxido, olor fétido y cantidad de espuma, alejando el turismo de algunas playas y originando mortalidades de corales en Bahía Culebra y de peces en otras partes de la costa (Vargas-Montero *et al.*, 2004). En el Golfo de Papagayo, los vientos alisios del noreste entre diciembre y mayo alcanzan velocidades promedio de hasta 10,7 metros por segundo; transportan horizontalmente el agua lejos de la costa y traen a la superficie aguas ricas en nutrimentos, favoreciendo la productividad biológica primaria y a la vez poniendo en suspensión quistes de microalgas que florecen; por esto las FAN son allí más frecuentes durante la época seca (Vargas-Montero, 2005).

### **Esfuerzos en el control de la contaminación marino-costera**

El Proyecto “Salvemos el Estero de Puntarenas” coordinado por el INCOPECA desde hace una década, continúa vigilando y controlando la calidad de efluentes y

el manejo de desechos de las plantas de proceso de pescado y de aceites de embarcaciones. Por la recuperación observada de camarones y peces, ahora los pescadores habitantes aledaños al estero también están atentos a los problemas de contaminación y alertan a las autoridades. Los logros obtenidos en recuperar la calidad de las aguas se mantuvieron en el 2004, aunque siempre está pendiente solucionar las descargas de aguas negras y los botaderos de basura en las inmediaciones (Marín, 2005).

El año pasado hubo un retroceso en la tendencia creciente de playas galardonadas mostrada entre 1996 y 2003 (Proyecto Estado de la Nación, 2004). Entre las playas ganadoras se premiaron 50 (6 menos que en el 2003): 9 en Limón (Negra, Blanca y Puerto Vargas en el Parque Nacional Cahuita; Negra de Puerto Viejo, Cocles, Chiquita, Punta Uva, Net Creek, Gandoca en el Refugio Gandoca Manzanillo), 19 en Guanacaste (Bahía Junquillal, Manzanillo, Monte del Barco, Arenilla, Panamá, Hermosa, Ocotal, Pan de Azúcar, Flamingo, Conchal, Grande, Punta el Madero, Langosta, Junquillal, Ostional, Pelada de Nosára, Guiones de Nosára, Carrillo, Punta Islita) y 22 en Puntarenas (Quitzales, Isla Tortuga, Pochote, Agujas, Limoncito y Blanca en Punta Leona, Esterillos Oeste, Bejuco; Espadilla Sur, Manuel Antonio, Gemelas y Puerto Escondido en el Parque Nacional Manuel Antonio; Mata Palo, Barú, Dominical; Punta Uvita, La Colonia, Ballena y Piñuelas en el Parque Nacional Marino Ballena; Blanca de Jiménez, Zancudo) (Mora y Chávez, 2005). En el 2004 se evaluaron 84 playas y con respecto al año 2003, perdieron el galardón Playa Tamarindo y Penca en Guanacaste, Santa Teresa en la Península de Nicoya; El Roble, Doña Ana y Puntarenas centro, estas tres últimas sufren los desechos arrastrados por el Río Tárcoles desde el Valle Central (Rojas, 2005).

A finales del año pasado entró en operación el emisario submarino de la Ciudad de Limón, proyecto planteado luego de la destrucción del alcantarillado sanitario por el terremoto de 1991. Los efluentes, previa separación de sólidos, son bombeados por un tubo de 60 centímetros de diámetro y 1.690 metros de longitud a 18 metros de profundidad entre Isla Uvita y Limón, a una distancia no menor de 500 metros de ambas costas. El emisario reduce el impacto directo de estas descargas sobre los ecosistemas costeros y la salud pública; sin embargo, las aguas servidas, mezcladas con parte de las aguas pluviales, además de la carga orgánica llevan contaminantes como líquidos hospitalarios, hidrocarburos y otros residuos. Es importante dar seguimiento a la calidad de las aguas en el litoral Caribe durante los próximos años (Vartanián, 2005).

### **Referencias bibliográficas**

Barboza, G. 2005. Sostenibilidad del pastoreo en un humedal tropical: el caso del Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica. Tesis de Maestría. Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 75 p.

