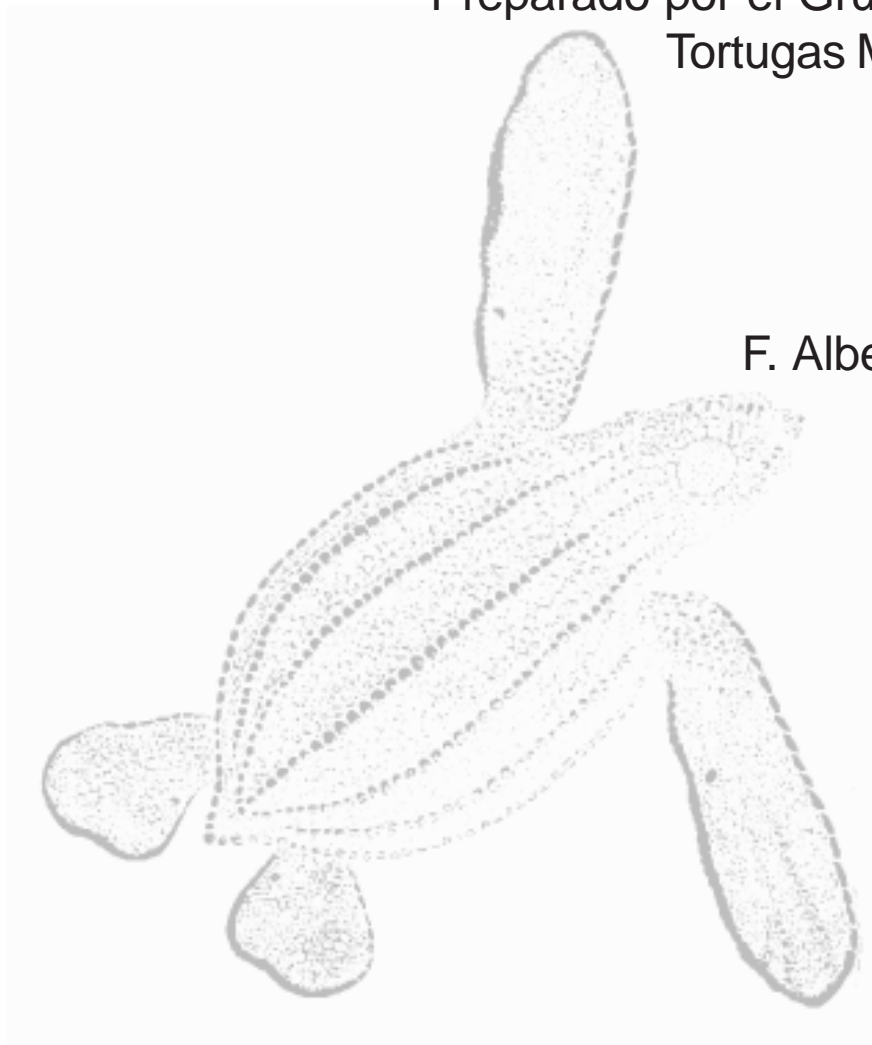


# Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas

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](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 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

**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>	

## Prospecciones Poblacionales (Terrestres y Aéreas) en Playas de Anidación

### **Barbara Schroeder**

*National Marine Fisheries Service, Office of Protected Resources, 1315 East-West Highway, Silver Spring, Maryland 20910 USA; Tel: +1 (301) 713-1401; Fax: +1 (301) 713-0376; email: barbara.schroeder@noaa.gov*

### **Sally Murphy**

*South Carolina Department of Natural Resources, P.O. Box 12559, Charleston, South Carolina 29422-2559 USA; Tel: +1 (843) 762-5015; Fax: +1 (843) 762-5007; email: murphys@mrd.dnr.state.sc.us*

