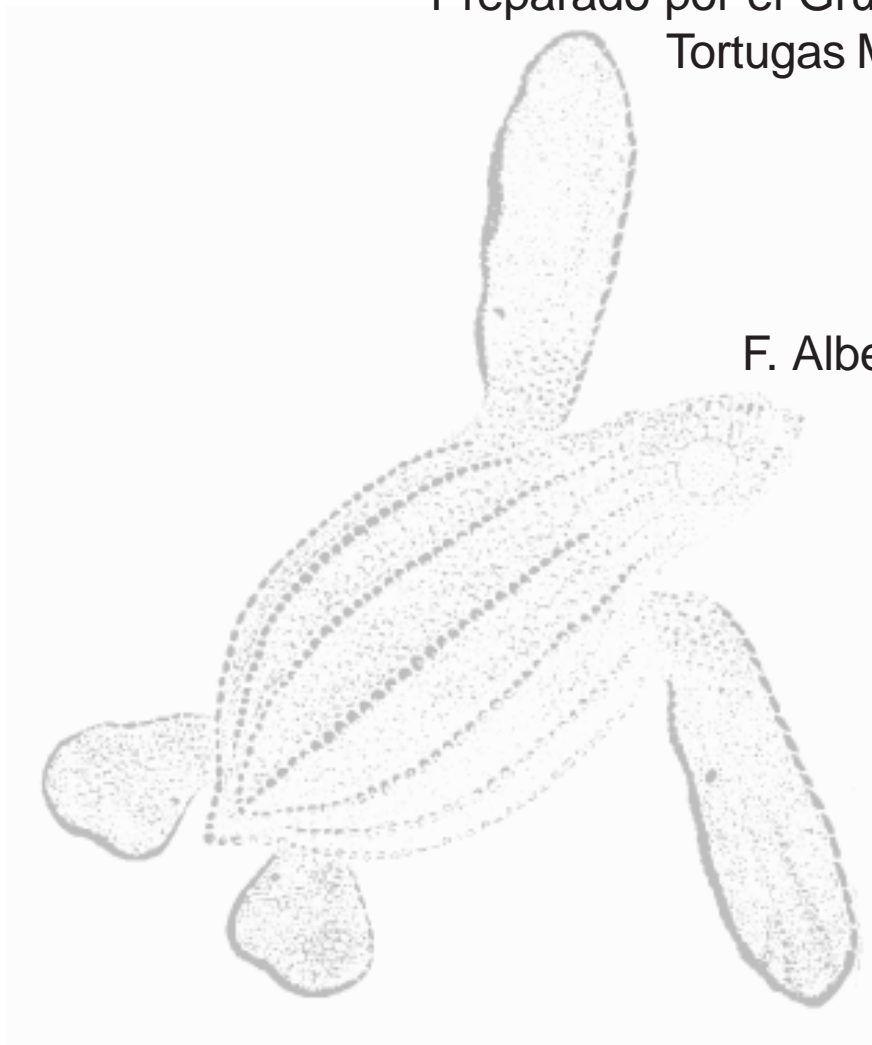


Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas

Preparado por el Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE

Editado por
Karen L. Eckert
Karen A. Bjorndal
F. Alberto Abreu-Grobois
M. Donnelly

Traducido al español por
Raquel Briseño-Dueñas
F. Alberto Abreu-Grobois
con la colaboración de
Laura Sarti Martínez
Ana Barragán Rocha
Juan Carlos Cantú
Ma. del Carmen Jiménez
Jaime Peña



WWF



CMS



SSC



NOAA



MTSG



CMC

El desarrollo y publicación de *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas* fué posible gracias al apoyo generoso de Center for Marine Conservation, Convention on Migratory Species, U.S. National Marine Fisheries Service y el Worldwide Fund for Nature.

©2000 SSC/IUCN Marine Turtle Specialist Group

La reproducción de esta publicación para fines educativos u otros propósitos no comerciales está autorizado sin permiso por el titular del derecho de autor, mientras que la fuente sea citada y que el titular reciba una copia del material reproducido.

La reproducción para fines comerciales está prohibida sin previa autorización del titular del derecho de autor.

ISBN 2-8317-0580-0

Impreso por Consolidated Graphic Communications, Blanchard, Pennsylvania USA

Material artístico para la cubierta, por Tom McFarland- Cría de tortuga laúd, *Dermochelys coriacea*

La cita correcta para esta publicación es la siguiente: Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Editores). 2000 (Traducción al español). *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4.

Para adquirir copias de esta publicación, por favor solicitarlas a:

Marydele Donnelly, MTSG Program Officer
IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group
1725 De Sales Street NW #600
Washington, DC 20036 USA
Tel: +1 (202) 857-1684
Fax: +1 (202) 872-0619
email: mdonnelly@dccmc.org

Presentación

En 1995 el Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG por sus siglas en inglés) publicó una *Estrategia Mundial para la Conservación de Tortugas Marinas*. En ella, se definen lineamientos sobre los cuales se deben encauzar los esfuerzos para recuperar y conservar a poblaciones de tortugas marinas reducidas drásticamente o en proceso de declinación, en todo el ámbito de su distribución global. Como elementos singulares en la estructura funcional de ecosistemas complejos, las tortugas marinas sostienen una relación importante con hábitats costeros y oceánicos. Por ejemplo, contribuyen a la salud y el mantenimiento de los arrecifes coralinos, praderas de pastos marinos, estuarios y playas arenosas. La *Estrategia* respalda programas integrales orientados a prevenir la extinción de las especies y promueve la recuperación y el sostenimiento de poblaciones saludables de tortugas marinas que realizan eficientemente sus funciones ecológicas.

