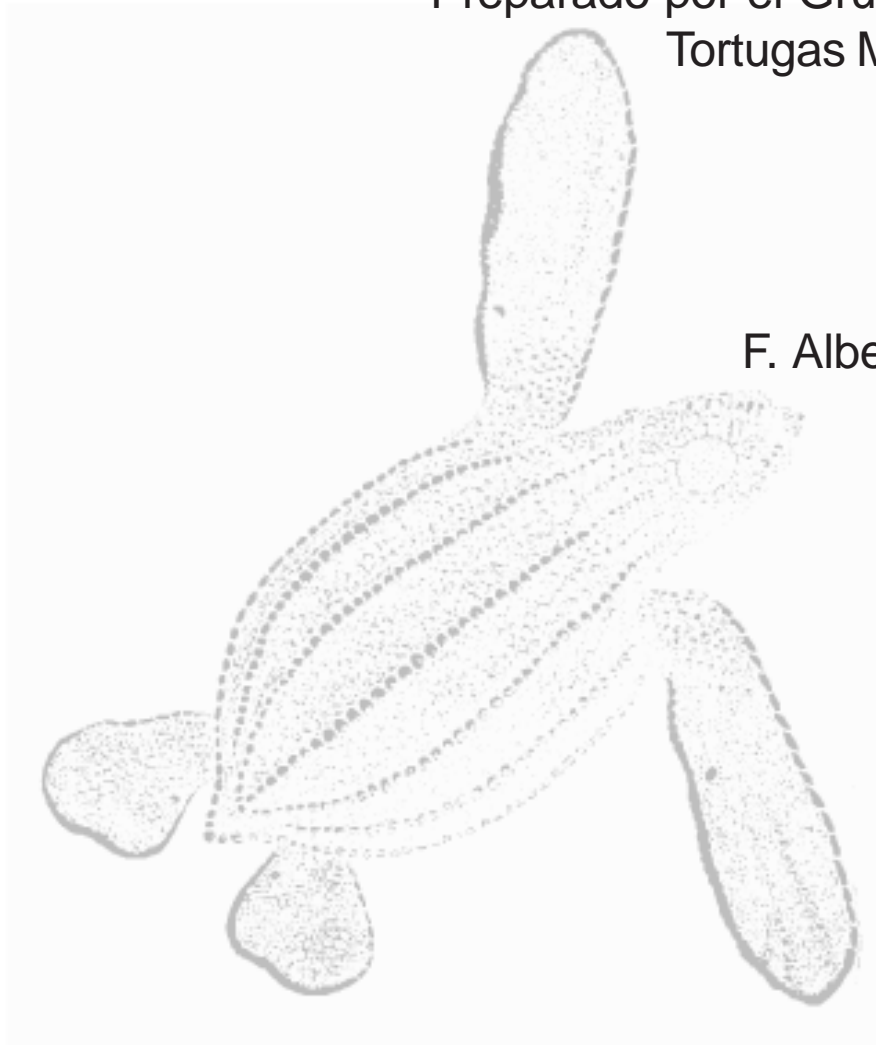


Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas

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>	

Periodicidad en la Anidación y el Comportamiento entre Anidaciones

Javier Alvarado

Laboratorio de Tortugas Marinas, Facultad de Biología, Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, A.P. 35A, Morelia, Michoacán 58000 México; email: jadiaz@zeus.ccu.umich.mx

Thomas M. Murphy

South Carolina Department of Natural Resources, 585 Donnelley Drive, Suite 2, Green Pond, South Carolina 29446 USA; Tel: +1 (843) 844-2473; Fax: +1 (843) 846-6929; email: murphyt@pop.scdnr.state.sc.us

Periodicidad de la Anidación

Las hembras de todas las especies de tortugas marinas depositan múltiples nidadas en el transcurso de su vida reproductiva (uno o más años reproductivos). Un “intervalo entre anidaciones” es el período, en días, entre una puesta exitosa y el primer intento de anidación subsecuente realizado por la hembra durante una sola temporada de anidación (=año reproductivo). “Intervalo de remigración” es el período, en años, entre temporadas de anidación consecutivas para una hembra en particular. Estimar el tamaño anual de una población anidadora (el número de tortugas reproductoras que anidan cada año) es crítico para cualquier estrategia de conservación o manejo. En ausencia de un proyecto de marcado de saturación (que revela con precisión cuántas tortugas anidan cada año), un elemento clave para obtener una estimación confiable es la información exacta sobre la periodicidad en la anidación de la población.

