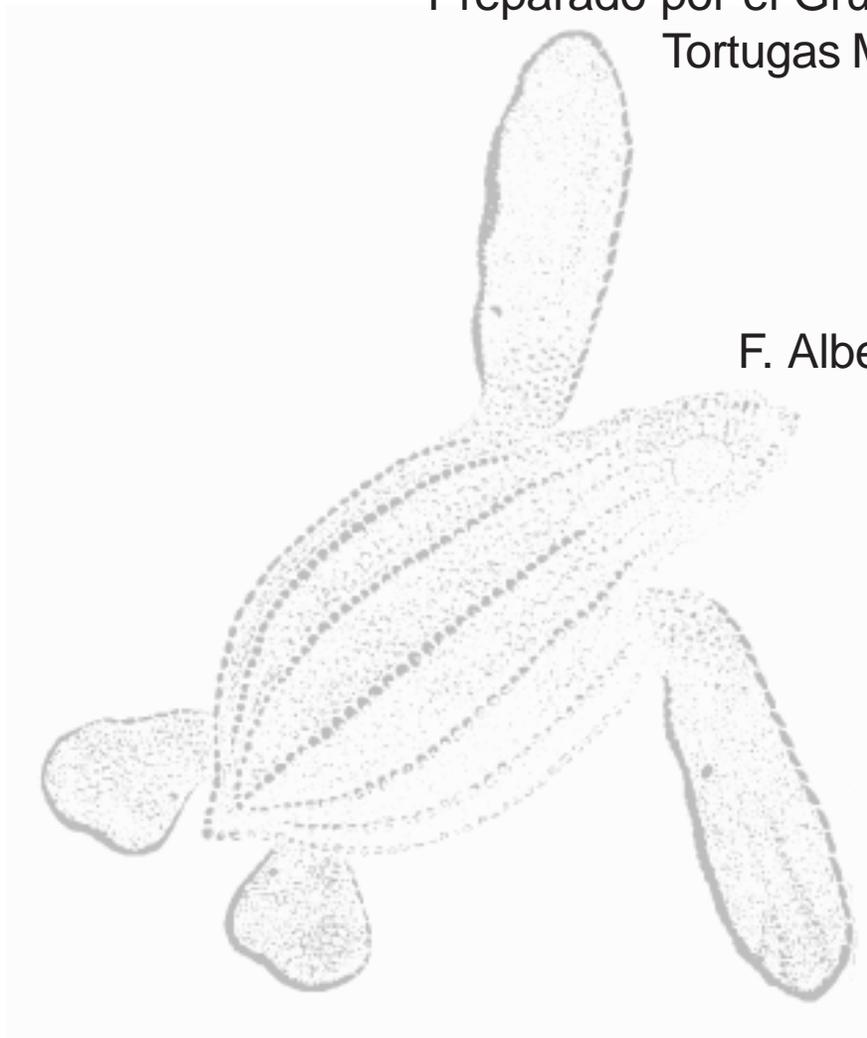


# Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas

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](mailto: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

**C**ongruente 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>	
<b>6. Crianza, Cuidado Veterinario y Necropsia</b>	
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>	
<b>7. Legislación e Instrumentación</b>	
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>	

## Determinación del Tamaño de la Nidada y el Éxito de Eclosión

**Jeffrey D. Miller**

Queensland Department of Environment and Heritage, P. O. Box 2066, Cairns, Queensland 4870, Australia; Tel: +61(7) 4052 3218; Fax: +61 (7) 4052 3080; email [jeff.miller@env.qld.gov.au](mailto:jeff.miller@env.qld.gov.au)

### Introducción

La determinación del tamaño de la nidada y el éxito de eclosión provee información fundamental para la conservación y manejo de las tortugas marinas. Estos datos son esenciales porque ayudan a comprender la adecuación de la playa (o vivero) para actuar como sistema de incubación y la salud general de la población anidadora.