### **Introducción**

Los censos de poblaciones en las playas de anidación se han constituido en la herramienta de monitoreo más ampliamente utilizada por la comunidad de biólogos especialistas en tortugas marinas que trabajan en todo el ámbito global. Los resultados de estas observaciones son un componente importante de programas integrales, ya que permiten la evaluación y el seguimiento a la condición de las poblaciones de tortugas marinas. Estas valoraciones son necesarias para conocer los efectos de las actividades de conservación y recuperación implantadas en todas las fases de la historia de vida de estas especies. Un diseño apropiado del censo de nidos, en conjunto con los estudios a las hembras anidadoras (ver los artículos de Alvarado, Murphy, Balazs, y Owens, en este volumen) y el análisis de éxito en la eclosión (Miller, este volumen), proporcionan información relativa al número de nidadas depositadas anualmente, el número anual de hembras maduras reproductivamente activas y la productividad anual de las nidadas. Los métodos planteados en este capítulo, se aplican tanto a investigaciones basadas en tierra como para prospecciones aéreas. Básicamente están orientados a coleccionar información sobre el número de hembras maduras que emergen a una playa de anidación y los eventos de anidación y no-anidación, que ocurren en playas donde no se presentan arribadas. Los lectores interesados en investigar poblaciones en playas con anidaciones masivas (playas de arribadas), deben consultar el artículo de Valverde y Gates, en este volumen.

La amplia gama de estudios realizados en las playas para dar un seguimiento a la actividad de anidación dentro de una temporada, abarcan desde “fotografías instantáneas” hasta muestreos estandarizados altamente estructurados. Sin embargo, a pesar de que actualmente los estudios en playas de anidación se han extendido ampliamente, la variabilidad en las técnicas, junto con la deficiente información de los métodos aplicados o las suposiciones planteadas, muchas veces obstaculizan nuestra capacidad para realizar estimaciones válidas sobre la condición de las poblaciones anidadoras. El propósito principal de este capítulo es proporcionar de manera simplificada, una estrategia para el estudio en playas de anidación. La utilidad de esta propuesta puede ponerse a prueba y aprovecharse para el diseño de programas que permitan un seguimiento eficaz tanto a trabajos en playas sin prospección previa como para modificar programas de trabajo en curso. El alcance de un estudio en playas de anidación, depende- entre otros factores- del aislamiento y las características geográficas del área del estudio, el personal y equipo disponible y la densidad de nidos. En este capítulo no se discute la identificación de especies con base a las huellas dejadas por las hembras al salir a anidar, componente crítico de cualquier programa de monitoreo en una playa de anidación (para una orientación sobre este tema ver Pritchard y Mortimer, este volumen).

Para que el trabajo realizado en una playa de anidación sea de mayor utilidad a largo plazo, debe reunir las siguientes características: ser rentable, re-

producibles, cuantitativamente rigurosos y fácilmente comprensibles para otros grupos que le darían seguimiento. Son dos las metodologías más empleadas en el monitoreo a playas de anidación -recorridos a pie o por medio de vehículos terrestres (censo en tierra) y recorridos en avioneta (censo aéreo). En este capítulo se revisan ambas metodologías y se proporciona al lector, la información necesaria para poner en marcha un nuevo programa de monitoreo en playas de anidación o, si ya está en operación, puede proveerle sugerencias para su perfeccionamiento. El capítulo se divide en tres secciones generales: (1) una visión global de las técnicas empleadas y aspectos comunes a ambos métodos, (2) censos terrestres y (3) censos aéreos.

### ¿Qué Metodología Debe Usarse?

La elección de cualquiera de las dos técnicas dependerá de varios factores. Entre los más importantes se consideran, la extensión geográfica del área de estudio, el tipo de playa, y los recursos (dinero, equipo y personal) disponibles. Los censos terrestres, ya sea por medio de recorridos a pie o en vehículo, permiten la observación cuidadosa de las huellas de las tortugas para contarlas e identificarlas. Son recomendables cuando (1) se realicen actividades adicionales y se requiera que el personal efectúe varios recorridos durante el día y/o la noche (p. ej., control de predadores, traslado de nidadas), (2) la playa es accesible y el área de estudio relativamente pequeña; (3) la estructura de la playa obstaculiza la observación desde el aire, debido a las limitaciones en la capacidad de maniobra de la avioneta y (4) las huellas en la arena se confunden debido al tipo de playa (p. ej., playas con abundancia de cantos rodados o cuando los nidos son construidos sobre vegetación muy densa). Los censos aéreos son preferibles en la prospección de grandes áreas que necesitan de una evaluación sobre el uso relativo de dichas zonas como playas de anidación (presencia/ausencia de tortugas) y para explorar playas de anidación que son inaccesibles para recorridos a pie o en vehículo terrestre. Cualquiera de las dos metodologías son útiles para estudios normalizados a largo plazo, siempre y cuando cuenten con un diseño apropiado.