Los **intervalos entre anidaciones** fluctúan entre 12-15 días para *Caretta*, *Chelonia*, *Eretmochelys* y para anidaciones solitarias de *Lepidochelys*; 13-18 días para *Natator*; y 9-10 días para *Dermochelys*. En *Lepidochelys*, los intervalos para “arribadas” (anidaciones masivas) son más extendidos y más variables porque su ocurrencia parece ser influenciada por factores ambientales como viento y marea. Para calcular este intervalo se requiere un muestreo representativo de tortugas que hayan desovado por lo menos dos veces durante la temporada reproductiva (una N de 100 o más es recomendable). Mientras más cercano sea el tamaño de la muestra al número total

de nidadas puestas en la temporada, la estimación será más confiable. Deben marcarse las tortugas (es decir, poder identificar a cada individuo) y, para cada individuo, debe contarse el número de días entre una anidación exitosa y el intento de anidación subsecuente. (Se hace notar que el intervalo entre anidaciones *no* se define como el número de días entre anidaciones, sino entre una anidación exitosa -con ovoposición- y la primera arribada a la playa para el próximo ciclo de anidación). De este muestreo, puede calcularse un promedio para la población. Es útil informar el promedio, así como el intervalo (mínimo y máximo) y el error estándar.

Para facilitar la visualización del intervalo entre anidaciones, es útil representar los datos gráficamente en la forma de un histograma, dividiendo el eje de las abscisas (x) en intervalos de 2 días (5-7 días, 7-9 días, 9-11 días, y así sucesivamente). Los datos derivados del patrullaje nocturno en las playas de anidación y de un programa de marcado intensivo, ilustrarán un pico primario dentro de un promedio definido de manera aproximada para la especie. (e.g., 9-10 días para *Dermochelys*), con picos secundarios que representan múltiplos del intervalo promedio; en el caso de *Dermochelys*, 20 días, 30 días, 40 días, y así sucesivamente. En estudios de *Caretta*, *Chelonia* y *Eretmochelys*, deben desecharse de cualquier cálculo del intervalo de anidación promedio aquellos intervalos observados que excedan de 25 días, así como aquellos intervalos observados que excedan de 18 días para *Dermochelys*. En estos casos, es probable que las anidaciones intercaladas hayan ocurrido sin ser

observadas, y los datos deberán tratarse como se describe a continuación.

En un sitio de monitoreo donde las hembras anidadoras son marcadas y el intervalo entre anidación promedio es, digamos, 12 días, la **frecuencia de puesta** (el número promedio de nidadas puestas por cada individuo durante una sola temporada de anidación) no debe estimarse únicamente a partir de las anidaciones observadas, sino basado en el supuesto de que todas las anidaciones ocurran a intervalos regulares de 12 días. Una tabla de anidaciones con las fechas de anidación para las tortugas marcadas, le permite al investigador visualizar los “huecos” en los registros para la secuencia de anidaciones de cada individuo. Estos huecos se manifestarán como intervalos de anidación en múltiplos del período regular (24, 36, o más días), reflejando probablemente la ocurrencia de anidaciones inadvertidas por el personal de campo. Esto debe tenerse en cuenta al momento de hacer cálculos más precisos. Contabilizar anidaciones observadas y estimadas (no observadas, pero que probablemente ocurrieron) mediante este procedimiento, y dividir el total entre el número de tortugas marcadas proporciona una estimación más confiable de la frecuencia de puestas que aquella obtenida si el número de nidos observados se dividiera entre el número de tortugas marcadas. Sin embargo, el resultado debe considerarse una subestimación, ya que, por definición, los huecos en el registro de la anidación no aparecen cuando la anidación no observada fue la primera o la última de una hembra en particular.

