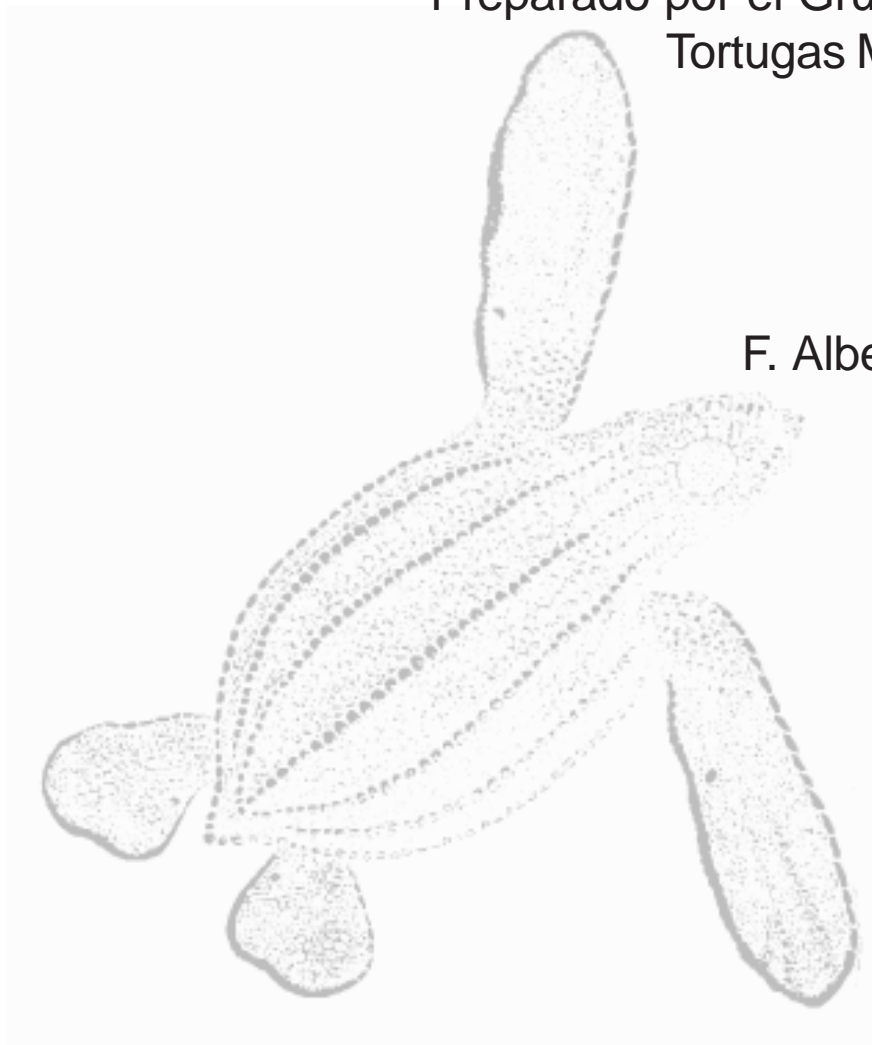


Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas

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 (pendiente)

Impreso por Consolidated Graphic Communications, Blanchard, Pennsylvania USA

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

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

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

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

Presentación

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

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

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

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

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

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

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

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

Agradecimientos

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

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

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

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

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

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

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

¡A todos, nuestro más sincero agradecimiento!

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

Tabla de Contenido

1. Generalidades

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

2. Taxonomía e Identificación de Especies

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

3. Evaluación de Poblaciones y de Hábitats

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

4. Metodologías y Procedimientos para la Colecta de Datos

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

5. Reducción de Amenazas

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

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

Técnicas para la Medición de Tortugas Marinas

Alan B. Bolten

Archie Carr Center for Sea Turtle Research, Department of Zoology, P. O. Box 118525, University of Florida, Gainesville, Florida 32611 USA; Tel: +1 (352) 392-5194; Fax: +1 (352) 392-9166; email: abb@zoo.ufl.edu