Una vez seleccionada la plataforma de estudio (aéreo o terrestre), el próximo paso es determinar la metodología específica que se aplicará. Hay dos métodos que han sido aplicados exitosamente tanto en trabajos de campo terrestres como en censo aéreo.

El primero, hace una precisión entre las salidas de tortugas a la playa con evento de anidamiento exitoso de aquellas salidas de tortuga sin anidamiento y sólo evalúa huellas recientes o “frescas” (p. ej., aquellas huellas dejadas por las tortugas durante la misma noche del censo, cuando se realizan recorridos nocturnos o las huellas dejadas la noche previa al censo, cuando se realizan los recorridos por las mañanas). La segunda metodología involucra el recuento de todas las huellas o en algunos casos, todas las huellas de “camas” o “lechos” (cavidad visible formada por el cuerpo de la tortuga en el lugar donde construye el nido). En este caso, no se toma en cuenta la diferenciación entre salidas con evento de anidamiento o sin anidamiento. También puede o no involucrar el registro de huellas “frescas” vs. “viejas”. La metodología elegida dependerá de una valoración de las variables explicadas en los párrafos siguientes. Cualquiera de estas variables, requerirán del diseño apropiado de un proceso de validación terrestre. Los autores no recomiendan estudios que pretendan diferenciar salidas con evento de anidación de aquellas salidas sin anidación *in situ* cuando en el recuento, se mezclen huellas “viejas” con huellas “frescas”.

### Aspectos del Censo Comunes a Ambas Técnicas

#### *Variables que Afectan la Recolección de Datos*

En cualquier estudio sobre anidaciones, la detección de un evento de anidación, y consecuentemente, la exactitud del censo, es influenciada por muchos factores. Estas variables son importantes, independientemente si el estudio emplea las técnicas de censo aéreo o el censo basado en tierra. El componente más crítico de ambos tipos es la aplicación apropiada de un diseño de validación terrestre aplicado a una sub-muestra de playas. La validación terrestre permite cotejar los datos recolectados, desarrollar y aplicar las correcciones necesarias en el último análisis de la información. Las variables más importantes asociadas con la diferenciación, identificación y el conteo de huellas en la playa de anidación son: la precisión del observador/recolector, la especie objetivo, la densidad de la anidación, el tipo de playa, hora (posición del sol), viento, lluvia y actividad humana en la playa.