Las tortugas marinas y los humanos han estado vinculados desde los tiempos en que el hombre se estableció en las costas e inició sus recorridos por los océanos. Por innumerables generaciones, las comunidades costeras han dependido de las tortugas marinas y sus huevos para la obtención de proteínas y otros productos. En muchas regiones, esta práctica aún continúa. Sin embargo, durante el transcurso del siglo XX, el incremento en la comercialización intensiva de los productos de tortuga marina ha diezariado muchas poblaciones. Debido al complejo ciclo de vida de las tortugas marinas -en este proceso los individuos migran entre varios hábitats que pueden incluir la travesía de toda una cuenca oceánica- para su conservación, se requiere de una planeación del manejo con un enfoque de cooperación internacional, que reconozca la interconexión entre hábitats, de poblaciones de tortugas marinas y de poblaciones humanas, en tanto que se aplique el mejor conocimiento científico disponible.

A la fecha, nuestro éxito para llevar a cabo cualquiera de ambas tareas ha sido mínimo. Las especies de tortugas marinas están catalogadas como “En peligro crítico”, “En peligro” o “Vulnerable” por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). La mayoría de las poblaciones han disminuido inexorablemente como secuela de las prácticas de extracción no sustentables para el aprovechamiento de su carne, concha, aceite, pieles y huevos. Decenas de miles

de tortugas mueren cada año al ser capturadas accidentalmente en artes de pesca activas o abandonadas. Asimismo, muchas áreas de anidación y alimentación han quedado inhabilitadas o presentan un franco deterioro, por los derrames de petróleo, acumulación de desechos químicos, plásticos no-degradables y otros desechos antropogénicos; aunado a los desarrollos costeros de alto impacto y, al incremento del turismo y la diversificación de estas actividades tanto en la zona costera como en la oceánica.

Para reforzar la supervivencia de las tortugas marinas, es indispensable que en todos los países localizados en las áreas de distribución de estas especies, el personal que realice los trabajos de conservación en el campo, recurra a lineamientos estandarizados y a criterios apropiados. Las técnicas de conservación y manejo estandarizadas promueven la recopilación de datos comparables y hacen posible el compartir los resultados entre los países y regiones.

En tanto que este manual tiene el propósito de cubrir la necesidad de lineamientos y criterios normalizados, reconoce a la vez, que un sector creciente de interesados en el trabajo de campo y tomadores de decisiones requieren orientación sobre las siguientes interrogantes: ¿cuándo y por qué seleccionar una opción de manejo entre las disponibles? y ¿cómo instrumentar efectivamente la opción seleccionada y evaluar los logros obtenidos?

El Grupo Especialista en Tortugas Marinas de la UICN considera que un manejo apropiado no puede realizarse sin el soporte de una investigación de alta calidad enfocada, en la medida de lo posible, hacia temáticas críticas para la conservación. Nuestra intención es que este manual sea de provecho a los interesados en la protección y manejo de las tortugas marinas de todo el mundo. Reconociendo que los programas con mayores logros, combinan las técnicas de censo tradicionales con el manejo de bases de datos electrónicas y el análisis genético con telemetría satelital; tecnologías que apenas podrían ser vislumbradas por los conservacionistas de la generación anterior, dedicamos este manual a los conductores del manejo y conservación de los recursos naturales del siglo XXI, quienes enfrentarán los cada vez más complejos retos de una administración apropiada. Esperamos que encuentren en este manual un entrenamiento y asesoría útiles.

Karen L. Eckert
Karen A. Bjorndal
F. Alberto Abreu Grobois
Marydele Donnelly
Editores

Agradecimientos

Congruente con el espíritu y estructura del Grupo Especialista en Tortugas Marinas de la Unión Mundial para la Naturaleza (MTSG/IUCN, por sus siglas en inglés), este manual es el resultado de los esfuerzos de colaboración de científicos y tomadores de decisiones situados alrededor del mundo. Los Editores estamos profundamente agradecidos por el apoyo y estímulo brindado por nuestros colegas así como por su buena disposición en compartir datos, experiencias y sabiduría. Tenemos una especial deuda con los autores y coautores - más de 60- que hicieron posible este manual, y con todos aquellos especialistas que participaron en el proceso de revisión crítica.