Un método indirecto de estimación del número de hembras anidadoras por año se deriva del número total de nidadas (definidas como la puesta exitosa de huevos en un nido) registradas durante el mismo período de tiempo. El número total de nidadas se divide entre la frecuencia de puesta, definida como el número promedio de nidadas puestas por hembra por año (varía dentro de un intervalo de 2-3 para *Lepidochelys* hasta siete o más para *Dermochelys*). La frecuencia de puesta varía ligeramente entre temporadas, así como geográficamente. Una vez que se conoce este valor para una especie y un área en particular (con base en datos colectados en un sitio de estudio monitoreado, donde el patrullaje nocturno incluye un programa intensivo de marcado), entonces se pueden obtener estimaciones del tamaño de la población para zonas donde sólo se dispone de conteos de rastros. Para esto, debe tenerse conocimiento

adicional sobre el **éxito de puesta**. Por ejemplo, si se cuentan 200 rastros durante una temporada de anidación, pero se juzga que sólo 160 de ellos están asociados a nidadas (es decir, solo 160 fueron puestas exitosas), y se sabe que la frecuencia de puesta promedio es de cuatro, entonces puede estimarse que el número de hembras anidadoras es 40 (160/4) y no 50 (200/4).

El contar con una estimación de intervalos de anidación, frecuencia de puesta y éxito de puesta para un sitio del estudio con monitoreo, permite realizar cálculos del tamaño de la población para zonas sin patrullajes, donde sólo se dispone de conteos de rastros. En la ausencia de una cobertura de patrullaje para el 100% de una playa, que es difícil de lograr incluso en los programas de monitoreo de mayor alcance (el caso para la mayoría de las naciones que no pueden permitirse el lujo de supervisar completamente todas las playas de anidación de manera intensiva cada noche), esta información es fundamental para el manejo. Sin embargo, el tener por lo menos una playa con patrullajes nocturnos intensivos es un requisito para obtener la información básica.

Dado que sólo una proporción de la población adulta se reproduce cada año, es necesario desde un punto de vista de manejo considerar más allá de las estimaciones anuales de hembras anidadoras, para alcanzar estimaciones de la población adulta en su totalidad. La información sobre el **intervalo entre remigraciones** (la periodicidad de anidación entre temporadas) es esencial para estimar el número total de hembras maduras en toda la población. Suponiendo una fidelidad estricta al sitio de anidación a través de los años y que cada hembra en una población anida cada año, entonces el número total de hembras anidadoras observado por año sería equivalente al número total de hembras sexualmente maduras en la población. Sin embargo, con la posible excepción de *Lepidochelys*, ninguna población de tortuga marina estudiada hasta ahora se caracteriza por que todas, ni siquiera una mayoría, de sus hembras maduras anidan todos los años. Generalmente, cuando una tortuga completa una temporada reproductiva, pasarán dos, tres, cuatro o más años antes de que sea vista de nuevo en las playas de anidación.

Para convertir el número de hembras anidadoras por temporada anual al número total de hembras reproductivamente activas en la población total, debe conocerse el intervalo de remigración promedio. Con la excepción de *Lepidochelys*, no se conocen bien

los intervalos de remigración en poblaciones de tortugas marinas. Es posible que las tortugas dejen pasar muchos años (quizás una década o más en algunos casos) entre temporadas de actividad reproductora; por tanto, hay pocos bancos de datos con la longevidad suficiente para medir este parámetro con precisión. Los valores disponibles en la literatura para los intervalos de remigración fluctúan entre 2 a 3 años para la mayoría de las especies, pero éstos deben usarse con cautela, ya que en su mayor parte se calculan a partir de estudios de marcado aún de corto plazo (menos de una década), y la mayoría no ha tenido en cuenta la variable de pérdida de marcas.