1. La precisión del Observador/Recolector: El error intrínseco del observador puede influir significa-

- tivamente en la veracidad del censo. Un programa de gran alcance en el estudio de las anidaciones, debe incluir el entrenamiento de los observadores y la validación terrestre (ver párrafos siguientes).
2. **Las Especies:** Algunas especies de tortugas marinas exhiben conductas de anidación que complican extraordinariamente la identificación y diferenciación de sus rastros en la arena. Por ejemplo, la tortuga carey prefiere anidar entre la vegetación densa y también puede atravesar entre rocas o fragmento de coral, dejando tan sólo una pequeña o ninguna señal de su desplazamiento fuera del agua. En contraste, los rastros de la tortuga laúd, por lo general producen una extensa perturbación en la playa, lo que puede ocasionar confusiones entre la diferenciación de anidamientos exitosos de aquellas salidas de tortugas sin evento de anidación. Por ello, la variabilidad en la conducta de anidación entre las especies, debe tomarse en cuenta al planear e implantar un censo de anidaciones.
  3. **Densidad de la Anidación:** Las playas que sostienen una alta densidad de nidos no son buenas candidatas para el uso de las técnicas de censo aéreo. El número total de huellas se traslapa y la evaluación precisa de los rastros desde el avión, puede hacerse sumamente difícil, sino imposible. Los estudios aéreos son más apropiados para playas que sostienen densidades de bajas a moderadas, a menos que se disponga de un helicóptero para estudios en playas de anidación con alta densidad.
  4. **Tipo de Playa:** Las variaciones en el tipo de playas pueden afectar la veracidad en el conteo de rastros. Las playas pueden ser de arena fina, gruesa, arena gruesa mezclada con fragmentos de conchas y también pueden ser áreas compactas muy duras conformadas en su totalidad por conchas de moluscos. En este último tipo, no es posible distinguir las huellas dejadas por las aletas de las tortugas. La variabilidad en los perfiles de la playa puede afectar la anchura y simetría de los rastros y entorpecer la identificación de la especie y/o la diferenciación entre anidaciones con eventos de no anidación.
  5. **Horario (Posición del Sol):** El bajo ángulo del sol en las primeras horas de la mañana, forma una sombra profunda detrás de las huellas y las hace muy visibles. A media mañana, este efecto de sombra se pierde y los rastros son más difíciles de observar. Para censos aéreos, la luz con resplandor intenso, se convierte en un factor adicional de demora en el conteo de nidos. Los días nublados eliminan el efecto de la sombra en las huellas y dificultan discernir las señales de los nidos. Para eliminar una de las variables que afectan la precisión de los conteos, se recomienda que las observaciones se realicen a la misma hora cada día, de preferencia en las primeras horas de la mañana.
  6. **Viento:** Dependiendo de la intensidad, duración y dirección del viento, las huellas pueden borrarse o erosionarse. Hasta cierto punto, el contenido de humedad en la arena modera los efectos del viento. La porción de una huella en la arena húmeda puede permanecer tangible durante más tiempo, que el segmento de la huella en arena seca. La erosión de los rastros depende de la dirección del viento en relación a la orientación de la playa. Una parte de la playa pudiera presentar huellas notoriamente claras, mientras que las huellas dejadas en la misma noche en otra área, pudieran parecer menos perceptibles o más viejas.
  7. **Lluvia:** Con diversos grados de afectación, la lluvia disimula huellas y confunde su identificación. Las huellas de salida de una tortuga antes de una lluvia, generalmente parecen más viejas que las de otra tortuga que sale después de la lluvia. Este mismo efecto puede ocurrir cuando durante la observación, la lluvia cae en toda o una parte de la playa de estudio. Si bajo estas condiciones se requiere la diferenciación entre huellas “frescas” o “viejas”, es esencial confiar en la relación huellas-zona entre mareas, para determinar la edad del rastro (condicionando esta observación a que la playa estudiada presente una obvia fluctuación de mareas). Los rastros, por lo general, son visibles aún después de una lluvia ligera o moderada, pero una lluvia fuerte los borrará completamente. Los censos aéreos, y en menor grado los censos terrestres, son de poco valor después de noches de lluvia prolongada o vientos fuertes que afectan una amplia zona de la playa bajo estudio.
  8. **Actividad Humana en la Playa:** La actividad humana enmascara las huellas de salida y entrada, la “camas” y otras señales de campo que evidencian la presencia de nidos. Los proyectos de protección de nidos también destruyen las señales de campo cuando disimulan los nidos o se

trasladan las nidadas. Es importante tener muy claro el nivel de actividad humana ejercida en la playa del estudio, incluyendo aquellos esfuerzos para la protección de los nidos, y asegurarse de que estos se tomen en cuenta al planear los estudios tanto para el censo aéreo como en el terrestre.

### ***Formularios para la Colecta de Datos***

Los formatos utilizados para la colecta de datos en las áreas de anidación durante los censos aéreos o terrestres, deben ser sencillos y concisos. Se recomienda que todos los que participen en el registro de datos, usen el mismo formato para una playa particular. Si el lector lo desea, puede consultar y tomar como ejemplo los formatos que han sido elaborados por otros investigadores para su trabajo de censos en playas de anidación. Estos, pueden servir como modelos, sin embargo, para cada playa, siempre debe elaborarse un formato de acuerdo a su condición peculiar e incluir toda la información relevante. (Ver Apéndices 1 y 2).

