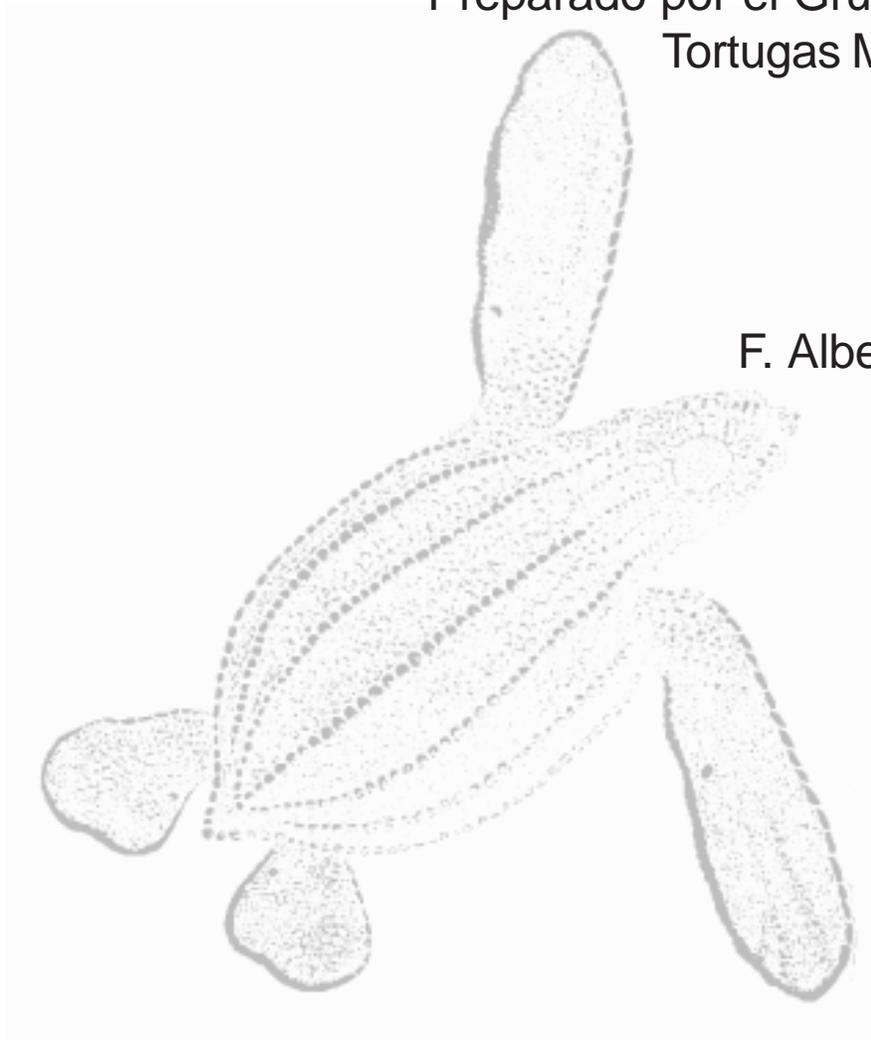


Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas

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 diezmando 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 Huevos y las Crías: Protección *In Situ*

Ralf H. Boulon, Jr.

Department of Planning and Natural Resources, Division of Fish and Wildlife, 6291 Estate Nazareth 101, St. Thomas, U. S. Virgin Islands 00802-1104; Tel: +1 (340) 775-6762; Fax: +1 (340) 775-3972; email: ab309@virgin.usvi.net

Las hembras de tortugas marinas abandonan la playa una vez que han depositado sus huevos en el nido de arena, por lo que los huevos y eventualmente las crías quedan sin protección parental. A partir de ese momento, la progenie permanece sujeta a un gran número de amenazas naturales (p. ej., erosión de la playa, inundaciones por mareas y tormentas, depredadores nativos) y otros peligros (p. ej., los recolectores de huevo furtivos y no furtivos provenientes de las comunidades ribereñas, los depredadores introducidos y el ganado, el desarrollo costero, etc.). A la fecha, se han desarrollado una amplia variedad de métodos *in situ* para reducir los efectos de estas amenazas. En este capítulo se describirán algunas de esas técnicas y se ofrecerán ejemplos de sus aplicaciones y sus aciertos.