Las tortugas marinas se miden para lograr un determinado número de objetivos y existen varias opciones de técnicas y equipo. Los objetivos pueden determinar el empleo de diferentes niveles de exactitud y precisión (ver más adelante) así como los métodos apropiados y equipo que debe usarse. Las tortugas marinas se miden en la playa de anidación para relacionar el tamaño corporal con su potencial reproductivo, para determinar el tamaño mínimo al que alcanzan la madurez sexual y para dar seguimiento al tamaño de las hembras anidadoras en un área en particular. Las tortugas se miden en zonas de alimentación para determinar la frecuencia de las diferentes clases de talla que ocurren en las tortugas presentes, así como para un seguimiento de las tasas de crecimiento. La distribución de frecuencias de tamaños en una población es un parámetro importante de su estructura demográfica. El resultado del análisis de las tasas de crecimiento puede ser un indicador de la calidad del hábitat y de la situación fisiológica.

Exactitud y Precisión

Los objetivos de un proyecto podrían determinar los niveles de exactitud y precisión que se requieren para lograr el proyecto y también el equipo que debe ser usado. “La exactitud es la proximidad de una medida al valor real de una variable que se mide. Precisión no es un sinónimo de este parámetro; se refiere a la proximidad entre mediciones repetidas de la misma cantidad” (Zar, 1984).

Existen pocos estudios sobre la precisión en las mediciones de tortuga marinas (Bjorndal y Bolten, 1988, 1989; Frazier, *en prensa*; Shoop y Ruckdeschel, 1986; van Dam y Diez, 1994). En todos los informes y publicaciones, se debe incluir la precisión de las medidas. Una forma de reportar la precisión de las

medidas es presentar la media, la desviación estándar y/o el error estándar, así como el intervalo de la diferencia absoluta entre pares de medidas repetidas de una serie de tortugas (se debe reportar el tamaño de la muestra) dentro de la gama de tamaños de la población bajo estudio (Bjorndal y Bolten, 1988, 1989; van Dam y Diez, 1994). La precisión puede variar para cada tipo de medida (Bjorndal y Bolten, 1988, 1989; Shoop y Ruckdeschel, 1986). La precisión puede incrementarse cuando un solo individuo toma todas las medidas. Si esto no es práctico, la precisión de los miembros de un equipo de investigación se debe comparar a lo largo del tiempo (Bjorndal y Bolten, 1988, 1989; Shoop y Ruckdeschel, 1986).

Las medidas se deben hacer en unidades métricas; la conversión hacia unidades métricas (necesaria para publicaciones) a partir de otros sistemas puede afectar el grado de exactitud y precisión. Por ejemplo, el convertir medidas tomadas con una precisión de un octavo de pulgada a milímetros no representa correctamente el nivel de exactitud de esas mediciones. Los calibradores, cintas métricas y balanzas deben calibrarse frecuentemente.

Nomenclatura de los Escudos

Hay inconsistencia en la nomenclatura utilizada para describir los elementos de un caparazón (ver Pritchard y Trebbau, 1984 para una discusión). Se recomienda usar la nomenclatura sugerida por Pritchard y Trebbau (1984) la cual se resume a continuación (ver Pritchard y Mortimer, este volumen). Los escudos son placas córneas que conforman la superficie de la concha. Los escudos vertebrales son los escudos grandes que se encuentran en la parte media del caparazón. Los escudos costales son los escudos grandes que forman una serie longitudinal a

cada lado de las vertebrales. Los escudos marginales son los escudos numerosas y pequeños que se encuentran alrededor de la parte final del caparazón, excepto el escudo mediano en la línea media anterior a las vertebrales (el cual es el escudo nucal) y el par posterior a los marginales (los escudos supracaudales).