Para comprender el éxito del esfuerzo reproductivo de las tortugas marinas, es necesario determinar el número de huevos desovados, el diámetro y peso de los huevos, el número que se incuban exitosamente, y el número de crías que emergen de los nidos así como el número de crías que cruzan la playa y entran al agua. Cualquier cambio significativo (basado sobre la media y la desviación estándar derivadas de la población estudiada) en estos números a través del tiempo indica que podrían estar ocurriendo algunos problemas. Por ejemplo, un cambio significativo en el número de huevos incubados que producen crías indica que han cambiado algunos factores que influyen la incubación (p. ej., gases, humedad, temperatura, y factores bióticos). No es necesario contar los huevos en cada nidada que es dejada; una muestra al azar obtenida de nidadas contadas a través del periodo de anidación será suficiente. La misma lógica aplica a los otros datos cuantificables colectados de los huevos, embriones y crías.

Cuando se basa en programas de monitoreo a largo plazo, la cuantificación de los cambios provee los fundamentos para las decisiones de manejo. Si los cambios son pequeños, es posible que no se requiera ninguna acción y los esfuerzos de conservación podrían enfocarse en otros aspectos; si los cambios son grandes, las acciones de manejo deberán ajustarse para resolver primero amenazas específicas. Las decisiones críticas concernientes al manejo de hábitats *in situ* o viveros deberán estar basadas sobre datos precisos

(ver Boulon; Mortimer, este volumen para consideraciones de manejo *in situ* o viveros). Tales datos pueden ser obtenidos al contar, medir y pesar los huevos que son ovipositados y por el conteo (y clasificación) del contenido de los nidos después de que las crías han emergido. Este esfuerzo debe continuar a través de varios años. Al apoyarse la realización de decisiones críticas, es esencial que las definiciones sean claras y que la colecta de datos sea estandarizada.

### Definiciones

#### *Definición de Huevo*

Las tortugas marinas ovipositan dos clases de huevos: normales y de forma irregular. Los huevos normales son esféricos, blancos y constan de (1) un cascarón flexible (aprox. 3% del total de su peso), (2) una cápsula de albúmina (aprox. 48.5% del peso total) y (3) una yema (aprox. 48.5% del peso total) (Miller, 1985). La membrana vitelina que sustenta el disco embrionario (ver Miller, 1985 para descripciones detalladas del desarrollo embrionario de las tortugas marinas) encierra la yema. La media del diámetro de un huevo normal varía entre especies (Miller, 1985, 1997; Van Buskirk y Crowder, 1994)

Los huevos de forma irregular pueden ser muy grandes, con múltiples yemas (doble o en forma de cadena) o muy pequeños cuando se comparan a otros huevos en la nidada. Los huevos con diámetro extra-grande son usualmente 1/4 (o más) mayores en diámetro que los huevos normales de esa especie. Los huevos con diámetro extra-grande típicamente contienen dos yemas rodeadas por una sola cobertura de albúmina y el cascarón; éstos rara vez producen crías, aunque uno de los dos embriones podría desarrollarse por un tiempo. Los huevos con yemas múltiples están formados de varias unidades de yema

y albúmina contenidas dentro de un cascarón confínuo. El cascarón podría estar más o menos constreñido entre las unidades; algunos pueden estar conectados por pequeños tubos de cascarón, mientras que otros pueden mostrar pequeñas constricciones entre las unidades. Como una regla general, entre más grande sea la separación entre las unidades, más grande es la oportunidad de producir crías.

Huevos muy pequeños (usualmente menores a la mitad del diámetro de los huevos normales) son comúnmente denominados huevos “sin yema” (N. del T.: En algunos países de Latinoamérica se les conoce como “corales”, “inviabiles” o “vanos”). Ellos contienen principalmente albúmina y algunos gránulos de vitelo (N. del T. El vitelo se presenta sólo en ocasiones en especie diferentes a laúd), encapsulados por un cascarón. La yema no está encerrada por una membrana vitelina y, como no existe disco embrionario presente, el desarrollo no puede ocurrir. Cuando una luz brillante es iluminada a través de un huevo sin yema, la imagen es blanca en contraste con un huevo normal u otro huevo de forma irregular, los cuales muestran un tinte amarillento.