Las siguientes personas, con su revisión experta, contribuyeron sustancialmente a la obtención de la calidad final del manual: Ana Barragán (Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México); Anna Bass (University of Florida, USA); Miriam Benabib (Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México); Alan Bolten (University of Florida, USA); Annette Broderick (University of Wales Swansea, UK); Deborah Crouse (Fish and Wildlife Service, USA); Andreas Demetropoulos (Ministry of Agriculture and Natural Resources, Cyprus); Peter Dutton (National Marine Fisheries Service, USA); Scott Eckert (Hubbs-Sea World Research Institute, USA); Nat Frazer (University of Florida, USA); Jack Frazier (CINVESTAV, México); Marc Girondot (Université Paris 7-Denis Diderot, France); Brendan Godley (University of Wales Swansea, U.K.); Hedelvy Guada (WIDECAS, Venezuela); Julia Horrocks (University of the West Indies, Barbados); George Hughes (KwaZulu-Natal Nature Conservation Service, South Africa); Naoki Kamezaki (Sea Turtle Association of Japan); Rhema Kerr (Hope Zoological Gardens, Jamaica); Jeffrey Miller (Queensland Department of Environment and Heritage, Australia); Jeanne Mortimer (Conservation and National Parks, Republic of the Seychelles); Wallace J. Nichols (University of Arizona, USA); Joel Palma (World Wildlife

Fund-Philippines); Claude Pieau (Institut Jacques Monod, Paris, France); Henk Reichart (STINASU, Suriname); Rodney Salm (IUCN, Eastern Africa Regional Office); Laura Sarti M. (Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México); Barbara Schroeder (National Marine Fisheries Service, USA); Jeffrey Sybesma (Faculty of Law, University of the Netherlands Antilles); Robert van Dam (Institute for Systematics and Population Biology, The Netherlands); Alessandra Vanzella-Khoury (United Nations Environment Programme, Jamaica); and Jeanette Wyneken (Florida Atlantic University, USA).

También, hacemos extensivo nuestro profundo agradecimiento a Tom McFarland («Tom's Turtles») por su contribución artística. Su esmero por la precisión garantiza a los lectores de este manual un acceso a ilustraciones claras y exactas. Sus preciosos dibujos mejoran también la perspectiva de supervivencia de las tortugas marinas de una manera real, ya que una acción efectiva de conservación depende de datos verídicos, incluyendo una correcta identificación de las especies.

El manual no podría haberse realizado sin el apoyo financiero del Centro para la Conservación Marina (CMC), la Convención para Especies Migratorias (CMS), el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de EUA (NMFS) y la Unidad de Investigación Cooperativa de Pesquería y Vida Silvestre de Florida (USGS, Department of the Interior, Research Work Order 172).

Deborah White Smith diseñó el estilo del manual y transformó docenas de capítulos individuales a un formato coherente. La traducción al español estuvo a cargo de Raquel Briseño Dueñas y F. Alberto Abreu-Grobois, con la participación de Ana Barragán, Juan Carlos Cantú, María del Carmen Jiménez Quiroz, Jaime Peña y Laura Sarti.

En suma, el proyecto resultó beneficiado con los talentos de más de 100 personas de todo el mundo.

¡A todos, nuestro más sincero agradecimiento!

Karen L. Eckert
Karen A. Bjorndal
F. Alberto Abreu Grobois
Marydele Donnelly
Editores

Tabla de Contenido

1. Generalidades

Introducción a la Evolución, Historias de Vida y Biología de las Tortugas Marinas	3
<i>A. B. Meylan y P. A. Meylan</i>	
Diseño de un Programa de Conservación	6
<i>K. L. Eckert</i>	
Prioridades para los Estudios sobre la Biología de la Reproducción y de la Anidación	9
<i>J. I. Richardson</i>	
Prioridades para la Investigación en Hábitats de Alimentación	13
<i>K. A. Bjorndal</i>	
Conservación Basada en la Comunidad	16
<i>J. G. Frazier</i>	

2. Taxonomía e Identificación de Especies

Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de las Especies	23
<i>P. C. H. Pritchard y J.A. Mortimer</i>	

3. Evaluación de Poblaciones y de Hábitats

Estudios de Hábitat	45
<i>C. E. Diez y J. A. Ottenwalder</i>	
Prospecciones Poblacionales (Terrestres y Aéreas) en Playas de Anidación	51
<i>B. Schroeder y S. Murphy</i>	
Estudios de Poblaciones en Playas de Arribadas	64
<i>R. A. Valverde y C. E. Gates</i>	
Estudios en Hábitats de Alimentación: Captura y Manejo de Tortugas	70
<i>L. M. Ehrhart y L. H. Ogren</i>	
Estudios Aéreos en Hábitats de Alimentación	75
<i>T. A. Henwood y S. P. Epperly</i>	
Estimación del Tamaño de la Población	78
<i>T. Gerrodette y B. L. Taylor</i>	
Identificación de Poblaciones	83
<i>N. FitzSimmons, C. Moritz y B. W. Bowen</i>	