Procedimientos de Medición: Medidas Lineales

Las medidas lineales pueden tomarse con calibrador (medidas rectas) o con una cinta métrica flexible (medidas curvas). La decisión de cuál usar depende de la exactitud, precisión, costo y conveniencia se desea. Las medidas curvas tienden a ser menos exactas y precisas (Bjorndal Bolten, 1989; Frazier, *en prensa*; Pritchard *et al.*, 1983; Shoop y Ruckdeschel, 1986) debido a la presencia de irregularidades y de epibiontes sobre la superficie del caparazón de la tortuga. También, en los juveniles de algunas especies, los escudos vertebrales presentan quillas, y la parte posterior del caparazón en algunas especies tienen cambios en la inclinación de éste, que pueden hacer que longitud curva del caparazón sea difícil de medir con exactitud y precisión. Sin embargo, las cintas métricas flexibles son significativamente menos costosas que los calibradores y son mucho más fáciles de transportar y mantener.

Hay grandes diferencias en la calidad de los calibradores, no solamente en el mecanismo y ajuste de los brazos que se deslizan sobre el eje principal, sino también en la calibración y en la escala de medida (p. ej., centímetros contra milímetros). Los calibradores

de árboles que tienen brazos muy largos se deben modificar para que los brazos solamente tengan el largo necesario. Un exceso en la longitud de los brazos hace más incómodo su uso y reduce la exactitud y precisión. Ambos brazos del calibrador deben ser del mismo tamaño cuando se hacen las mediciones; los puntos finales de las medidas de una tortuga están a la misma distancia del eje principal del calibrador. El calibrador debe de ser seleccionado para tener una exactitud y precisión adecuadas y debe utilizar unidades métricas.

Las cintas métricas flexibles de fibra de vidrio son mejores que las cintas metálicas para tomar medidas curvas, debido a que éstas se ajustan más a la forma del caparazón y no se corroen. Se debe evitar usar cintas de algodón, debido a que se estiran fácilmente. La cinta de medición debe tener unidades métricas.

Para asegurar exactitud y precisión, el largo del calibrador o de la cinta métrica debe ser más grande que la longitud máxima esperada de las tortugas de la población en estudio, de manera que las longitudes reportadas sean el resultado de una sola medición y no de la suma de medidas parciales. Los epibiontes que interfieren en la medición se deben quitar cuando la exactitud de una medida es importante. Si las medidas son afectadas por la presencia de lesiones o deformidades por lo que estas irregularidades deben ser tomadas en cuenta y, dependiendo de los objetivos del proyecto, considerar no incluir la medida en el análisis.

Se plantean cinco medidas lineales estándares: longitud del caparazón (Figuras 1 y 3), ancho del caparazón, largo de la cola (Figura 2), ancho de la cabeza y longitud del plastrón. Para muchos estudios,