De inicio, se debe advertir que la mejor opción es siempre aquella que implica la menor manipulación pero que produzca los resultados deseados. La recolección y el trasplante de huevos debe ser siempre la última elección (ver también Mortimer, en este volumen). La vigilancia de las playas y el uso de cercos de malla sobre los nidos parecen ser las estrategias más efectivas contra algunas amenazas, incluyendo la depredación por animales endémicos, puesto que producen una mayor cantidad de crías que las esperadas de los programas de trasplante de huevos. De todas las opciones discutidas en este capítulo, el condicionamiento al rechazo en depredadores y su control son las que tienen menos probabilidad de conducir a los resultados deseados.

El lector debe dirigirse al texto de Witherington, en este volumen, en busca de soluciones a las amenazas específicas resultantes del desarrollo costero (p. ej., la iluminación artificial, la protección costera y las actividades recreativas).

Vigilancia de la Playa y el Encubrimiento de los Nidos

La presencia de investigadores o personal de vigilancia (p. ej., representantes de la ley, activistas comunitarios, o guardaparques voluntarios) en la playa de anidación pueden reducir e incluso eliminar una amplia variedad de amenazas, incluyendo a los contrabandistas de huevos, a los depredadores y, en el caso de las crías, evitar que queden atrapadas en las basuras de la playa o que desorientadas se dirijan hacia la tierra siguiendo la luz artificial. Algunos depredadores, tales como cerdos salvajes (*Sus* sp.) o perros crónicamente hambrientos, probablemente no puedan ser controlados, pero la mayoría de los pequeños mamíferos y las aves de rapiña (y los contrabandistas) son reticentes a entrar en acción cuando hay presencia humana.

Para reducir la probabilidad de que los contrabandistas determinen el patrón de vigilancia (e incapacitarlos para que desarrollen sus actividades durante los períodos sin vigilancia), las rondas de las patrullas sobre la playa deben ser continuas (a lo largo de toda la noche) o al azar, aunque con la frecuencia necesaria para disuadirlos de su empeño. En cualquier caso, los nidos dejados *in situ* deben ser disimulados, eliminando la evidencia física con hojas de cocotero, rastrillo o caminando hacia atrás o hacia adelante varias veces sobre el sitio de la anidación. El objetivo es emparejar el sitio del nido con el resto de la playa para reducir la probabilidad de que un contrabandista intente buscar allí. Este método no deberá ser empleado en playas en donde los trabajos de conservación utilicen para evaluar el estado de la población censos diarios o semanales de las huellas dejadas por las hembras anidadoras.

Algunas veces los nidos se pueden disfrazar colocando olores (p. ej., orina, salsa de pimienta) en sus inmediaciones, para ahuyentar o confundir a los depredadores no-humanos. No hay información disponible que permita evaluar el éxito de estas acciones. Sin embargo, debe tenerse cuidado de no introducir sustancias químicas en la playa que puedan ser nocivas para los embriones en desarrollo, las crías, las hembras grávidas u otras formas de vida salvaje no contempladas.

Cercos de Malla y Jaulas

Para depredar huevos de tortuga generalmente se debe escarbar en las nidadas recién puestas o en las que están eclosionando. En algunas ocasiones para detener esta actividad se coloca malla de alambre tratado (p. ej., galvanizado o recubierto con plástico) o de plástico rígido, justo por debajo (y paralelo) a la superficie de la arena o, alternativamente, formando una jaula sobre el nido, para impedir la excavación del mismo. Es importante utilizar una malla lo suficientemente pequeña para detener al depredador, pero lo suficientemente grande para permitir el paso de las crías a la superficie.