### ***Definición de Nidada***

Una nidada es definida como el número de huevos ovipositados dentro del nido, excluyendo los huevos sin yema (arriba definidos). Los huevos sin yema deberían ser contados y reportados separadamente. Dado que los huevos extra-grandes y con múltiples yemas (dobles o formando cadenas) realmente contienen embriones viables, ellos deberían ser contados como parte de la nidada. Huevos con múltiples yemas deberán ser contados como un sólo huevo ya que, a pesar de que contienen embriones viables, están encerrados en un solo cascarón; es decir, no cuente las yemas como huevos separados. La media del número de huevos en una nidada varía entre especies (Miller, 1997; Van Buskirk y Crowder, 1994)

El tamaño de la nidada puede ser determinado contando los huevos durante la oviposición (al mismo tiempo del desove) o, si la nidada es movida, el conteo es más fácilmente efectuado al resembrarlo. Para facilitar la medición y el pesado de los huevos en una nidada *in situ*, los huevos serán suavemente extraídos una vez que la tortuga ha terminado de tapar y se ha movido lejos del nido. Cualquier huevo que se rompa durante la extracción y manejo deberá ser contado como parte de la nidada; se deberá anotar el número de huevos rotos en la hoja de datos. Aunque no es necesario contar los huevos en cada nidada puesta en

la playa, es buena idea contar los huevos en algunos nidos *in situ* además de contar los huevos en todas las nidadas que son movidas. Esto permitirá la comparación del número de huevos y una evaluación inicial de la actividad de reubicación. El número de nidadas procesadas deberá estar en balance con las otras prioridades del trabajo del programa. Si es posible, nidadas sucesivas dejadas por varias tortugas durante la temporada deberían ser procesadas.

Cuando una tortuga abandona la puesta, se tendrá una nidada parcial. Cualquier tortuga que sea encontrada intentando anidar una segunda ocasión dentro de los siguientes seis días después de poner unos cuantos huevos, ha sufrido una perturbación en el proceso de anidación (Miller, 1997). Las nidadas parciales deberán ser sumadas para obtener la cuenta real de la nidada; desgraciadamente, si la tortuga no ha sido marcada, su identificación (por lo tanto vincular las nidadas parciales) no será posible.

## **Métodos**

### ***Monitoreo de la Temperatura de Incubación***

Debido a que la temperatura de la arena durante la incubación (1) varía durante el día y en ciclos estacionales, (2) influye en la sobrevivencia embrionaria, (3) determina el sexo de las crías y (4) establece la duración de la incubación, el monitoreo de la temperatura es extremadamente importante para comprender el ambiente de incubación, aún si la reubicación de los huevos es una opción para la conservación (ver también Merchant, este volumen; Godfrey y Mrosovsky, este volumen)

La temperatura deberá ser tomada rutinariamente como parte del trabajo con los nidos durante el periodo de anidación. Dado que la media de la profundidad de los nidos varía entre especies, se pueden usar dos vías para obtener los datos necesarios. Primero, puede usarse una profundidad estándar de 50 cm por debajo de la superficie para comparar una gran cantidad de playas en una región y/o entre regiones. Segundo, el uso de un promedio de la profundidad de los nidos para una especie en particular en una playa dada. Una combinación de ambas permite un enfoque integral para comprender la variación de la temperatura dentro del hábitat de anidación. La profundidad a la cual la temperatura es medida debería estandarizarse para permitir la comparación de temperaturas dentro y entre hábitats en la playa, entre sitios de anidación y entre especies. Los métodos usados deberán ser