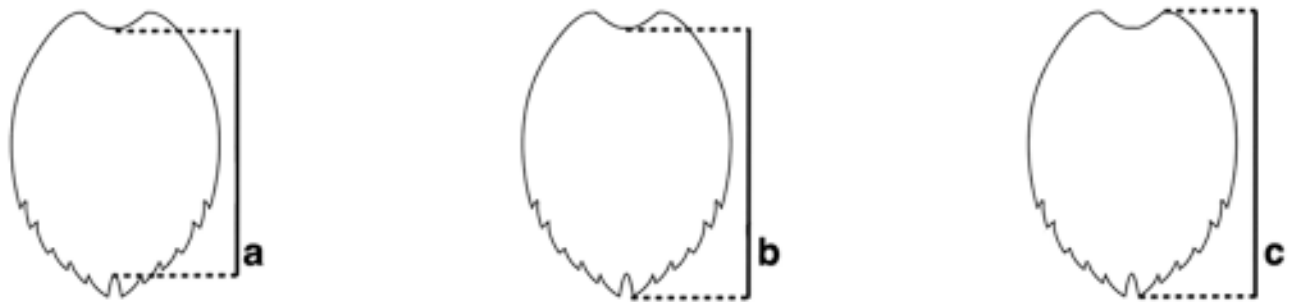


Figura 1. Puntos anatómicos anterior y posterior para tres medidas de la longitud del caparazón. (a) El largo recto mínimo del caparazón (LRCmin) y el largo curvo mínimo del caparazón (LCCmin) se miden desde el punto medio anterior (escudo nucal) hasta el punto medio de la muesca posterior entre los escudos supracaudales. (b) El largo recto del caparazón nucal-supracaudal (LRCn-s) y el largo curvo del caparazón nucal-supracaudal (LCCn-s) se miden desde el punto medio anterior (escudo nucal) al extremo de los escudos supracaudales. (c) El largo recto máximo del caparazón (LRCmax) se mide desde el borde anterior del caparazón al extremo posterior de los escudos supracaudales. Los puntos anterior y posterior se deben localizar del mismo lado del caparazón.

el largo del caparazón puede ser la única medida necesaria.

Medidas Lineales de Tortugas de Caparazón Duro

Largo Recto del Caparazón

Los investigadores de tortugas marinas, han usado por lo menos tres tipos diferentes de medidas rectas del caparazón (Pritchard *et al.*, 1983).

- Largo recto mínimo del caparazón (LRCmin; Figura 1a) se mide desde el punto medio anterior (escudo nugal) a la muesca posterior de la parte media entre los escudos supracaudales.
- Largo recto del caparazón nugal-supracaudal (LRCn-s; Figura 1b) se mide desde el punto medio anterior (escudo nugal) al extremo posterior de los escudos supracaudales. Frecuentemente los extremos de los escudos supracaudales no son simétricos; por consistencia, se deben de usar las supracaudales que dan el LRCn-s más largo.
- Largo recto máximo del caparazón (LRCmax; Figura 1c) se mide desde el borde anterior del caparazón al extremo de los escudos supracaudales. Los puntos anterior y posterior deben estar del mismo lado del caparazón. Por consistencia, se debe de usar el lado que da la longitud mayor del LRCmax.

La medida que se recomienda para el largo recto del caparazón es el LRCmin (Bjorndal y Bolten, 1989; Gerosa, 1995). El LRCmin es la mejor medida debido a que frecuentemente los extremos posteriores de los escudos supracaudales en juveniles están rotos o desgastados en adultos. Si el tiempo lo permite, se deben medir tanto el LRCmin como el LRCn-s para poder hacer comparaciones con otros conjuntos de datos. Para evitar confusiones, siempre se debe especificar claramente qué medidas fueron empleadas tanto en hojas de datos como en publicaciones.

Largo Curvo del Caparazón

El no tener claramente definidos los puntos donde inicia y termina el caparazón puede contribuir a la variación en la precisión de la medida del largo curvo de éste (Shoop y Ruckdeschel, 1986). Debido a la curvatura (y grosor) del escudo nugal, se debe considerar el punto anterior donde la piel se une al escudo. El punto posterior debe ser el extremo poste-

rior de la superficie dorsal. Se han usado dos tipos diferentes de longitudes curvas del caparazón.

- Largo curvo mínimo del caparazón (LCCmin; Figura 1a) se mide desde el punto medio anterior o muesca del escudo nugal a la mitad de la muesca posterior entre los escudos supracaudales (extremo posterior).
- Largo curvo del caparazón nugal-supracaudal (LCCn-s; Figura 1b) se mide desde el punto medio anterior (escudo nugal) al extremo posterior de los escudos supracaudales. Frecuentemente los extremos de los escudos supracaudales no son simétricos; por consistencia, se deben de usar las supracaudales que den la mayor longitud del LCCn-s.

La medida del largo curvo del caparazón que se recomienda es el LCCmin (Bjorndal y Bolten, 1989; Shoop y Ruckdeschel, 1986). La amplia variación del LCCn-s se debe al modo impredecible en que la cinta métrica se desvía de la línea media del caparazón.