Para determinar el intervalo de remigración, los patrullajes nocturnos en la playa deben incluir el marcado de hembras anidadoras por períodos que excedan una década, se debe mantener un registro preciso de las marcas colocadas, y deben tomar en cuenta los cálculos de pérdida de marcas. Cuando se encuentra una hembra marcada, su período de ausencia de la playa de anidación puede calcularse a partir de los registros de marcado que documenten su última anidación registrada. Al final de cada temporada, una gama de intervalos de remigración será evidente en el banco de datos. Estos intervalos estarán restringidos por el número de años en que se ha realizado el marcado; es decir, no es posible documentar un intervalo de remigración que exceda el número de años en que el marcado ha tenido lugar. Con el tiempo, pueden documentarse los intervalos primarios y secundarios para la población en estudio. Es esencial obtener los datos a lo largo de muchas estaciones reproductivas para obtener estimaciones robustas de la conducta de remigración.

Observación de Tortugas y Colecta de Datos

Los datos biológicos esenciales para las determinaciones de periodicidad reproductiva se obtienen de patrullajes nocturnos (o diurnos en algunas poblaciones de *Lepidochelys*) de las playas de anidación durante la estación reproductiva. El personal de campo inspecciona cada tortuga encontrada y, típicamente después de la oviposición, se procede con evaluaciones de lesiones, ectobiota y otros aspectos de interés, así como la medición (ver Bolten, este volumen) y marcado (ver Balazs, este volumen). Si la tortuga se marca, se registra el número de la marca. Debe anotarse la presencia de cicatrices potencial-

mente causadas por marca, no importando si la tortuga será marcada o no. Si no se encuentra una marca, una o múltiples marcas son aplicadas, dependiendo de la práctica normal. Debe anotarse si la tortuga construyó un nido o no, y si lo hizo, si se depositaron o no los huevos. Si la hembra oviposita, debe darse un número de referencia al nido y registrar su ubicación en la playa. La localización del nido puede estimarse a partir de puntos de referencia o estacas preparadas en puntos predeterminados a lo largo de la longitud de la playa, separados por distancias no mayores de 0.5 km.

Puede documentarse la conducta de la tortuga desde su emergencia a la playa hasta su retorno al mar en fases discretas, como: a) emergencia del mar, b) desplazamiento del punto de emergencia a la zona de anidación, c) selección de un sitio de anidación específico, d) remoción de arena para formar la “cama”, e) excavación de la cámara de incubación, f) oviposición, g) tapado de la nidada, h) camuflaje del nido, e i) regreso al mar.

Típicamente se observa un rastro antes de observar a la tortuga. La identificación de la especie debe realizarse a partir del rastro, y determinarse si el rastro es “fresco” o no. Los rastros frescos son perceptibles en la porción más húmeda de la playa, debajo de la línea de la marea o inmediatamente sobre ella. Son muy oscuros en la porción húmeda de la playa, y muy pálidos en la zona seca. Los rastros frescos están generalmente limpios; es decir, no estropeados por pisadas, huellas de cangrejo, etc. Por otra lado, los rastros más viejos se encuentran exclusivamente sobre la marca de marea alta, y generalmente están recubiertos por huellas de animales (por ejemplo, cangrejos, aves marinas, animales domésticos o ferales). Los rastros más viejos son comparativamente suaves y del color de la arena circundante.

Determinar si el rastro es de “subida” (ascendente) o “bajada” (descendente) facilitará la localización de la tortuga y/o nidada (también ver Schroeder y Murphy, este volumen). Una vez que se encuentra la tortuga, debe determinarse la fase de anidación en que se encuentra (ver arriba) y registrarse. Entretanto, deben tomarse precauciones al acercarse a una tortuga anidando, evitando el uso de cualquier luz artificial. Las hembras, sobre todo durante las fases tempranas de la anidación (previo a la oviposición), son típicamente cautas y pueden asustarse fácilmente por perturbaciones, particularmente luz artificial o ruidos extraños. Estos pueden causar el abandono del

proceso de la anidación. Uno debe aproximarse a las tortugas por detrás y sólo después de que el proceso de excavar la “cama” ha empezado. Esta fase puede descubrirse por la presencia de arena húmeda (más oscura) rodeando a la tortuga, y por el movimiento de todas aletas (en contraste con lo que ocurre cuando excava el nido, que involucra sólo las aletas traseras).