**Tabla 1.** Información mínima para cada nidada examinada.

<i>Número de Marca</i>	Número de marca de la hembra anidadora
<i>Fecha y Hora de la Puesta</i>	Fecha de puesta; horario basado en reloj de 24-hr
<i>Profundidad del Nido– Superior</i>	Profundidad de la superficie de la playa hasta la parte superior del primer huevo en la cámara
<i>Profundidad del Nido– Fondo</i>	Profundidad de la superficie de la playa hasta el fondo de la cámara de incubación
<i>Ubicación del Nido a lo</i>	Código del sector (si la longitud de la playa es dividida en sectores), o coordenadas de
<i>Largo de la Playa</i>	triangulación a partir de puntos de referencia conocidos a lo largo de la playa.
<i>Ubicación del Nido a lo Ancho</i>	Posición sobre la playa (p. ej., en la pendiente o duna, arriba/debajo línea de marea, etc.)
<i>Hábitat de la Ubicación del Nido</i>	Hábitat alrededor del nido (p. ej., arena, pasto, dentro/debajo vegetación)
<i>Temperatura de la Arena</i>	Temperatura a profundidad estandar usando un termómetro calibrado
<i>Conteo de los huevos</i>	Conteo de huevos normales, más conteo de huevos sin yema
<i>Diámetro de huevo</i>	Diámetro de 10 huevos normales por nidada, máximo y mínimo (mismos que se pesan)
<i>Peso de huevo</i>	Peso individual de 10 huevos por nidada (mismos que se miden)

claramente establecidos en todos los informes.

La variación en las temperaturas deberá ser derivada de hábitats representando la diversidad de sitios de anidación y posición sobre la playa. Para cada temperatura de la arena en el momento de la oviposición o emergencia de crías debe registrarse la fecha, hora, profundidad, ubicación y clima. Godfrey y Mrosovsky (1994) proporcionan una revisión útil de métodos de campo para medir la temperatura sobre las playas de anidación.

La temperatura de la arena puede ser obtenida usando un termómetro que tenga una precisión de 0.2°C. Los termómetros de campo, antes de usarse deberán ser calibrados contra un termómetro certificado. La calibración deberá ser confrontada a seis diferentes temperaturas (15, 20, 25, 30, 35, 40°C) para establecer cualquier error en el instrumento. Varias compañías anuncian en revistas herpetológicas, instrumentos miniatura que registran la temperatura. Ellos varían en precio y características; la selección deberá estar basada en los requerimientos específicos del estudio. La principal ventaja de estos instrumentos es que ellos pueden proveer un perfil diario y estacional de la temperatura de la arena cuando están

enterrados en la playa por toda una temporada a diferentes profundidades (p. ej., 25, 50, 75 cm).

### **Manejo de Huevos**

Los huevos deberán ser manejados cuidadosamente. Las manos deberán estar libres de residuos químicos (p. ej., loción bronceadora, repelente de insectos, etc.) antes de manejar los huevos. Todo el manejo (excavación, medida, pesado, transportación, sembrado) de los huevos deberá hacerse completamente dentro de las siguientes dos horas de la oviposición, o los huevos deberán de permanecer *in situ* por lo menos 25 días para reducir el impacto del movimiento que induce a la mortalidad (Limpus, *et al.*, 1979; Parmenter, 1980). Aunque los huevos recién puestos no son susceptibles a la mortalidad inducida por el movimiento, es bueno sacar la nidada sin girar los huevos. La nueva ubicación de los huevos deberá proveer adecuadas condiciones de humedad, temperatura e intercambio gaseoso para sustentar el desarrollo de los embriones y estar a salvo de depredadores y saqueadores furtivos (ver Boulon; Mortimer, este volumen).