Ancho de Caparazón

El ancho del caparazón se mide del punto más amplio; no hay un punto de referencia anatómico. El ancho recto del caparazón (ARC) se mide con calibrador; el ancho curvo del caparazón (ACC) se mide con una cinta métrica flexible. Para cada tortuga, la localización anatómica en el caparazón donde se mide el ARC y el ACC puede no ser la misma. Debe haber consistencia en la orientación de la tortuga cuando se mide el ARC, particularmente con tortugas juveniles, para evitar fuentes adicionales de variación. Si la tortuga está sobre su caparazón (plastrón arriba), la masa de la tortuga tiende a expandir el caparazón y entonces aumenta el ancho de éste. El ancho del caparazón también cambia, cuando la tortuga inhala y exhala. Por consistencia, debido a que el ACC debe medirse cuando la tortuga está sobre el plastrón, el ARC también debe medirse con la tortuga en esta orientación.

Largo de la Cola

La Figura 2 muestra dos medidas de la cola. El largo total de la cola (LTC) es la distancia desde la mitad del margen posterior del plastrón al final de la cola siguiendo la curvatura de ésta. El largo post-cloacal de la cola (LPC) es la distancia entre la mitad de la apertura cloacal al final de la cola, siguiendo su curvatura. Para tomar el LTC y el LPC, la tortuga

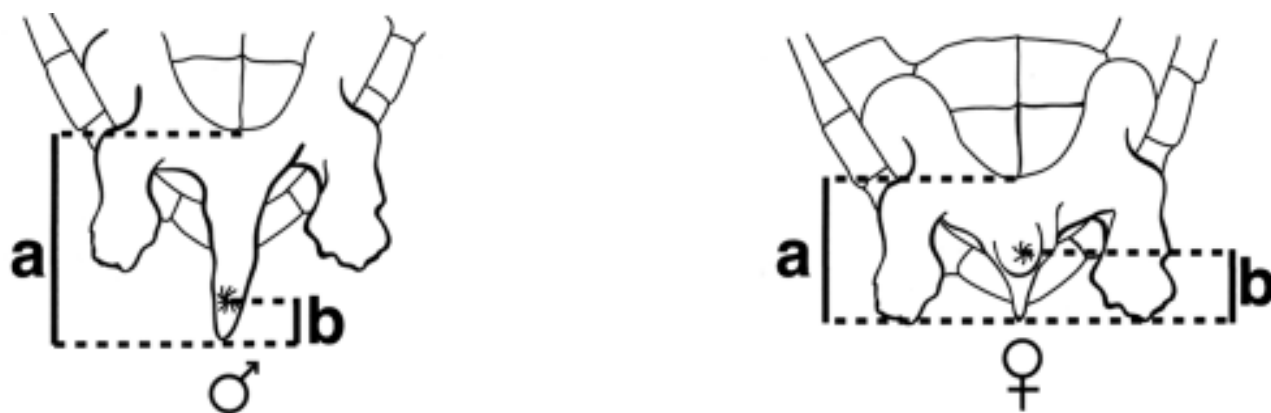


Figura 2. Dos tipos de medidas del largo de la cola: (a) El largo total de la cola (LTC) es la distancia desde la mitad del margen posterior del plastrón al final de la cola siguiendo la curvatura de ésta; (b) El largo post-cloacal de la cola (LPC) es la distancia entre el punto medio de la apertura cloacal al final de la cola siguiendo la curvatura de ésta.

debe estar colocada sobre su caparazón y se debe usar una cinta métrica flexible. En tortugas marinas, la longitud de la cola es un carácter sexual secundario, los machos maduros desarrollan una cola larga y las hembras tienen colas cortas. En juveniles de tortugas marinas, la longitud de la cola no es un indicador preciso del sexo del individuo.

Ancho de la Cabeza y Longitud del Plastrón

En tortugas marinas el ancho de la cabeza (AC) y la longitud del plastrón (LP) son medidas utilizadas menos frecuentemente que el largo y el ancho del caparazón. El AC se mide sobre la línea más larga del ancho de la cabeza con un calibrador. El LP se debe medir con un calibrador por la parte media del plastrón. Algunas fuentes de variación se deben a que frecuentemente los bordes anterior y/o posterior de los escudos del plastrón no están completamente extendidas hasta los bordes anterior y/o posterior del hueso que cubren. El LP se debe medir por la parte media del borde anterior al posterior del hueso subyacente cuando éste se extiende más allá de los escudos. La medida del LP es menos precisa que el LRCmin y LRCn-s (Bjorndal y Bolten, 1988).