Inicialmente, el contacto con la tortuga sólo debe ocurrir después de que la hembra ha terminado de camuflar el nido. Una vez que el nivel general de tolerancia por parte de hembras que utilizan un sitio de estudio particular es bien conocido por los técnicos de campo, ciertos aspectos de la colecta de datos, como medidas y conteo de huevos, podrían llevarse al cabo con seguridad una vez la cámara de incubación está completa (es decir, previo a tapan la cámara del huevo y camuflar el nido). El consenso general es que el marcado no debe hacerse hasta que los huevos se han depositado (ver Balazs, este volumen). Antes del regreso, debe examinarse la tortuga con una luz suave para confirmar la especie (ver Pritchard, este volumen), identificar las marcas potencialmente ocultas (como aquellas colocadas en el área de la ingle), y documentar lesiones. Por último, se registra la información pertinente, como la ubicación del nido y distancia al mar, el número de huevos, fecha, hora y nombre de observador.

Es importante buscar las marcas y las cicatrices de marca potenciales, aun cuando el proyecto local no realiza un programa de marcado, debido a que las hembras anidadoras pueden haberse encontrado en otras regiones y se pueden haber marcado por otros investigadores. Si se encuentran marcas, deben enviarse la fecha y localidad donde la tortuga fue encontrada, junto con los nombres e instituciones participantes, a la dirección de retorno grabada en la marca o a un banco de datos de marcado, dependiendo del procedimiento que opera en la región.

Comportamiento entre Anidaciones

Mientras el enfoque de investigación y manejo de hembras grávidas ha estado dirigido a las actividades terrestres, también hay una necesidad de comprender las actividades en el ambiente marino de estas hembras en la medida que se relacionan con la interpretación de datos de playa y la protección de las tortugas en el ambiente marino durante la estación reproductiva. La documentación de los movimientos entre anidaciones (los movimientos de hembras en el mar entre eventos de anidación dentro de la misma temporada) ayuda

en la identificación de las áreas y hábitats más frecuentemente usados por las hembras grávidas. Éstas deben ser identificadas como áreas clave sobre las cuales concentrar protección contra amenazas como pesquerías de arrastre, redes agalleras, dragado, y exploración petrolera y de mineral durante la temporada de anidación.

Monitorear a las tortugas en el ambiente marino normalmente requiere del uso de técnicas de seguimiento a distancia. Esto puede involucrar el uso de globos o flotadores para monitoreo diurno, el uso de “luz química” o fuentes luminosas operadas por baterías para monitoreo nocturno, o el uso de técnicas electrónicas de telemetría (ver S. Eckert, este volumen). Las actividades de hembras grávidas que son rastreadas usando técnicas de sensoramiento remoto pueden ser utilizadas para 1) documentar la necesidad para proteger hábitats; 2) derivar un mejor conocimiento de los comportamientos asociados con la anidación; y 3) validar datos colectados en la playa de anidación. Las necesidades específicas de manejo para una colonia anidadora, combinadas con el personal y fondos disponibles y las características locales del área del estudio, definirán los métodos a seguir.

Con la excepción de las tortugas laúd, que en ocasiones se aventuran a aguas profundas entre anidaciones, el enfoque más directo para monitoreo *a corto plazo* de hembras grávidas es el uso de flotadores atados a la tortuga por medio de una línea o cabo. La longitud del cabo usado dependerá de las profundidades encontradas alrededor del área del estudio. En la mayoría de los casos el cabo debe ser más largo que la profundidad máxima normal. Además del flotador de rastreo en el extremo, debe haber también flotadores puestos a intervalos regulares (3 m) a lo largo del cabo para prevenir que se enrede cuando la tortuga está en aguas poco profundas. También puede montarse un segmento de tubo de PVC en el punto de atadura a la tortuga para desviar el cabo lejos de las aletas de la tortuga. La fuerza tensora del cabo o el punto de atadura debe ser tal que si el flotador o el cabo se enganchan, la tortuga pueda romper fácilmente la unión. Además, el punto de atadura debe tener un eslabón corrosible que soltará todo el equipo a través de la acción del agua salada.