**Tabla 2.** Observaciones que se recomienda anotar después de la emergencia de las crías.

<i>Número de marca</i>	Número de marca de la hembra anidadora (del registro del nido)
<i>Fecha de Puesta</i>	Fecha (del registro del nido)
<i>Fecha de Emergencia</i>	Fecha cuando las crías emergen
<i>Tiempo de Emergencia</i>	Hora en que se observaron las crías
<i>Período de Incubación</i>	Fecha Emergencia – Fecha Puesta

**Tabla 3.** Categorías y definiciones del contenido de nidos por ser registradas en las hojas de datos.

---

<i>E = Crías Emergidas</i>	Crías dejando o saliendo del nido
<i>C = Cascarones</i>	Número de cascarones vacíos contados (>50% completo)
<i>V = Vivas dentro del nido</i>	Crías vivas entre los cascarones (no aquellas en el cuello del nido)
<i>M= Muertas en el nido</i>	Crías muertas fuera de su cascarón
<i>HSDA= Huevos sin Desarrollo Aparente</i>	Huevos no eclosionados, sin un embrión evidente
<i>HNE = Huevos no Eclosionados</i>	Huevos no eclosionados con embrión evidente (excluyendo los ETNE)
<i>ETNE= Embriones a Término No Eclosionados</i>	Embriones aparentemente a término, no eclosionados dentro de un cascarón o huevos rotos por el embrión (crías con cierta cantidad de yema externa)
<i>D = Depredados</i>	Cáscaras abiertas, casi completas, conteniendo residuos de huevo

---

### **Medida y Pesado de los Huevos**

Diferentes especies de tortuga marinas ponen huevos de diferentes diámetros y pesos (Miller, 1985, 1997; Van Buskirk y Crowder, 1994). Dentro de una especie los huevos tienden a ser similares en talla, aunque puede existir cierta variación entre poblaciones.

Para establecer la talla de los huevos, se seleccionarán aleatoriamente 10 huevos de cada nidada y se medirán por el diámetro mayor y menor, y serán pesados individualmente. El uso de diez huevos provee una adecuada base estadística para evaluar la variación dentro y entre nidadas. El uso de menos de diez huevos no provee una adecuada base y usando mas de diez huevos no mejorará la base estadística para comparación. Los huevos deberán estar libres de arena adherida. La arena se puede quitar usando un trapo (o brocha) o con la mano. Cuando es medido, el huevo debe sostenerse de manera que el cascarón esté turgente presionado suavemente un dedo contra el cascarón para formar un hoyuelo. Se deberá usar un calibrador para localizar el diámetro mayor; el diámetro menor está usualmente a 90 grados del eje del diámetro mayor, pero puede estar localizado en cualquier parte alrededor del huevo. Ambos valores deberán ser registrados. Los diámetros mayor y menor deberán ser sumados y divididos entre dos para obtener el promedio.

Similarmente, para establecer el peso de los huevos, diez huevos de cada nidada deberán de ser pesados usando una balanza granataria o una eléctrica, con una precisión mínima de 0.5 g. Idealmente, los mismos huevos que han sido medidos (como se mencionó arriba) deberán ser usados para ser pesados. Los huevos pueden ser identificados marcándolos con un lápiz suave, de punta roma, o con un marcador de tinta.

Para calcular la media y la desviación estándar (DS) de la nidada, se utiliza el diámetro promedio y el peso de cada uno de los 10 huevos. Una vez que ha sido calculada la media del diámetro y peso de los huevos por nidada, se puede calcular un promedio y desviación estándar para la playa. Un libro de texto de estadística básica explicará cómo calcular la media y la desviación estándar. Los resultados (peso y diámetro) deberán ser reportados como media, desviación estándar, máximo, mínimo, y número de nidadas para la playa.

### **Señalamiento de Nidos**

Relocalizar una nidada después de la oviposición puede ser muy difícil, a menos que su posición haya sido marcada. Durante la oviposición, una nidada que será contada o movida puede ser señalada insertando un pequeño pedazo de lazo (o cinta de color) dentro de la cámara de incubación, que se extienda hasta la superficie de la playa. Una vez que la tortuga ha terminado de tapar la cámara de incubación y movido hacia delante, la nidada puede ser localizada siguiendo la cuerda hasta los huevos.