Medidas Lineales de Tortugas Laúd

Largo del Caparazón

El largo (LRC) y el ancho (ARC) recto del caparazón son medidas que van desde la muesca nucal (borde anterior del caparazón en la parte media) al extremo posterior de la proyección caudal (Figura 3). Si la proyección caudal es asimétrica, por consistencia, las mediciones se deben hacer hasta el punto más largo. Las medidas rectas se registran usando un calibrador. Las medidas curvas se hacen por un lado de la quilla

central. El largo curvo no se mide sobre la cresta de la quilla debido a las irregularidades de ésta y a lo difícil que es mantener la cinta métrica sobre la quilla. El extremo de la cinta métrica se debe sujetar fuertemente en la unión de la piel y el caparazón a la altura de la quilla central, y la cinta se debe tensar hasta la proyección caudal, permitiendo que la cinta siga una posición “natural” a lo largo de la quilla.

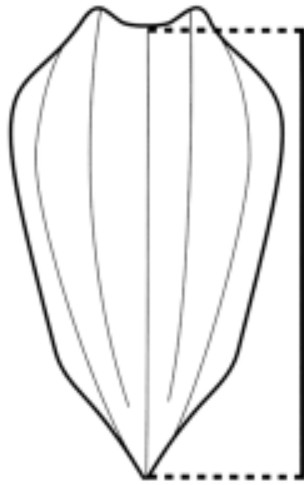
Ancho de Caparazón

El ancho del caparazón se mide por el punto más amplio; no hay puntos de referencia anatómica. El ancho recto del caparazón (ARC) se mide con un calibrador. El ancho curvo del caparazón (ACC) se mide con cinta métrica flexible; la cinta no sigue la curvatura de las quillas, mejor dicho atraviesa de la cresta de una quilla a la cresta de otra. Para cada tortuga, puede ser que la ubicación anatómica sobre el caparazón donde se mide el ARC y el ACC no sea la misma. En la laúd la referencia anatómica es el inicio de las quillas laterales (la 1^{ra} y la 7^a, respectivamente).

Largo de la Cola, Ancho de la Cabeza y Largo del Plastrón

El ancho de la cabeza se mide por el punto más amplio con un calibrador. No se recomienda voltear a una laúd adulta sobre su caparazón con el propósito de medir la longitud de la cola o plastrón. Si se encuentran juveniles, la longitud de la cola se debe medir como se describe para tortugas de caparazón duro y la longitud del plastrón se debe medir con un calibrador a lo largo de la línea media desde el borde anterior hasta el borde posterior.

Figura 3. Puntos anatómicos anterior y posterior para el largo recto del caparazón (LRC) y el largo curvo del caparazón (LCC) en tortugas laúd. En ambos casos, el largo se mide desde la muesca nucal (borde anterior del caparazón por la línea media) hasta el extremo posterior de la proyección caudal.



Medidas Lineales de Crías de Tortugas

Las crías se deben medir con un calibrador pequeño siguiendo los procedimientos para medidas rectas descritos arriba. Debido a que el caparazón de las crías es muy flexible, se debe tener cuidado de no deformarlo cuando se esté midiendo.

Procedimientos de Medición:

Medidas de Masa

La masa corporal es una medida del tamaño del cuerpo biológicamente más significativa que las medidas lineales ya que los parámetros fisiológicos están a escala según la masa. Sin embargo, la masa corporal es más difícil de medir y tiene mayor variación debido al estado reproductivo y a la condición nutricional (p. ej., la extensión del intestino lleno). Después de que una serie de mediciones de la masa y lineales se han colectado para una población, se puede usar una ecuación de regresión lineal para estimar la masa corporal a partir de la longitud del caparazón (Bjorndal y Bolten, 1988; Boulon *et al.*, 1996). Sin embargo, a través del tiempo la relación de la masa con la longitud puede cambiar por la calidad del hábitat y por los efectos dependientes de la densidad (Bjorndal *et al.*, en prensa).