4. Metodologías y Procedimientos para la Colecta de Datos

Definición del Inicio: La Importancia del Diseño Experimental	95
<i>J. D. Congdon y A. E. Dunham</i>	
Sistemas de Adquisición de Datos para el Seguimiento del Comportamiento y la Fisiología de las Tortugas Marinas	101
<i>S. A. Eckert</i>	
Bases de Datos	108
<i>R. Briseño-Dueñas y F. A. Abreu-Grobois</i>	
Factores a Considerar en el Mercado de Tortugas Marinas	116
<i>G. H. Balazs</i>	
Técnicas para la Medición de Tortugas Marinas	126
<i>A. B. Bolten</i>	
Periodicidad en la Anidación y el Comportamiento entre Anidaciones	132
<i>J. Alvarado y T. M. Murphy</i>	
Ciclos Reproductivos y Endocrinología	137
<i>D. Wm. Owens</i>	
Determinación del Tamaño de la Nidada y el Éxito de la Eclosión	143
<i>J. D. Miller</i>	
Determinación del Sexo en Crías	150
<i>H. Merchant Larios</i>	
Estimación de la Proporción Sexual en Playas de Anidación	156
<i>M. Godfrey y N. Mrosovsky</i>	
Determinación del Sexo de Tortugas Marinas en Hábitats de Alimentación	160
<i>T. Wibbels</i>	
Muestreo y Análisis de los Componentes de la Dieta	165
<i>G. A. Forbes</i>	
Medición del Crecimiento en Tortugas Marinas	171
<i>R. P. van Dam</i>	
Redes de Recuperación y Monitoreo de Tortugas Varadas	174
<i>D. J. Shaver and W. G. Teas</i>	
Entrevistas y Encuestas en Mercados	178
<i>C. Tambiah</i>	

5. Reducción de Amenazas

Reducción de las Amenazas a las Tortugas	187
<i>M. A. G. Marcovaldi y C. A. Thomé</i>	
Reducción de las Amenazas a los Huevos y las Crías: Protección <i>In Situ</i>	192
<i>R. H. Boulon, Jr.</i>	

Reducción de las Amenazas a los Huevos y a las Crías: Los Viveros	199
<i>J. A. Mortimer</i>	
Reducción de las Amenazas al Hábitat de Anidación	204
<i>B. E. Witherington</i>	
Reducción de las Amenazas a los Hábitats de Alimentación	211
<i>J. Gibson y G. Smith</i>	
Reducción de la Captura Incidental en Pesquerías	217
<i>C. A. Oravetz</i>	
6. Crianza, Cuidado Veterinario y Necropsia	
La Crianza y Reproducción en Cautiverio de Tortugas Marinas: Una Evaluación de su Uso como Estrategia de Conservación	225
<i>J. P. Ross</i>	
Rehabilitación de Tortugas Marinas	232
<i>M. Walsh</i>	
Enfermedades Infecciosas en Tortugas Marinas	239
<i>L. H. Herbst</i>	
Toma de Muestras de Tejidos y Técnicas para la Necropsia	246
<i>E. R. Jacobson</i>	
7. Legislación e Instrumentación	
Grupos de Interés de las Bases y Legislación Nacional	252
<i>H. A. Reichart</i>	
Colaboración Regional	256
<i>R. B. Trono y R. V. Salm</i>	
Tratados Internacionales de Conservación	260
<i>D. Hykle</i>	
Aspectos Forenses	265
<i>A. A. Colbert, C. M. Woodley, G. T. Seaborn, M. K. Moore and S. B. Galloway</i>	

Reducción de las Amenazas a los Hábitats de Alimentación

Janet Gibson

UNDP/GEF-CZM Project, 8 St. Mark Street, Belize City, Belize; Tel: +501 2-35739 / -30719;

Fax: +501 2-35738; email: jgibson@btl.net

Gregory Smith

Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network (WIDECAST), Hol Chan Marine Reserve, San Pedro, General Delivery, Ambergris Cay, Belize; Tel: +501 1-49661

La intuición nos indica que proteger de daños a las tortugas marinas, los huevos y las crías, es solo el primer paso para asegurar la sobrevivencia de las poblaciones amenazadas y en peligro. Las estrategias para reducir o eliminar las amenazas a los hábitats de anidación y alimentación deben ser una parte importante de cualquier plan de manejo (ver también Witherington, en este volumen). El hábitat de alimentación es, en un alto grado, específico para las especies; sin embargo, la mayoría de las especies dependen en gran medida de los ecosistemas costeros marinos para su alimentación. Hay algunos estadios del ciclo de vida que son excepciones, incluyendo el periodo epipelágico durante el cual se dispersan las crías (p. ej., ver Carr, 1987).

Dado que la mayoría de los administradores de recursos marinos están involucrados con aguas de jurisdicción nacional e incluso provincial, las aguas costeras reciben una gran atención para su manejo. Esto es conveniente, tomando en cuenta que la mayoría de las amenazas al medio marino provienen de actividades realizadas en el medio terrestre y por ende la zona costera es afectada desproporcionadamente. Esta sección revisa las principales amenazas a los hábitats de alimentación de las tortugas marinas en las aguas costeras, especialmente en los arrecifes coralinos y las praderas de pastos marinos. Se propone al Manejo Integral de la Zona Costera (MIZC) como la respuesta más efectiva a largo plazo. También se describen remedios específicos a amenazas persistentes (p. ej., el fondeo de embarcaciones en zonas vulnerables). Para maximizar la efectividad de los remedios específicos, estos deberán implementarse como componentes ineludibles de una estrategia holística de protección de la zona costera.