### ***División de la Playa de Anidación***

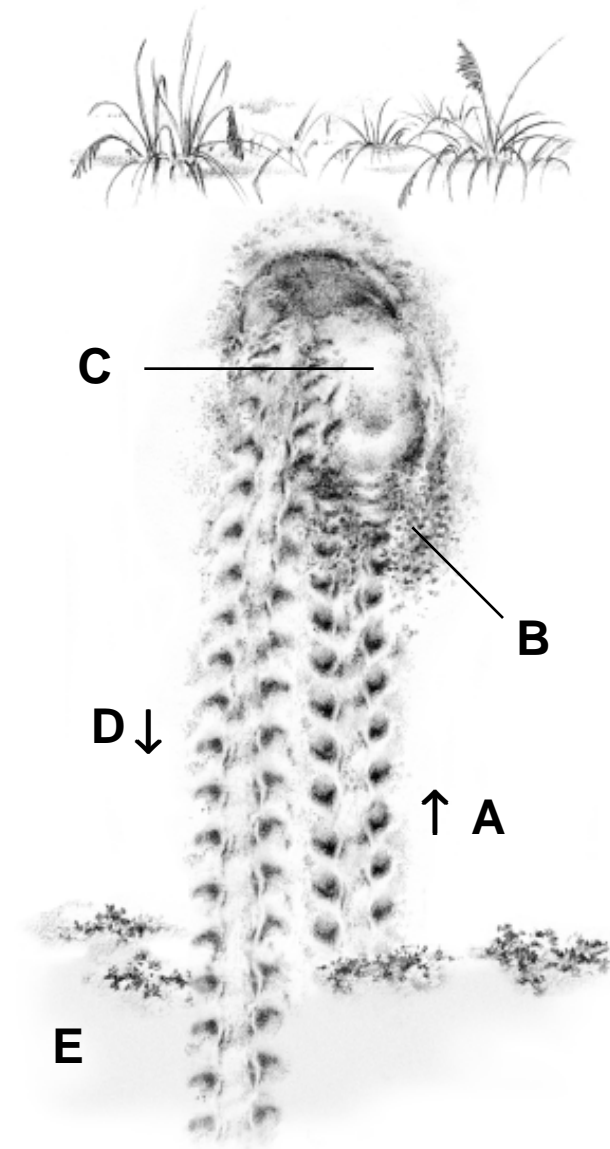
La definición del área de trabajo es uno de los componentes más importantes en el establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo para una playa de anidación. El área física en donde se realizará el censo, debe conocerse, medirse y mantener una consistencia en su acotación. Lo anterior, es con el fin de poder realizar comparaciones año con año con los datos generados. También, es útil dividir la playa en segmentos o zonas iguales, con esto, los datos podrían manejarse en una escala de resolución más fina, que la que se tendría al obtenerlos al nivel de la longitud total del área censada. La capacidad para analizar los datos del censo por zonas, es particularmente útil cuando se evalúan o se estiman los efectos de la alteración del hábitat en el éxito de los anidamientos (p.ej., la iluminación artificial, construcción de protecciones costeras). La distancia máxima recomendada para dividir el área de estudio es de 1.0km. Las subdivisiones de la zona pueden acotarse usando estacas o postes de madera marcados. Sin embargo, debido a que generalmente esta señalización son de naturaleza temporal, en los límites del área de estudio deben utilizarse -cuando estén presentes- marcas de referencia más estables, ya sea con relación a una dirección o distancia de puntos físicos permanentes (p. ej., edificios, ríos, o bocas de ríos) o si se encuentra disponible, puede usarse equipo para

el Sistema del Posicionamiento Geográfico (GPS, por sus siglas en inglés). Es importante que todo el personal que participe en el censo, tenga un conocimiento preciso de los puntos de inicio y término de cada una de las subzonas