Para los mamíferos de tamaño mediano (p. ej., perros; mapaches, *Procyon lotor*; cerdos; coati mundis, *Nasua nasua*, *N. narica*) debe colocarse tan pronto como sea posible, un cuadrado de 1 metro por lado, de malla galvanizada de 5x10 cm y anclado con estacas en las esquinas (ver Jordan, 1994). En el trabajo de Jordan, las estacas fueron hechas de barras 60-90 cm de acero reforzado, con la punta doblada para formar un gancho, el cual asegura las esquinas de la malla cribada. Para animales de menor tamaño, tales como las mangostas (*Herpestes auropunctatus*) se pueden utilizar mallas más pequeñas que deben ser removidas antes de la eclosión. En cualquier caso, la malla debe estar enterrada de 8-10 cm por debajo de la superficie para ocultarla de los depredadores y, por otra parte, para evitar cualquier interferencia de los transeúntes curiosos con los huevos que se están incubando.

Las jaulas de malla de alambre galvanizado pueden ser armadas formando un anillo o un cuadrado. Generalmente se prefiere la forma cuadrada porque permite doblar la parte inferior de los lados hacia afuera, lo que frena el excavado por pequeños mamíferos. Addison (1997) ilustra la construcción de una jaula de 90 x 90 x 75 cm con una malla de 5 x 10 cm de abertura, y cuyas partes inferiores están

dobladas horizontalmente hacia afuera 15 cm. Lo óptimo es enterrar las jaulas a una profundidad de 30 cm por arriba del nido. Esto se lleva a cabo centrando la jaula sobre el nido, colocándola a un lado para luego excavar una trinchera de 90 x 90 cm y de 30 cm de profundidad alrededor del nido. La arena seca superficial debe ser apartada antes de escarbar. Una vez que la trinchera está hecha, la jaula se coloca en ella y se entierra, dejando aproximadamente 45 cm de la jaula afuera de la arena, para evitar que los depredadores escarben en el nido. Addison y Henricy (1994) determinaron que las jaulas fueron más efectivas que el uso de la malla plana enterrada, aunque fueron más visibles.

Ratnaswamy (1995) utilizó para la remoción de los depredadores, mamparas para nidos y la aversión condicionada al sabor, en el Canaveral National Seashore de Florida EE. UU. Ella encontró que la colocación de mamparas en los nidos fue el método más efectivo para reducir la depredación, aunque fue el más costoso. Adicionalmente, este método reduce cualquier impacto directo en las poblaciones locales de mapaches y por lo tanto, presuntamente reduce los efectos ecológicos adversos de la remoción de depredadores.

Transplante de Huevos

Aunque la primera y mejor opción de manejo, es siempre la protección de los huevos *in situ*, hay circunstancias en las cuales el trasplante de los huevos es una opción de conservación viable. La remoción de huevos de los nidos naturales (normalmente en el momento de la puesta) y su sembrado en otra parte de la playa, puede mitigar de manera efectiva una amplia variedad de amenazas que reducen el éxito de la eclosión o producen una fuerte pérdida de nidos. Esta técnica es de máxima utilidad bajo las siguientes circunstancias.

Erosión Severa y Predecible

Muchas playas arenosas están sujetas a ciclos de erosión y depositación (acreción), estacionales o relacionados con tormentas, que pueden provocar la pérdida de nidos cuando grandes porciones de la playa sucumben ante cambios en la dirección o la velocidad de la corriente. La reubicación cuidadosa de los nidos depositados en las áreas de alto riesgo (en las que la erosión es alta y predecible) a zonas de la playa más estables, puede incrementar significativamente el rendimiento reproductivo de la temporada.

Inundación

En las áreas con perfiles bajos, en donde el manto freático llega a estar dentro de un intervalo de 50 cm de la superficie de la playa, el agua puede estancarse en la cavidad del nido, produciendo una elevada mortalidad de embriones. Un caso similar es el de los nidos depositados muy cerca del mar. La reubicación de estos huevos puede, por lo menos, incrementar moderadamente el éxito de la eclosión.

Saqueo de Huevos

La utilidad de las marcas en el campo, incluyendo las huellas en la playa y las camas de los nidos, puede eliminarse removiendo los huevos y reubicándolos en otro sitio, incluso muy cercano al nido original, pero fuera del área de la huella y la cama. La excavación del sitio original por los contrabandistas puede ocurrir, aunque inútilmente, por lo que disimulará la probabilidad de que el colector de huevos regrese.