Amenazas a las Zonas de Alimentación

Disminución de la Calidad de Agua

Una reducción generalizada de la calidad del agua, particularmente relacionada con las actividades que incrementan la turbidez, es quizá, el factor más importante que afecta la zona costera. Los pastos marinos requieren de un mayor porcentaje de luz incidente que la mayoría de las plantas marinas. Su distribución está restringida por la profundidad, la temperatura y la salinidad, pero el principal factor limitante es la profundidad, porque depende de la disponibilidad de luz. Por lo tanto, las primeras áreas que son afectadas por la reducción de la claridad del agua son las praderas de pastos marinos más profundas, donde la atenuación de la luz es más severa (Kenworthy *et al.*, 1988, 1991).

La turbidez puede incrementarse por el escurrimiento de sedimentos de origen terrestre como resultado de prácticas inadecuadas de limpieza de las tierras para la agricultura, la producción forestal, la construcción de carreteras u otro tipo de desarrollos. De manera similar, el dragado con propósitos para la navegación o la ampliación artificial de la línea costera puede incrementar significativamente la turbidez cerca de la costa, afectando los pastos marinos más próximos. La alteración física del lecho marino, como ocurre durante el dragado, el uso de explosivos y el fondeo de embarcaciones, también pueden ser factores que contribuyen de manera importante a reducir el área de cobertura de los pastos marinos.

El incremento en la concentración de nutrientes (p. ej., por aguas residuales y agroquímicos) proveniente de fuentes terrígenas también puede

producir mayor turbidez, ya que los nutrientes incrementan la biomasa de fitoplancton en la columna del agua. Adicionalmente, el incremento del contenido de nutrientes generalmente favorece el crecimiento de epífitas en las hojas de los pastos marinos causando un efecto de sombra que puede destruir totalmente los pastos marinos. Si la calidad del agua se mejora, la productividad de los pastos marinos se incrementa y con una mayor penetración de la luz, la distribución de los pastos también se amplía. Como un resultado directo, los peces y otras formas de vida marina dependientes de los pastos marinos también se benefician, incluyendo a las tortugas marinas herbívoras y omnívoras (estas últimas depredan sobre crustáceos y otros invertebrados que habitan en el ecosistema de pastos marinos).

Como en el caso de los pastos marinos, la calidad del agua es un factor limitante para los arrecifes coralinos. La sedimentación y la eutroficación son los factores principales en la disminución de los arrecifes coralinos alrededor del mundo (Ginsburg, 1994). El incremento del contenido de sedimentos asfixian a las colonias de los organismos del arrecife y reducen la luz disponible para la fotosíntesis. Una fuerte sedimentación también está asociada con un menor crecimiento del coral y disminución en la diversidad, una reducción de la capa de coral vivo y del reclutamiento del coral y un decremento en la calcificación y productividad del coral (Rogers, 1990). Consecuentemente, la acumulación de sedimentos en la zona costera resultante del dragado y los escurrimientos terrígenos, son una de las mayores fuentes potenciales de la degradación de arrecifes derivada de las actividades humanas. Este efecto puede ser de larga duración, puesto que la resuspensión y el transporte de sedimentos dragados puede continuar ocurriendo años después de que el dragado se haya terminado.

Similarmente, el incremento en la concentración de nutrientes, como aquel provocado por aguas residuales sub-tratadas, pueden causar cambios en las comunidades arrecifales. Estudios en Kaneohe Bay, Hawaii (EE.UU.) demuestran que el vertimiento del drenaje incrementa la biomasa de las algas bentónicas y la del fitoplancton en la columna de agua. Esto último conduce a un incremento en la alimentación de los invertebrados filtradores del bentos, los cuales junto con las algas bentónicas, excluyen por competencia a los corales (Pastorak y Bilyard, 1985).

Las numerosas inter-conexiones entre estos

ecosistemas marinos tropicales dominantes (arrecifes coralinos y pastos marinos) amplifican los efectos negativos de las amenazas antropogénicas que actúan en cualquiera de ellos. Los pastos marinos atrapan y estabilizan los sedimentos, previniendo la sedimentación de los sedimentos en el arrecife (Ogden, 1983); simultáneamente, los arrecifes coralinos proporcionan un rompeolas natural, reduciendo la energía del oleaje y creando condiciones ideales para el crecimiento de los pastos marinos. Un cambio en uno de los ecosistemas, como resultado de las actividades humanas, generalmente tiene repercusiones en el ecosistema adyacente, ilustrándose así, su interdependencia ecológica y enfatizando la necesidad de un enfoque holístico para su manejo y conservación.

Fondeo de Embarcaciones

El anclaje indiscriminado puede resultar en un daño significativo a los arrecifes coralinos y pastos marinos; este problema se incrementa conforme el turismo y la práctica de la navegación como pasatiempo se intensifican alrededor del mundo. Las anclas extraen los pastos marinos desde la raíz, fracturando el sistema de rizomas; una vez que las raíces son desestabilizadas, la recuperación es lenta. El anclaje continuo en muchas bahías costeras de las Islas Vírgenes estadounidenses, ha reducido la cobertura de pastos marinos, por ello praderas que una vez se extendían hasta los 18.5 m ahora raramente persisten por debajo de los 4 m. Con las tasas de perturbación más altas que las de recuperación en muchas áreas, la capacidad de los ecosistemas para soportar la alimentación de las tortugas marinas está declinando (Williams, 1988).