Las nidadas que sean dejadas *in situ* en la playa o reubicadas a un vivero, pueden ser identificadas posteriormente insertando una marca del nido entre los huevos durante la oviposición. Una marca del nido puede ser un pedazo de cinta plástica de color brillante (como 20 x 3 cm de cinta de topógrafo) o alguna otra marca que contenga un código único por el cual se identifique esa nidada con sus datos. Esto puede ser llevado al cabo durante la puesta, o cuando los huevos son contados, inmediatamente después de la oviposición. La identificación de la marca del nido deberá ser escrita con tinta indeleble; la etiqueta deberá contener el número de la marca de la hembra y la fecha de la anidación. Cuando un nido es excavado

después de la emergencia de las crías, la recuperación de la marca del nido permite que los datos sobre el éxito de eclosión y éxito de emergencia, sean vinculados a los datos de la hembra así como de los huevos (número, medidas).

Las marcas de los nidos no deberán ser visibles en la superficie de la playa, especialmente en áreas donde hay saqueadores furtivos que amenacen los nidos. Otra ventaja de usar marcas de nidos localizadas entre los huevos es que otras tortugas anidadoras no perturbarán la marca (como a veces ocurre con estacas sobre la playa) a menos que escarben dentro de la nidada. Si esto pasa, el nido todavía es identificable. El uso de estacas con identificación de la nidada para indicar un nido es muy útil en viveros protegidos.

### ***Registro de Datos***

Por lo menos un mínimo de información deberá de colectarse de cada nidada examinada (Tabla 1). La hoja de datos deberá estar diseñada incluyendo este mínimo de información. Un conjunto de encabezados con recuadros en blanco en la misma hoja de datos usada para registrar la información de la hembra anidadora es el sitio óptimo para registrar el conteo de la nidada, las medidas de los huevos y otros datos (por ej. temperatura de la arena) tomadas al mismo tiempo de la oviposición.

### ***Equipo de Campo***

El equipo de campo básico deberá incluir: hojas de datos, tabla con clip o carpeta, lápices, calibrador, balanza (escala métrica), termómetro, cinta métrica de 2 m (flexible, no metálica), 25-100 m de cinta métrica flexible (para localización de los nidos), linterna de cabeza (para tener las manos libres y registrar la información), una bolsa para el equipo de campo, y una bolsa apropiada para transporte de huevos de forma rutinaria o por una emergencia. Todo el equipo de medir deberá ser frecuentemente calibrado.

### ***Localización de Nidos Después de la Emergencia de las Crías***

Cuando se encuentran rastros de crías sobre la playa, el hundimiento de la emergencia puede ser usualmente localizado siguiendo los rastros de las crías hacia la parte trasera de la playa hasta encontrarlo. Los rastros deberán formar una “V” con el vértice en el hundimiento de la emergencia (cuando la arena está húmeda, el hundimiento es obvio). Se deberán usar guantes de plástico cuando se excave un nido ya que

regularmente contienen huevos podridos y crías muertas. La arena del cuello del nido (el canal a través del cual las crías viajan a la superficie) estará suelta y suave en comparación con la que le rodea. Se deberá tener cuidado en no perjudicar las nidadas adyacentes que están todavía incubándose.

Si la marca del nido está presente, los datos del nido se deberán registrar después que las crías han emergido del nido y el nido ha sido excavado (Tabla 2).