In Situ

La mejor manera de llevar a cabo la reubicación *in situ* (no a corrales o viveros) es aprovechar las patrullas regulares, las cuales pueden participar en la colección de huevos al momento de la oviposición. Los huevos se recogen con cuidado conforme van siendo depositados y se colocan inmediatamente en una bolsa limpia, canasta o cubeta. Una alternativa es colocar una bolsa plástica en la entrada del nido para recibir los huevos. En ambos casos, la bolsa u otros recipientes usados deben ser lo suficientemente fuerte para transportar hasta 12 kg de huevos. Si la bolsa es colocada en el nido, su abertura debe ser sellada (para excluir la entrada de arena) y sacarse rápidamente desde la parte posterior tan pronto como se haya completado la puesta. Puede requerirse de alguna ayuda durante este proceso para mantener las aletas fuera del área de trabajo, iluminar o recibir a los huevos. Debe hacerse un gran esfuerzo para minimizar la cantidad de arena que se adhiere a los huevos, puesto que puede raspar (ya que es abrasiva) el cascarón y reducir el éxito de la eclosión. Para transportar los huevos a grandes distancias deberán ser cubiertos para reducir la pérdida de humedad.

Debe tenerse cuidado en el registro de la profundidad original de los nidos para que pueda replicarse. Esto se hace suspendiendo una cinta de medir rígida o una cuerda con peso (marcada en unidades métricas) hasta que llegue al fondo y entonces se toma la lectura en la superficie. Para la mayoría de

las especies es adecuado registrar la profundidad desde el fondo del nido hasta el carapacho, justamente por detrás de la aleta trasera, puesto que normalmente la superficie original de la arena es perturbada durante el proceso de anidación. Es importante no solo que la medida sea tan exacta como sea posible, sino también que la técnica sea consistente. También deberá tomarse una medida del diámetro del cuello del nido.

Los huevos deberán ser transportados inmediatamente al sitio de reubicación (si el transporte ocurre por vehículo, el recipiente con los huevos deberá asegurarse y quedar amortiguado). El trasplante deberá realizarse en un período de 1-6 hrs para reducir los daños provocados por el movimiento a los embriones. El proceso de reubicación debe hacerse en la misma playa para simplificar la logística del proyecto, minimizar el trauma del transporte y promover la perpetuación de la población en su playa de anidación. El nuevo sitio deberá estar por arriba de la línea alta de marea y acorde con los parámetros específicos de cada especie; por ejemplo, los nidos de las tortugas laúd anidan en las playas abiertas, las tortugas carey anidan entre la vegetación de la playa (si el sitio es apropiado). Debe tenerse cuidado en no colocar a los nidos demasiado cerca (< 1.0 m) de otros nidos transplantados o naturales.

Para iniciar el proceso de sembrado, debe separarse la arena superficial (hasta una profundidad de 5-10 cm, dependiendo de las condiciones locales) para prevenir que se derrame en la excavación. Una vez que la arena húmeda sub-superficial queda expuesta, se excava manualmente un conducto angosto a la profundidad deseada. El peso de la persona que excava el nido debe descansar en la otra mano, la cual deberá estar tan lejos del borde del orificio como sea posible. Cuando se confirme que se llegó a la profundidad adecuada, con la cinta de medir o la plomada, el cuello del nido se ampliará manualmente hasta el lograr diámetro deseado. Finalmente, el fondo de la cámara de los huevos se amplía para que el resultado final sea similar a un matraz o a un foco de luz invertido.