Bax, N., Carlton, J.T., Mathews-Amos, A., Haedrich, R.L., Howarth, F.G., Purcell, J.E., Reiser y Gray, A. 2001. The Control of Biological in the World's Oceans. *Conservation Biology*. 15(5): 1234-1246.

Bonilla, R. y Chavarría, J.B. 2004. Box-Jenkins analysis for shark landings in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Suppl. 2): 183-188.

Cajiao, M.V. 2005. Resumen de la nueva Ley de Pesca y Acuicultura, Ley número 8436. Recuadro preparado para el Onceavo Informe Estado de la Nación. San José. Programa Estado de la Nación.

Cortés, J. 2005. CIMAR Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad de Costa Rica. Comunicación personal. San José.

Cortés, J. 2004. Los arrecifes coralinos de Costa Rica. Recuadro preparado para el Décimo Informe Estado de la Nación. San José. Programa Estado de la Nación.

Cubero-Pardo, P., Rodríguez-Fonseca, J y Miranda-Garnier, X. 2004. A First Insight and Preliminary Analysis of "Whale Watching" Impact in Costa Rica, Central America. Informe Técnico FP-2. Fundación Promar, San José, Costa Rica. 13 p.

Fernández, C. 2004. *Caulerpa sertularioides*, a green alga spreading aggressively over coral reef communities in Culebra Bay, North Pacific of Costa Rica. 58th Annual meeting of the Phycological Society of America. Resúmenes Agosto 2004. Williamsburg, Virginia, Estados Unidos.

Fernández, C. y Alvarado, J.J. 2004. El arrecife coralino de Punta Cocles, costa Caribe de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 ( Suppl. 2): 121- 129,

Fernández, C. & J. Cortés. 2005. *Caulerpa sertularioides*, a green alga spreading aggressively over coral reef communities in Culebra Bay, North Pacific of Costa Rica. *Coral Reefs*. 24 (1): 10.

Fournier, M.L. 2004. Estudio de Impacto Ambiental del cultivo de *Thunnus albacares* en jaulas al sureste de Punta Banco, Pavones de Golfito, Costa Rica. Para: Granjas Atuneras de Golfito S.A. Biosfera Consultores S.A. San José. 209 p.

García-Céspedes, J., J.A. Acuña-González y J.A. Vargas-Zamora. 2004. Metales traza en sedimentos de cuatro ambientes costeros de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Suppl. 2): 51-60.

González, E. y Jiménez, J. 2003. Restauración y manejo del humedal Ramsar Palo Verde, Costa Rica. Simposio Internacional sobre Restauración de Humedales, 24-26 de setiembre del 2003. Parana, Argentina. 12 p.

Guzmán, H. y Cortés, J. 2001. Changes in Reef Community Structure After Fifteen Years of Natural Disturbances in the Eastern Pacific (Costa Rica). *Bulletin of Marine Science*. 69(1): 133-149.

Instituto Costarricense de Turismo. 2003. Turismo aventura. Guía de Evaluación para los Procesos de Mantenimiento y Seguridad. Departamento de Fomento. 82 p.

Jiménez, C., Cortés, J., León, A. y Ruiz, E. 2001. Coral Bleaching and Mortality Associated with the 1997-1998 El Niño in an Upwelling Environment in the Eastern Pacific (Gulf of Papagayo, Costa Rica). *Bulletin of Marine Science*. 69(1): 151-169.

Jiménez, C. y Cortés, J. 2003. Coral Cover Change Associated to El Niño, Eastern Pacific, Costa Rica, 1992-2001. *Marine Ecology*. 24(3):179-192.

Kaiser, J. 2000. California Algae May Be Feared European Species. *Science*. 289:222-223.

Lizano, O. 1998. Dinámica de las aguas en la parte interna del Golfo de Nicoya ante altas descargas del Río Tempisque. *Rev. Biol. Trop.* 46 (Supl. 6): 11-20.

Lizano, O.G. y E. Alfaro. 2004. Algunas características de las corrientes marinas en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Supl. 2): 77-94.

Marín, B. 2005. Coordinador de la Comisión Interinstitucional Salvemos el Estero de Puntarenas. INCOPECA Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura. Comunicación personal. San José.