### ***Categorización del Contenido de Nidos***

El contenido de los nidos será examinado y dividido dentro de categorías (Tabla 3). Estas categorías pueden ser más subdivididas para que provean definiciones más finas del contenido del nido; sin embargo el trabajo extra involucrado es probable que no valga la pena, a menos que se tengan ciertos objetivos específicos. Por ej., un observador experto puede requerir varias horas para encontrar evidencia que permita distinguir la muerte embrionaria en estadios tempranos de la falta de fertilización o la muerte dentro del oviducto, los cuales están contenidos en la categoría “no desarrollados” (ver Miller, 1985, para descripciones detalladas de desarrollo embrionario de las tortugas marinas). Las otras categorías ayudan a identificar problemas potenciales que podrían haber ocurrido durante la incubación. Por ejemplo, si una gran proporción de huevos contiene ETNE, el problema pudo haber sido la inundación de la cámara de incubación por una marea alta reciente (que corta el oxígeno antes que eclosionen). La falta de fertilización es difícil de demostrar; aún los más expertos observadores perderían un fragmento de disco embrionario (la presencia del cual indica fertilización) en un huevo no eclosionado exhumado de un nido que ha terminado su incubación.

El conteo de cascarones es difícil y tiene gran cantidad de errores que dependen de la experiencia de la persona que cuenta. Solo los cascarones que tienen más del 50% del tamaño del huevo deberán ser contados; los fragmentos de cascarón no deben contarse. El error del conteo se puede estimar cuantificando los cascarones en las nidadas en las cuales el número de huevos fue contado en la oviposición. El error es el porcentaje de la diferencia entre los dos conteos.

Un investigador puede seleccionar el tener la categoría HNE incluyendo los ETNE; si esto se hace, se deberán de tomar notas de campo para identificar embriones muertos de crías eclosionando para ayudar

la identificación de la(s) causa(s) de muerte. Los cascarones de los huevos depredados en los nidos (D) raramente se parecen a los residuos de huevos de donde las crías han emergido; los cascarones de los huevos depredados (D) usualmente tienen hoyos o pequeñas áreas rasgadas y contienen cierta cantidad del material del huevo. Cuando los huevos han sido exhumados por depredadores y esparcidos por la playa, el conteo es difícil y obtener una precisión del conteo puede ser imposible.

Después de clasificar y contar el contenido de los nidos, el número de los huevos en la nidada puede ser calculado usando una de las siguientes fórmulas (ver los símbolos arriba):

si todas las crías fueron interceptadas:  

$$\text{Nidada} = E + V + M + \text{HSDA} + \text{HNE} + \text{ETNE} + D;$$

o, si las crías no fueron todas capturadas, utilice la fórmula de arriba sustituyendo E con la fórmula  $E = (C - (V + M))$ .

### ***Determinación del Exito de Eclosión y el Exito de Emergencia***

La evaluación del éxito de la incubación es un proceso de dos pasos que consisten en determinar el éxito de eclosión y de emergencia. El éxito de eclosión se refiere al número de crías que eclosionan o rompen su cascarón (igual al número de cascarones vacíos en el nido); el éxito de emergencia se refiere al número de crías que alcanzan la superficie de la playa (igual al número de cascarones menos el número de crías vivas y muertas dentro del nido). El éxito de eclosión es a menudo 1% o más mayor que el éxito de emergencia. Ambos, éxito de eclosión y emergencia deberán ser reportados cuando se presentan datos sobre el éxito de incubación.

$$\text{Éxito de Eclosión (\%)} = \frac{\text{\#cascarones}}{\text{\#cascarones} + \text{\#HSDA} + \text{\#HNE} + \text{\#ETNE} + \text{\#D}} \times 100$$

$$\text{Éxito de Emerg. (\%)} = \frac{\text{\#cascarones} - (\text{\#V} + \text{\#M})}{\text{\#cascarones} + \text{\#HSDA} + \text{\#HNE} + \text{\#ETNE} + \text{\#D}} \times 100$$

Para comprender el éxito del esfuerzo reproductivo de las tortugas marinas, es necesario determinar el número de huevos desovados, el diámetro y peso de

los huevos, el número que se incuban exitosamente, y el número de crías que emergen de los nidos así como el número de crías que cruzan la playa y entran al agua.