Los huevos deberán ser colocados cuidadosamente -no dejarlos caer abruptamente- en grupos de 2 a 5 (una medida adecuada y cómoda) y contabilizados. En el caso de las tortugas laúd, los huevos sin yema deben ser puestos al final (en la parte superior). Si es necesario examinar posteriormente el contenido del nido, es útil enterrar una pequeña sección

de cinta de algún color que sea característico del encargado (ver el texto de Miller en este volumen). Hay que registrar con un marcador indeleble el número de marca de la hembra (si esta marcada), la fecha en que fue depositado el nido y, en caso de que sea diferente, la fecha en que se hizo el trasplante. El nido debe recubrirse con la arena húmeda que se encuentra por debajo de la superficie y que fue removida cuando se hizo el agujero (no se debe colocar la arena caliente de la superficie sobre los huevos), apisonando firmemente capas de arena de 8 a 12 cm.

Una vez que el orificio del nido queda completamente cubierto, es difícil relocalizarlo con exactitud. Por esto, si se desea monitorear el nido a través del tiempo o excavarlo al momento de la eclosión, es necesario anotar las coordenadas (registrando las medidas existentes entre el nido y estacas numeradas o con algunas otras características naturales del terreno cercanas al nido) o utilizar algún otro tipo de marca. Una vez que el hoyo se rellena, el nido debe disimularse emparejando y dispersando la arena superficial para homogeneizarla.

En la evaluación de esta técnica, cabe hacer notar que el éxito promedio del avivamiento probablemente será más bajo que el de los nidos naturales no perturbados. Pero cuando este proceso es realizado con cuidado, la técnica permite reducir la pérdida de nidos por el tipo de amenazas descritas al principio de esta sección. La experiencia de más de una década en el manejo de la población de tortuga laúd que anida en el Sandy Point National Wildlife Refuge de las Islas Vírgenes estadounidenses, muestran claramente que el éxito reproductivo anual puede ser duplicado o incluso incrementado mayormente, utilizando esta técnica, aprovechando las patrullas nocturnas regulares en la playa de anidación, colección de los huevos en el momento de la puesta (si son depositados en áreas conocidas por ser de alto riesgo) y su trasplante inmediato (Boulon *et al.*, 1996).

La técnica tiene varias ventajas sobre el trasplante de huevos a viveros cerrados. El costo del mantenimiento y el personal (vigilancia) son altos en un vivero mantenido en condiciones adecuadas; adicionalmente, puesto que los huevos (y las crías) son concentrados artificialmente, también pueden sufrir grandes pérdidas por depredación, tormentas y otros fenómenos. Otros elementos que favorecen el trasplante *in situ* incluyen el hecho de que la nueva ubicación de los nidos no tiene señales y los perfiles de temperatura y humedad probablemente son muy

similares a los originales, ya que los nidos pueden ser colocados individualmente en el hábitat apropiado y los neonatos pueden emerger naturalmente.

Debe resaltarse que los huevos no deben ser colectados y trasplantados hasta que no haya una evidencia fehaciente de que hay pérdidas significativas constantes, las cuales no pueden ser contrarrestadas utilizando estrategias sin manipulación. Al escoger esta técnica los responsables del manejo deben estar dispuestos a aplicar los recursos necesarios para asegurar que los huevos serán colectados inmediatamente después de que sean depositados o a primera hora por la mañana (antes de que el día se caliente). Bajo ninguna circunstancia (excepto quizá cuando se rescatan los huevos que están expuestos al oleaje) se deberá colectar los huevos después de un período mayor de 12 hrs después de ser enterrados. Una vez que el embrión se adhiere al interior del cascarón el movimiento puede ser fatal. De hecho, algunos investigadores han recomendado que los huevos no deben ser movidos en absoluto en un lapso entre 3 horas y 21 días después de la oviposición (Harry y Limpus, 1989).

Rechazo Condicionado

Con esta técnica los depredadores son condicionados para evitar ciertas presas con el uso selectivo de sustancias químicas que causan una reacción desagradable (a veces muy molesta) cuando son consumidas. Los investigadores han utilizado cloruro de litio y varias clases de hormonas en y sobre los huevos, con la esperanza de que los depredadores, especialmente los mamíferos pequeños, pierdan el deseo de consumir huevos de tortuga. Sin embargo, el autor no ha encontrado reportes del uso exitoso de esta técnica con huevos de tortugas. Hopkins y Murphy (1982) encontraron que el cloruro de litio no funciona ni con mapaches de laboratorio ni silvestres. Ellos determinaron que esta técnica posiblemente sea efectiva con individuos que nunca han probado los huevos, pero que cuando los organismos han tenido experiencias positivas con ellos, la técnica no produce el acondicionamiento de rechazo.