### ***Evaluación de las Fuentes de Error - Verificación Terrestre***

En los censos realizados en playas de anidación, como en cualquier área de la investigación, se presenta de manera inherente un nivel de error. La interpretación de las huellas de las tortugas en la arena, puede ser difícil y es posible cometer errores al separar eventos de tortugas que emergieron y tuvieron una anidación exitosa, de aquellas tortugas que emergieron pero que no desovaron; discernir entre la existencia de huellas “frescas” o “viejas” (para estudios que requieran la precisión de esta diferenciación), así como diferenciar huellas de una especie a otra. Los errores pueden ser más evidentes en playas de anidación con densidades de altas a moderadas, ya que la gran cantidad de huellas, dificulta la interpretación de las señales dejadas por las tortugas. En el caso de censos del número total de rastros, ya sea en estudios basados en tierra o en censos aéreos, debe desarrollarse un factor de corrección para estimar rastros con nido y rastros sin nido o “rastros falsos”. Un componente crítico en los censos terrestres y aéreos es la evaluación de la magnitud de estos errores. Para asegurar una muestra objetiva, la validación terrestre debe realizarse varias veces a lo largo de la temporada sobre una sub-muestra del área total de estudio, bajo diferentes condiciones de la marea, estado del tiempo y en todos los tipos de playa dentro del área de estudio. En los censos aéreos, la validación terrestre debe realizarse para cada vuelo. Esta verificación obliga al empleo de técnicas que confirmen la presencia o ausencia de huevos en los nidos. La única manera de confirmar la presencia de huevos es verlos durante el desove, después de excavar o explorar el nido o, como resultado de las actividades de los depredadores. El primer método involucra la observación directa de las actividades de anidación de las hembras (sin interferir en el proceso), marcar los rastros resultantes con banderas, estacas numeradas, y usar estos datos para verificar la información del censo obtenida por los observadores que participarán en el censo aéreo al día siguiente. Alternativamente, como se describe en los párrafos siguientes, los rastros pueden excavar o examinarse dentro del área de validación terrestre para confirmar la presencia o ausencia de huevos (los

autores difieren sobre cuál es el método preferido). La primera técnica involucra una lenta y muy localizada excavación que debe realizarse metódicamente (los orificios de prueba deben ser de diámetro pequeño y excavados sólo manualmente - ¡ningún instrumento!) para confirmar que los huevos están presentes o ausentes. En el segundo método se usa un pequeño y angosto palo de madera, que se inserta suavemente en la arena para localizar el área de arena menos compacta que se encuentra directamente sobre la nidada.