Las tortugas marinas se pueden pesar con una báscula de resorte. Se debe elegir la báscula apropiada para el intervalo de tamaño de las tortugas. En general, la exactitud absoluta de una báscula de resorte disminuye con el aumento de su capacidad total. Para reducir el traumatismo cuando se están pesando las tortugas, se debe usar una malla o red de soporte para sostener a la tortuga. Se puede construir un tripie portátil con un sistema de poleas para levantar a las tortugas. Las crías se pueden colocar en una bolsa

pequeña y limpia (obteniendo primero la tara de la misma) y pesarlas en una báscula de resorte. Se puede lograr una mayor exactitud pesando las crías en una balanza granataria de triple barra o en una balanza electrónica.

Proveedores de Materiales

El equipo para la colecta de mediciones de tortugas (p. ej., calibradores de árbol, cintas métricas, básculas de resorte, y cuadernos resistentes al agua) están disponibles en compañías abastecedoras de silvicultura. Los calibradores antropómetros (disponibles en suministros científicos o médicos) son muy exactos pero costosos.

Conclusiones

Existen varias formas de medir tortugas. Se deben seleccionar y usar consistentemente los métodos apropiados para un estudio. En este capítulo se han descrito los métodos recomendados para la medición de tortugas marinas. Sin embargo, se deben definir claramente las especificaciones para cualquier medida que se use. La precisión de las medidas debe estar determinada e incluida en el informe de cualquier proyecto y publicación.

Literatura Citada

- Bjorndal, K. A. y A. B. Bolten. 1988. Growth rates of immature green turtles, *Chelonia mydas*, on feeding grounds in the southern Bahamas. *Copeia* 1988:555-564.
- Bjorndal, K. A. y A. B. Bolten. 1989. Comparison of straight-line and over-the-curve measurements for growth rates of green turtles, *Chelonia mydas*. *Bulletin of Marine Science* 45:189-192.
- Bjorndal, K. A., A. B. Bolten, y M. Y. Chaloupka. En prensa. Green turtle somatic growth model: evidence for density dependence. *Ecological Applications*
- Boulon, R. H., Jr., P. H. Dutton y D. L. McDonald. 1997. Leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) on St. Croix, U.S. Virgin Islands: Fifteen years of conservation. *Chelonian Conservation and Biology* 2:141-147.
- Frazier, J. 1998. Measurement error: The great chelonian taboo, p. 47-49. *In*: R. Byles e Y. Fernandez (Compiladores). *Proceedings of the Sixteenth Annual Symposium on Sea Turtle Conservation and Biology*.

- NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFC-412. U.S. Department of Commerce.
- Gerosa, G. 1995. Sea Turtle Manual of Tagging Techniques. United Nations Environment Programme, Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis.
- Pritchard, P., P. Bacon, F. Berry, A. Carr, J. Fletemeyer, R. Gallagher, S. Hopkins, R. Lankford, R. Márquez M., L. Ogren, W. Pringle, Jr., H. Reichart y R. Witham. 1983. Manual of Sea Turtle Research and Conservation Techniques, Segunda Edición. K. A. Bjorndal y G. H. Balazs (Editores). Center for Environmental Education, Washington, D.C. 125 pp.
- Pritchard, P. C. H. y P. Trebbau. 1984. The Turtles of Venezuela. SSAR Contribution to Herpetology No. 2:1-403.
- Shoop, C. R. y C. Ruckdeschel. 1986. Guest editorial: Measuring sea turtles. Marine Turtle Newsletter 36:10-12.
- van Dam, R. y C. E. Diez. 1994. Foraging ecology and population dynamics of the hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) at Mona Island, Puerto Rico: Research Report for 1993. Inédito. 26 pp.
- Zar, J. H. 1984. Biostatistical analysis. Segunda Edición. Prentice-Hall, New Jersey. 718 pp.