Ratnaswamy (1995) utilizó estrógeno oral (17- α -ethinyl-estradiol) para tratar huevos de pollo en un intento de producir la aversión condicionada al sabor (ACS) en mapaches. Se esperaba que cualquier ACS desarrollada hacia los huevos de pollo, se transfiriera hacia los de tortuga. Ella no encontró diferencia significativa entre la depredación de los

huevos antes y después del tratamiento. La autora concluyó que, puesto que la población de mapaches es relativamente grande, probablemente es imposible desarrollar un nivel adecuado de ACS para proteger a los nidos de tortuga en el sitio de estudio. No se sabe si los mapaches pueden detectar las diferencias de sabor entre los huevos de pollo y de tortuga, lo cual puede complicar la aplicación efectiva de los tratamientos de ACS.

Un estudio realizado en las Islas Vírgenes estadounidenses logró acondicionar a las mangostas para evitar los huevos de pollo, utilizando con éxito la hormona estradiol (D. W. Nellis, USVI, Div. Fish Wildl., com. pers.). En el experimento se utilizaron mangostas familiarizadas con varios tipos de huevos durante largos períodos de tiempo. Entonces se les dieron huevos inyectados con el estradiol por dos días, antes de que regresaran a los huevos no tratados. Después de la experiencia con los huevos tratados, las mangostas rechazaron ofrecimientos posteriores de huevos de pollo. La prueba nunca fue realizada con huevos de tortuga, puesto que el sacrificio de huevos de especies en peligro no es prudente, pero la técnica parece ser prometedora.

Control de Predadores

Aunque en algunos casos la depredación de nidos es oportunista, en algunas especies el hábito de saquear los nidos de tortuga es un comportamiento aprendido. El control de depredadores, hablando en términos generales, involucra una amplia gama de técnicas, mismas que consumen tiempo; algunas son muy costosas y muy pocas han mostrado resultados verdaderamente favorables. Sin embargo, es importante dar seguimiento a algunas metodologías si la depredación constituye una amenaza significativa, particularmente cuando la amenaza tiene un contexto fuera de los ciclos naturales de la red alimenticia.

Probablemente el método menos complicado es dispararles a los depredadores persistentes. Esta técnica ha sido utilizada para ahuyentar a perros domésticos que se han vuelto salvajes en algunas de las playas de anidación de Centroamérica, a mapaches y puercos en el Sudeste de EE.UU. y otras especies “nocivas” alrededor del mundo. Dependiendo de las circunstancias, la caza por grupos de gente funciona moderadamente bien, particularmente en áreas escasamente pobladas. Cuando se planea este tipo de actividad, debe tenerse en mente la posibilidad de que ocurran manifestaciones públicas de grupos o

individuos protectores de los derechos animales. También se puede alcanzar un cierto éxito con campañas de envenenamiento de bajo costo. Sin embargo tales iniciativas casi seguramente trareán algunas consecuencias indeseables porque pueden matar a otras especies costeras (generalmente benéficas), así como a niños y/o a animales domésticos.

Los programas con trampas son más caras, pero pueden producir resultados satisfactorios. En la región del Caribe, donde las mangostas son depredadores importantes tanto de huevos como de crías, a veces se colocan trampas convencionales para capturarlas vivas (15x 15 x 45 cm) cebadas con pollo o pescado en intervalos de 30m, en áreas sombreadas de la parte superior de la playa. Las trampas son revisadas al menos una vez al día. Los individuos capturados son reubicados en áreas lejanas o sacrificados. Con unos cinco días de uso de estas trampas se puede eliminar más del 80% de las mangostas del área de trabajo (Coblentz y Coblentz, 1985). En el estudio de Coblentz y Coblentz, los nidos de tortuga carey no fueron depredados en la playa de anidación, durante o inmediatamente después del período de uso de las trampas. El uso de trampas poco antes de la temporada de anidación disminuye significativamente la depredación de nidos y, aunque depende del número de inmigrantes y reclutas de la población depredadora, ambos grupos pueden ser menos aptos para saquear los nidos de tortuga mientras aprenden como hacerlo.