El simple conteo de las crías en la playa no es suficientemente preciso para evaluar el éxito de emergencia porque algunas crías pudieron haber escapado antes de ser contadas o pudieron haber sido comidas por depredadores, o algunas crías pueden ser lentas en emerger del nido. Cuando se excavan los nidos, las crías vivas justo por debajo de la superficie de la playa (esto es, no atrapadas por vegetación o basura) deberán ser incluidas en el conteo que crías que exitosamente alcanzan la superficie de la playa.

### ***Medición y Pesado de las Crías***

La media de la longitud y peso de las crías de tortugas marinas varía entre especies (Miller, 1997; Van Buskirk y Crowder, 1994). Para establecer su talla, se deben de pesar y medir diez crías por nido de varios nidos. Se debe de medir el largo recto del caparazón (LRC), usando un calibrador, desde el escudo nual hasta la división entre los escudos post-centrales. Las medidas del LRC obtenidas de 10 crías deberán ser sumadas y divididas entre 10 para obtener un promedio del LRC para las crías en la nidada. Las mismas 10 crías deberán ser pesadas usando una balanza granataria o eléctrica, con una precisión de 0.5 g. El pesado debe de ser hecho sin viento. El peso obtenido para las 10 crías deberá ser sumado y dividido entre 10 para obtener el peso promedio para las crías de la nidada. Se deben de presentar la media, desviación estándar, mínimo-máximo, y número de crías para los resultados de LRC y peso. Cambios significativos anuales de estas medias pueden indicar un problema durante la incubación (p. ej., cambios en la humedad de la arena alrededor del nido).

Las crías que han sido capturadas después de que entran al mar o que han permanecido dentro del nido (ellas a menudo son deformes) no deberán ser pesadas o medidas como representativas de crías normales en la nidada. Las crías no deben de ser guardadas hasta el día siguiente ya que pierden agua (peso) rápidamente después de la emergencia, por lo que deben ser procesadas y liberadas tan pronto como sea posible después de la emergencia del nido.

### **Resumen**

El registro cuidadoso de los datos sobre el número de huevos puestos y los resultados de la incubación,

eclosión y emergencia puede ayudar a identificar características reproductivas de la población anidadora. Los métodos deben ser claramente establecidos y los datos deben ser reportados en forma de media, desviación estándar, mínimo-máximo, y número. Estos datos ayudan en el manejo del sitio de anidación y proveen una base de comparación entre temporadas de anidación y sitios, así como entre especies.

### **Agradecimientos**

Deseo dar las gracias a Kirstin Dobbs por su valiosa ayuda en la preparación de esta contribución y a Laura Sarti por sus acertados comentarios.

### **Literatura Citada**

Godfrey, M. H. y N. Mrosovsky. 1994. Simple method of estimating mean incubation temperatures on sea turtle beaches. *Copeia* 1994:808-811.

Limpus, C. J., V. Baker y J. D. Miller. 1979. Movement-induced mortality of loggerhead eggs. *Herpetologica* 35:335-338.

Miller, J. D. 1985. Embryology of marine turtles, p.269-328. *In*: C. Gans, F. Billett y P.F.A. Maderson, (Editores), *Biology of The Reptilia*, Vol. 14a. Development. John Wiley & Sons, New York.

Miller, J. D. 1997. Reproduction in sea turtles, p.51-80. *In*: P.L. Lutz y J. A. Musick. (Editores), *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Parmenter, C. J. 1980. Incubation of the eggs of the green sea turtle, *Chelonia mydas*, in Torres Strait, Australia: the effect of movement on hatchability. *Australian Wildlife Research* 7:487-491.

Van Buskirk, J. y L. B. Crowder. 1994. Life-history variation in marine turtles. *Copeia* 1994:66-81.