Las anclas y las cadenas de las anclas causan una destrucción significativa a corales y otros organismos del sistema arrecifal, incluyendo aquellos localizados en las áreas protegidas; estos y otros efectos del uso múltiple de dichos ecosistemas presentan un gran desafío para el manejo de la zona costera (p. ej., Rogers *et al.*, 1988). Adicional al resquebrajamiento del coral y la mortalidad directa, las perforaciones y los canales en la estructura arrecifal causadas por el anclamiento repetitivo pueden alterar el patrón de corrientes y promover la erosión de sedimentos, causando daños adicionales. En su revisión de los impactos de las actividades de recreación sobre los arrecifes coralinos, Tilmant (1987) registró tres grandes aspectos de preocupación sobre arrecifes sujetos a un uso recreacional intensivo: veleo,

buceo y el impacto de la pesca. El autor advierte que el daño físico a los corales por las anclas puede ser extenso, por ejemplo, se estimó que el 20% de coral cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*) fue destruido en una área de anclaje popular en Florida.

Contaminación por Petróleo y por Desechos Marinos

La contaminación por petróleo y el vertimiento de alquitrán son peligros potenciales (y actuales) en muchas áreas costeras. La región del Gran Caribe alberga varias grandes refinerías y se caracteriza por su variedad de rutas marítimas activas; más de 700 000 toneladas de petróleo son transportadas por la región diariamente. El seguimiento de un derrame en el Caribe Panameño en 1986, indica que declinó la biomasa de los pastos marinos y que la infauna fue severamente afectada, los arrecifes de la zona intermareal declinaron y los arrecifes de la zona submareal sufrieron una mortalidad significativa y efectos subletales (Keller y Jackson, 1993). En adición al daño efectuado por los derrames de alto impacto, el lavado de los depósitos de los barcos cisterna produce una contaminación crónica, la cual puede producir estrés a los pastos marinos y a los arrecifes coralinos (reduciendo las tasas de reproducción, por ejemplo).

El depósito de basuras en el mar, o el vertimiento de ésta a partir de fuentes terrígenas, es una seria amenaza a la zona costera global. La muerte de organismos marinos como resultado de la ingestión de desechos o por quedar atrapados en restos de redes y otros residuos a la deriva, ha sido ampliamente conocido y publicitado (p. ej., Balazs, 1985; Laist, 1987), pero quizá menos extensamente conocida es el grado de amenaza que la basura, representa para el medio ambiente. Por ejemplo, las bolsas de plástico pueden enredarse alrededor de los corales y sofocar los tejidos subyacentes (Rogers *et. al.*, 1988). Los desechos también pueden ahogar a los pastos marinos y liberar elementos nocivos y producir otras amenazas a los hábitats de alimentación importantes.

Pesca con Dinamita y con Sustancias Químicas

El uso de dinamita, sustancias químicas y otras técnicas de demolición de coral para capturar peces, causa un daño irreparable al lecho marino y especialmente a los arrecifes coralinos. En el caso de la dinamita, se mata a una gran cantidad de peces no-objetivo, mientras que otros no flotan a la superficie y

consecuentemente no son colectados. El daño físico perpetrado por tales métodos, destruye la cimentación del arrecife, reduciendo o eliminando su capacidad para dar sustento a la fauna dependiente de estos hábitats como por ejemplo, peces comerciales, invertebrados, así como a tortugas marinas. El cloro y una amplia variedad de otras sustancias químicas son extremadamente tóxicas para los corales. La aplicación de blanqueadores con cloro u otras sustancias nocivas a los arrecifes, utilizadas para la atrapar langostas o peces (incluyendo especímenes tropicales para el comercio de mascotas) mata a los corales, envenena las áreas de crecimiento y desarrollo de los peces comerciales y degrada el hábitat de alimentación de las tortugas marinas.

Otras Amenazas

Otras amenazas a las zonas de alimentación incluyen el varamiento de barcos, ciertas técnicas de pesca (p. ej., el arrastre con redes por el fondo, el descenso de trampas o el anclaje indiscriminado con bloques de cemento sobre los arrecifes vivos), la construcción cerca de la costa (ejemplo muelles, marinas), construcciones para protección de la línea de costa (p. ej., rompeolas, escolleras), el buceo descuidado ya sea libre o con tanque (tocando, recolectando, atropellando) o la caminata sobre los arrecifes (también, una práctica común en todas las islas del Pacífico, es la recolección de piezas de coral en las áreas someras, como un medio de subsistencia). Éstas, entre otras actividades, directa o indirectamente afectan la salud o la integridad física de los pastos marinos, los arrecifes coralinos, el manglar, los estuarios y otros ecosistemas costeros relacionados.