George *et al.* (1994) reportaron un éxito similar con el uso de trampas y la reubicación de mapaches de las playas de anidación del Sudeste de EE.UU.. Concluyeron que la remoción de un gran número de individuos de la población depredadora de la playa de anidación reduce significativamente el saqueo de los nidos. El éxito real de los programas de reubicación depende, en última instancia, de la tendencia de los animales a regresar al territorio del cual habían sido expulsados. Cuando es posible, las trampas deben ser colocadas a lo largo de sendas que conducen a la playa. Nuevamente, el grado más alto de efectividad se obtiene cuando las campañas se desarrollan antes de la temporada de anidación. Si el problema persiste ya entrando a la temporada, las trampas pueden ser colocadas cerca de nidos conocidos. Por razones humanitarias se prefiere el uso de trampas para capturar vivos a los organismos. Salvo las restricciones gubernamentales, los animales pueden ser transportados tierra adentro y liberados; aunque de manera alternativa debe considerarse el sacrificio

humanitario (p. ej., con inyección letal, disparo).

En Nueva Zelanda, Hawaii (EE.UU.), las Filipinas y las Islas Galápagos (Ecuador) han entrenado y utilizado “perros cerberos” contra los cerdos salvajes que amenazan a los nidos de tortuga. El uso original de estos perros fue para arrear a los puercos, pero en fechas más recientes se ha considerado su uso para la protección de tortugas marinas y terrestres (Clarke y Brisbin, 1994). Esta técnica puede estar más allá de las posibilidades de la mayoría de los encargados del manejo de tortugas marinas, pero es una opción valiosa si los cerdos salvajes (no reclamados) son un problema serio.

Entre los insectos depredadores, se sabe que las hormigas de fuego pueden ser una seria amenaza, puesto que se introducen en los nidos y atacan a las crías conforme van saliendo de los huevos. El uso de sustancias químicas alrededor de los nidos para detener a las hormigas es inaceptable, debido a que tienen el potencial de producir toxicidad secundaria así como daños en las crías. En Ocean Isle Beach, Carolina del Norte, EE.UU. partículas secas (maíz molido en forma gruesa) son esparcidas alrededor de los nidos dos veces por semana y después de la lluvia. Las hormigas de fuego se comen los fragmentos, las cuales supuestamente se hinchan y matan a las hormigas; ninguno de los nidos tratados de esta manera fueron infectados con las hormigas de fuego (J. Simmons, com. pers.).

Antes de considerar cualquier programa de erradicación deben de tenerse en cuenta las siguientes advertencias. El control sistemático de las especies no-nativas (p. ej., cerdos, ratas, perros, mangostas) o de especies de amplia distribución de pequeños mamíferos o pájaros, cuya abundancia poblacional se ha incrementado desproporcionadamente por la presencia de los asentamientos humanos, difícilmente tiene un efecto perjudicial en la ecología costera. Sin embargo, la remoción de depredadores nativos (p. ej., buitres y otros pájaros de presa, cangrejos, pájaros costeros, serpientes) de la playa de anidación y de sus alrededores puede ser ecológicamente devastador. Los venenos y el uso indiscriminado de trampas pueden implicar un costo muy alto en especies no objetivo, así como en niños por lo que su uso debe ser cuidadosamente controlado.

Educación Ambiental

Aunque generalmente no es considerada como una medida de protección *in situ*, la educación puede

jugar un papel importante en la protección de los nidos de tortugas marinas y de sus crías. Por ejemplo, en lugar de comprometerse en un programa de control de depredadores, los administradores deben considerar si el cambio del comportamiento de la gente podría lograr un resultado similar. La ubicación de los basureros públicos fuera de las playas de anidación y controlar los desechos de la playa puede reducir el número de carroñeros (p. ej., ratas, mangostas, buitres) que visitan el área.