El flotador debe ser lo bastante grande para ser visible a una distancia de por lo menos 1 km, bajo las condiciones de un área de estudio particular. El uso de un mástil para elevar una bandera sobre el flotador aumentará la visibilidad. Un mástil normalmente exigirá

a un contrapeso para mantenerlo vertical. El flotador puede atarse durante la oviposición o después de que la hembra haya completado el proceso de anidación. El uso de áreas de observación elevadas, como puntas rocosas o torres, puede mejorar el rastreo. La posición de la tortuga rastreada puede determinarse realizando una triangulación a partir de la lectura simultánea de la ubicación de los flotadores con brújulas desde dos puntos de observación. La limitación principal en la utilización de flotadores es que la distancia de rastreo se restringe a los límites del campo visual del observador. Además, el tamaño y colores del flotador pueden atraer a los depredadores y personas no involucradas en el proyecto.

El monitoreo de las actividades nocturnas de las tortugas generalmente requerirá la adición de luces al equipo del flotador. Estas luces deben facilitar el rastreo pero sin entorpecer las actividades de la tortuga. Mientras que las varas de luz química deben reemplazarse diario, proporcionan una fuente luminosa muy visible aunque difusa. Las luces con baterías deben sellarse contra el agua salada para evitar los efectos corrosivos del mar.

El uso de marcas electrónicas como los transmisores sónicos o de radio incrementan la distancia máxima a la que una tortuga puede localizarse. Esta ventaja conlleva costos adicionales para los transmisores y el equipo receptor. Las tortugas marinas de caparazón duro se prestan bien para el monitoreo electrónico porque pueden llevar transmisores relativamente grandes y tienen un punto conveniente de adhesión en el caparazón óseo. Típicamente, los transmisores sónicos tienen un campo de acción más limitado que los transmisores de radio, pero tienen la ventaja de transmitir señales precisas mientras la tortuga se encuentra sumergida. Los transmisores de radio y sónicos montados en el caparazón frecuentemente se usan en combinación, usando la radio para localizar el área general donde se encuentra la tortuga durante su breve actividad de superficie, y el sónico para adquirir datos continuos una vez que se establece el contacto.

Las radios se atan directamente al caparazón, o

se incorporan en un flotador al final de un cabo. Una atadura directa con pegamento o fibra de vidrio al domo del caparazón sólo proporciona señales cuando la tortuga está en la superficie. Para la mayoría de las especies esto es sólo una fracción pequeña de tiempo mientras están en el mar y durante las emergencias de anidación terrestres. El uso de un paquete flotador permite el contacto continuo en el agua poco profunda pero tiene la desventaja de desprenderse frecuentemente, sobre todo en los hábitat rocosos o coralinos. Pueden usarse los transmisores con flotador en combinación con los transmisores montados en el caparazón. Esta configuración doble permite el contacto continuo, mientras el flotador permanezca adherido, pero tiene la ventaja adicional de restablecer el contacto durante las emergencias terrestres si el flotador se suelta. El transmisor con flotador normalmente puede recuperarse y rehusarse si se suelta de la tortuga. La configuración flotador/cabo también puede usarse para recapturar a la tortuga “pescándola” por medio del cabo y trayéndola a la superficie.

Para determinar la posición de la tortuga, se requieren dos estaciones de rastreo para que se registren dos lecturas simultáneas. Las sesiones de rastreo pueden ser programadas a medianoche, al amanecer, mediodía y tarde. Cada sesión puede durar cuatro horas y puede llevarse al cabo cada cuatro o cinco días a lo largo del tiempo de estudio.

El uso de telemetría de satélite tiene la ventaja de un alcance casi ilimitado. Los transmisores de satélite (PTT's) también tienen el mayor costo inicial así como costos significativos asociados con el monitoreo y acceso. La exactitud y frecuencia de las localizaciones variarán con la latitud, ciclo de transmisión del aparato, tiempo de superficie de la tortuga, condición del mar, método de atadura, duración del paso y posición del satélite. A pesar de que es posible monitorearse los movimientos entre anidaciones vía satélite o por telemetría basada en VHF desde tierra, son los movimientos extensos post-anidación los que sólo pueden seguirse con la tecnología de satélite (ver S. Eckert, este volumen).