Manejo Integral de la Zona Costera (MIZC)

Para asegurar la supervivencia de las tortugas marinas y de los hábitats de alimentación de los cuales dependen, es requisito indispensable una aproximación holística al manejo sustentable de los recursos costeros. La diversidad de amenazas que actúan sobre estos hábitats requiere de una estrategia de manejo integral, la cual pueda coordinar las actividades de muchos sectores e involucrar su inclusión en los ejercicios de planeación. El MIZC cubre esta necesidad ofreciendo un marco de trabajo dentro del cual las dependencias involucradas puedan participar de manera conjunta hacia su objetivo común: el uso sustentable de los recursos costeros (Clark, 1992).

Los componentes de una estrategia nacional deben incluir la planeación y zonificación para usos múltiples de las áreas costeras, desarrollando una red de áreas marinas protegidas, conduciendo programas de investigación y de monitoreo, identificando y satisfaciendo las necesidades legales, políticas y de lineamientos especiales, y promoviendo la educación ambiental. Los siguientes componentes son importantes para el hábitat de las tortugas marinas.

Planeación y Zonificación

Una planeación efectiva debe estar cercanamente coordinada en (o entre) los niveles gubernamentales apropiados. Los componentes del MIZC con consecuencias directas sobre los hábitats de alimentación de las tortugas marinas deben enfocarse en la recuperación de la calidad del agua. Por ejemplo, reemplazando las fosas sépticas y la descarga de aguas residuales primarias y secundarias por aguas de desecho con tratamiento terciario; perfeccionando el manejo de cuencas para reducir la erosión, disminuyendo el aporte de sedimentos en las aguas costeras; reduciendo el uso de agroquímicos para disminuir el escurrimiento de fertilizantes y pesticidas, desarrollando lineamientos con respecto al dragado, uso de explosivos y la construcción en las línea de costa, etc.

A través del proceso de zonificación para usos múltiples o la designación de Areas de Manejo Especial, pueden introducirse regulaciones particulares para ofrecer medidas de protección, o en caso de ser necesario de mitigación, para la conservación de las zonas de alimentación de las tortugas marinas. Por ejemplo, prohibir el uso de redes de arrastre para la captura de camarón en ciertas áreas (como por ejemplo, en la zona marina frente a la playa de Rancho Nuevo, México, National Research Council 1990) o introduciendo zonas de prohibición para el fondeadero de embarcaciones (Rogers *et. al.*, 1988). Uno de los métodos mas elementales para prevenir el daño a los pastos marinos y a los arrecifes coralinos por las anclas, es instalando boyas para el amarre de embarcaciones en sitios que habitualmente son utilizados como fondeadero; el uso de tecnología benigna y barata se encuentra disponible fácilmente (p.ej., Halas, 1985).

Red de Areas Marinas Protegidas

Como parte del proceso para planear un sistema de áreas protegidas marinas, las áreas de alimentación

de las tortugas marinas deben ser identificadas y cartografiadas. Las áreas mas importantes deben ser incluidas dentro de la demarcación de los parques marinos, proporcionándose así, una medida de protección normativa.

Planes de Contingencia ante Derrames de Petróleo.

En áreas sujetas al riesgo de derrames de petróleo, debe prepararse un Plan de Contingencia para Derrames Marinos, asegurando que dicha estrategia de emergencia sea efectiva y fácilmente instrumentada durante la ocurrencia de un evento de derrame. Debe desarrollarse un Índice de Vulnerabilidad del Ecosistema, los mapas deben resaltar los ecosistemas y los recursos naturales más vulnerables a la contaminación petrolera (Price y Heinanen, 1992). En el caso de que tortugas con petróleo adherido deban ser rescatadas, la respuesta del personal responsable, ante esta situación de emergencia, debe fundamentarse en un total conocimiento de los protocolos adecuados.

Monitoreo

Los programas de monitoreo de arrecifes coralinos y de la calidad de agua deben ser un componente esencial del MIZC. Un seguimiento rutinario en la zona de los arrecifes indicará cambios (positivos o negativos) con el tiempo. Los parámetros siguientes deben ser incluidos en el protocolo de monitoreo: diversidad de especies, el porcentaje de cobertura del coral vivo, las tasas de sedimentación y el censo de peces. Una amplia variedad de metodologías sobre esta temática ha sido descritas (p. ej., UNEP, 1984; Rogers *et al.*, 1994). Si se demuestra que los cambios negativos son significativos, pueden ponerse en práctica medidas apropiadas de manejo para promover la recuperación, incluyendo entre otras, la zonificación para usos múltiples o la clausura de áreas.

El manejo de la calidad del agua debe incluir el establecimiento de criterios o normas que no sólo eviten un mayor deterioro, sino que también promuevan la recuperación. En el caso de los pastos marinos, la distribución de éstos es controlada estrechamente por la profundidad de la penetración de la luz. En consecuencia, los siguientes parámetros deberán ser incluidos en los protocolos de monitoreo: sólidos suspendidos totales, clorofila a, nitrógeno y fósforo inorgánico disuelto, profundidad de Secchi y color del agua. Debe medirse el coeficiente de atenuación de

la luz con irradiómetros, los cuales detectan las longitudes de onda de la luz utilizada por los pastos marinos (Kenworthy *et al.*, 1991).

Los programas de monitoreo generalmente requieren de la coordinación entre varias agencias. Cuando este es el caso, las técnicas de colecta de datos deberán asegurar su compatibilidad para los propósitos del análisis de datos.