La promoción de permisos y leyes para amarrar a los perros y para el control del ganado salvaje (p. ej., cerdos) también pueden restringir los niveles de depredación. En los lugares en donde los nidos son revisados (después de la salida de las crías) para propósitos de estudio, el contenido de los nidos debe ser sepultado completamente en la cavidad del nido. La exposición exagerada de los restos puede atraer la atención de los depredadores.

Las campañas de educación pública pueden resaltar el éxito de casi cualquier programa de protección de nidos. El público debe estar enterado de la importancia de las estacas y de otros letreros o señales que utilizan los investigadores, así como de las jaulas de protección de nidos y de otros equipos dejados en la playa. Los residentes deberán ser estimulados para que apoyen los esfuerzos de protección de nidos, participando como voluntarios en los programas de patrullaje de la playa, ocultar las huellas de las hembras (cuando no son requeridas en programas de monitoreo e investigación) y para reportar las actividades ilegales. Los programas de educación deberán ser diseñados para una amplia variedad de auditorios, incluyendo los pescadores, los escolares y los propietarios de los terrenos costeros (o controladores de tierras), tanto residenciales como comerciales. Al involucrar a todas las partes en el programa de conservación es posible crear una actitud generalizada de apoyo que permitirá adoptar con agrado las estrategias de manejo y conservación.

Literatura Citada

Addison, D. S. 1997. Galvanized wire cages can prevent nest depredation. *Marine Turtle Newsletter* 76:8-11.

Addison, D. S. y S. Henricy. 1994. A comparison of galvanized wire mesh cages vs. flat chain-link screen in preventing *Procyon lotor* depredation of *Caretta caretta* nests, p.174. *In*: K. A. Bjorndal, A. B. Bolten,

- D. A. Johnson y P. J. Eliazar (Compiladores), Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-351. U.S. Department of Commerce.
- Boulon, R. H. Jr., P. H. Dutton y D. L. McDonald. 1996. Leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) on St. Croix, U. S. Virgin Islands: fifteen years of conservation. *Chelonian Conservation and Biology* 2:141-147.
- Clarke, C. M. H. y I. L. Brisbin, Jr. 1994. New Zealand pig dogs and the conservation and control of pigs, p.210. *In*: K. A. Bjorndal, A. B. Bolten, D. A. Johnson y P. J. Eliazar (Compiladores), Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-351. U. S. Department of Commerce.
- Coblentz, B. E. y B. A. Coblentz. 1985. Control of the Indian Mongoose *Herpestes auropunctatus* on St. John, U. S. Virgin Islands. *Biological Conservation* 33:281-288.
- George, D. H., A. L. Leach y M. A. Mercadante. 1994. Cape Canaveral Air Force Station sea turtle preservation program, p.225-228. *In*: K. A. Bjorndal, A. B. Bolten, D. A. Johnson y P. J. Eliazar (Compiladores), Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-351. U. S. Department of Commerce.
- Harry, J. L. y C. J. Limpus. 1989. Low-temperature protection of marine turtle eggs during long-distance relocation. *Australian Wildlife Research* 16:317-320.
- Hopkins, S. R. y T. M. Murphy. 1982. Testing of lithium chloride aversion to mitigate raccoon depredation of loggerhead turtle nests, p.484-491. *In*: J. R. Sweeny y J. M. Sweeny (Editores), Proceedings of the Annual Conference of Southeast Association of Fish and Wildlife Agencies 36:484-491. Southeast Association of Fish and Wildlife Agencies.
- Jordan, E. R. 1994. Effects of a nest screening program on raccoon predation of sea turtle eggs at Canaveral National Seashore, p.66-67. *In*: K. A. Bjorndal, A. B. Bolten, D. A. Johnson y P. J. Eliazar (Compiladores), Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-351. U. S. Department of Commerce.
- Ratnaswamy, M. J. 1995. Raccoon depredation of sea turtle nests at Canaveral National Seashore, Florida: Implications for species management and conservation. Tesis Doctoral, University of Georgia, Athens. 78 pp.