Mora, D. y Chávez, A. 2005. Programa Bandera Azul Ecológica. Incentivo comunitario para mejorar la salud pública en Costa Rica. Laboratorio Nacional de Aguas. San José, Costa Rica. 12 p.

Paladino, F., Reina, R., Spotila, J. y Santidrián, P. 2005. Monitorear, conservar e investigar la población, ecología y fisiología de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) en el Parque Nacional Marino Las Baulas. Informe al MINAE. Investigación de Resolución ACT-OR-049-04. 10 p.

Paldino, F. y Spotila, J. 2005. Impact of Beach Development on Leatherback Nests and the Physical and Chemical Characteristics of the Beach at Parque Nacional Marino Las Baulas. Reporte para SETENA. Leatherback Trust. 15 p.

Pizarro-Bustos, F. 2004. Cambios potenciales en el ecosistema de manglar Térraba-Sierpe por la variación en el aporte de sedimentos y nutrientes como consecuencia de la futura construcción de la represa hidroeléctrica Boruca, Costa Rica. Tesis de Maestría en Análisis de Ecosistemas Acuáticos. Universidad Internacional de Andalucía. España. 113 p.

PNUMA Productos Químicos. 2002. Evaluación regional sobre sustancias tóxicas persistentes. Informe Regional de América Central y el Caribe. Suiza. 137 p.

PRETOMA Programa Restauración de Tortugas Marinas. 2002. Sea Turtle Conservation and Research Using Coastal Community Organizations as the Cornerstone of Support: Punta Banco. 24 p.

Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. 2004. Proyecto Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible: Décimo Informe 2003. San José, Costa Rica. 448 p.

Reyes, V., Miranda, M., Monge, C. y Salas, F. 2004. Valoración económica del ecosistema Humedal Nacional Térraba-Sierpe y propuesta de mecanismos para su sostenibilidad, Costa Rica. Informe Final. UICN Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza. 143 p.

Rojas, J.E. 2005. Programa Bandera Azul Ecológica, 50 playas superaron prueba de limpieza. Periódico La Nación, Costa Rica. 17 de febrero. Sección de Economía. p.18.

Sánchez S., A. 2005. Actividades de Buceo en Costa Rica. Dirección de Planeamiento y Desarrollo Turístico. Instituto Costarricense de Turismo. 5 p.

Spongberg, A.L. 2004a. PCB Contamination in surface sediments in the coastal waters of Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 52 (Supl. 2): 1-10.

Spongberg, A.L. 2004b. PCB concentrations in sediments from the Gulf of Nicoya estuary, Pacific coast of Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 52 (Supl. 2): 11-22.

Spongberg, A.L. 2004c. PCB contamination in marine sediments from Golfo Dulce, Pacific coast of Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 52 (Supl. 2): 23-32.

Tiffer-Sotomayor, R. 2005. Parque Nacional Marino Las Baulas de Guanacaste: un reto a la conservación. Recuadro preparado para el Onceavo Informe Estado de la Nación. San José. Programa Estado de la Nación.

Troëng, S., Chacón, D. y Dick, B. 2004. Possible decline in leatherback turtle *Dermochelys coriacea* nesting along the coast of Caribbean Central America. Oryx. 38( 4): 395 – 403.

Vargas-Montero, M. y Freer, E. 2004a. Proliferaciones algales de la diatomea toxigénica *Pseudo-Nitzschia* (Bacillariophyceae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Suppl. 1): 000-000.

Vargas-Montero, M. y Freer, E. 2004b. Presencia de dinoflagelados *Ceratium dens*, *C. fusus* y *C. furca* (Gonyaulacales: Ceratiaceae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Suppl. 1): 115-120.

Vargas-Montero, M. y Freer, E. 2004c. Proliferaciones algales nocivas de cianobacterias (Oscillatoriaceae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Suppl. 1): 121-125.

Vargas-Montero, M., Freer, E., Jiménez-Montealegre, R. y Guzmán, J.C. 2004. Extensive blooms due to *Cochlodinium polykrikoides*: New to Costa Rica. *Harmful Algae News*. UNESCO. 26:7.

Vargas-Montero, M. 2005. Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas. Universidad de Costa Rica. Comunicación personal. San José.

Vartanián, D. 2005. Foro Ambiental. Centro Nacional de Alta Tecnología. Comunicación personal. San José.