Educación

Para asegurar una correcta apreciación del valor de los recursos costeros y de la supervivencia de las especies en peligro, incluyendo a las tortugas marinas, así como la aceptación de los procesos del manejo costero integrado y la promoción de una estrategia participativa de manejo, debe introducirse un programa educativo a todos los niveles, desde los que toman las decisiones hasta los escolares. Deben prepararse programas especiales a grupos específicos, como pescadores, navegantes aficionados, terratenientes costeros y turistas.

Recomendaciones y Conclusiones

El objetivo del proceso del MIZC es “asegurar el uso sustentable óptimo de los recursos naturales costeros, el mantenimiento de la biodiversidad y la conservación de los hábitats críticos, proveyéndose así, las bases para el desarrollo económico a largo plazo” (Clark, 1992). Para conservar especies migratorias como las tortugas marinas, los procesos de planeación nacionales deben complementar una perspectiva internacional más amplia. Temas de discusión como la contaminación, el manejo de cuencas y la designación de áreas protegidas requieren de un enfoque multinacional (ver Trono y Salm, este volumen).

Literatura Citada

Balazs, G. H. 1985. Impact of ocean debris on marine turtles: entanglement and ingestion, p.387-429. *In:* R. S. Shomura y H. O. Yoshida (Editores), Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris. NOAA Technical Memorandum NMFS-SWFC-54. U.S. Department of Commerce.

Carr, A. 1987. New perspectives on the pelagic stage of sea turtle development. *Conservation Biology* 1:103-121.

Clark, J. R. 1992. Integrated Management of Coastal

Zones. FAO Fisheries Technical Paper No. 327. United Nations/FAO, Rome. 167 pp.

Ginsburg, R. N. (Compilador). 1994. Proceedings of Colloquium on Global Aspects of Coral Reefs: Health, Hazards and History, 1993. Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science, University Miami Press. 385 pp.

Halas, J. C. 1985. A unique mooring system for reef management in the Key Largo National Marine Sanctuary, p.237-242. *In:* C. Gabrie y B. Salvat (Editores), Proceedings of the Fifth International Coral Reef Congress, Vol. 4. Antenne Museum-Ephe, Moorea, French Polynesia.

Keller, B. D. y J. B. C. Jackson (Editores). 1993. Long-term Assessment of the Oil Spill at Bahia Las Minas, Panama. Synthesis Report, Vol. II: Technical Report. OCS Study MMS 93-0048. Minerals Management Service, U.S. Department of Interior. 1017 pp.

Kenworthy, W. J., G. W. Thayer y M. S. Fonseca. 1988. The utilization of seagrass meadows by fishery organisms, p.548-560. *In:* D. D. Hook *et al.* (Editores), The Ecology and Management of Wetlands, Vol. I: Ecology of Wetlands. Timber Press, Oregon. 592 pp.

Kenworthy, W. J., J. Haunert y D. Haunert (Editores). 1991. The Light Requirements of Seagrasses: Proceedings of a Workshop to Examine the Capability of Water Quality Criteria Standards and Monitoring Programs to Protect Seagrasses. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFC-287. U.S. Department of Commerce. 181 pp.

Laist, D. W. 1987. Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 18(6 Part B):319-326.

National Research Council. 1990. Decline of the Sea Turtles: Causes and Prevention. National Academy Press, Washington D.C. 259 pp.

Ogden, J. C. (Editor). 1983. Coral Reefs, Seagrass Beds and Mangroves: Their Interaction in the Coastal Zone of the Caribbean. Report of a Workshop held at West Indies Lab., St. Croix, U. S. Virgin Islands, May 1982. UNESCO Reports in Marine Science 23:1-16.

Pastorak, R. A. y G. R. Bilyard. 1985. Effects of sewage pollution on coral-reef communities. *Marine Ecology Progress Series* 21:175-189.

- Price, A. R. G. y A. P. Heinanen. 1992. Guidelines for Developing a Coastal Zone Management Plan for Belize. World Conservation Union (IUCN), Gland, Switzerland. 37 pp.
- Rogers, C. S., L. McLain y E. Zullo. 1988. Damage to coral reefs in Virgin Islands National Park and Biosphere Reserve from recreational activities. *In: Proceedings of the Sixth International Coral Reef Symposium, Australia Vol. 2:405-410.*
- Rogers, C. S. 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Marine Ecology Progress Series 62:969-977.*
- Rogers, C. S., G. Garrison, R. Grober, Z. Hillis y M. A. Franke. 1994. Coral Reef Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic. U.S. National Park Service, Virgin Islands National Park, St. John.
- Tilmant, J. T. 1987. Impacts of recreational activities on coral reefs, p.195-214. *In: B. Salvat (Editor), Human Impacts on Coral Reefs: Facts and Recommendations. Antenne Museum, EPHE, French Polynesia.*
- United Nations Environment Program 1984. Coral Reef Monitoring Handbook. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 25. Nairobi. 321 pp.
- Williams, S. L. 1988. *Thalassia testudinum* productivity and grazing by green turtles in a highly disturbed seagrass bed. *Marine Biology 98:447-455.*