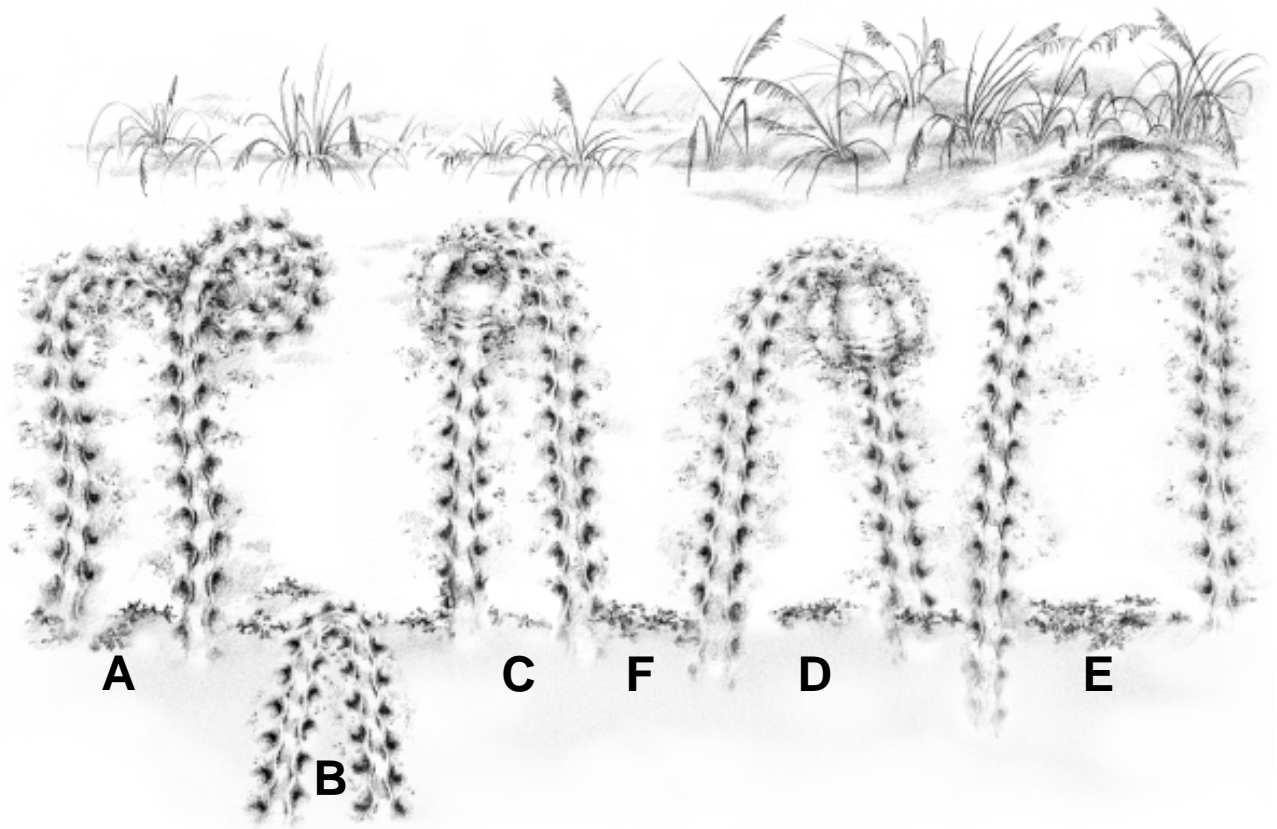
**Figura 1.** Proceso de un anidamiento exitoso de la tortuga caguama *Caretta caretta*, con rastro de salida (A); arena esparcida o tirada hacia atrás de la huella de salida (B); cama secundaria, escarpadura y arena dispersa alrededor (C); huella de retorno (D). (E) marca de la línea de marea alta.

Debe mantenerse un cuidado extremo al usar la sonda de madera para no provocar ninguna punción en la nidada. Cualquier técnica sólo debe ser aplicada por personal experimentado, bien entrenado y con la autorización pertinente. Cuando proceda, debe tenerse cuidado y evitar que las técnicas para “encontrar” las nidadas sean del conocimiento (por observación directa o indirecta) de personas que puedan coleccionar los huevos ilegalmente. Cuando se utilice la validación terrestre para calibrar los datos de un censo aéreo, puede ser útil coleccionar información adicional en el recorrido terrestre, como p.ej., la descripción de los rastros observados, la secuencia y su localización relativa a las mismas acotaciones usadas por los observadores aéreos (vea sección: División de la Playa de Anidación).

Independientemente de la metodología de validación utilizada tanto para los censos aéreos como los terrestres debe generarse una estimación del error del muestreo, y aplicarse como factores de corrección en el análisis final de los datos

### ***Determinación de Salidas de las Tortugas con Evento de Anidación vs. Tortugas que Emergieron Sin-anidar***

Como se describió anteriormente, bajo el párrafo titulado “Qué Metodología debe Usarse?”, se han diseñado algunas técnicas para censos terrestres y aéreos, que permiten diferenciar la salida de una tortuga asociada con un evento de anidación de otra tortuga que sale pero no anida. Estos métodos no requieren la confirmación directa de los huevos en cada nido. Bajo ciertas condiciones de la playa y para algunas especies, los observadores con suficiente entrenamiento o experiencia pueden identificar las señas de campo o “huellas” de la tortuga que emergió y depositó los huevos. Como se describió anteriormente, debe llevarse a cabo un diseño apropiado de validación para evaluar la exactitud de todas las técnicas de estudio y para que puedan derivarse los factores de corrección que serían aplicados en el análisis final de los datos. Aunque cada especie tiene ciertas características que producen una señal única para su rastro, muchas de las características son muy similares (para ver huellas específicas por especie y descripciones del nido, consulte a Pritchard y Mortimer, este volumen). Puede adquirirse experiencia conociendo la variedad de huellas dejadas por todas las especies que aniden en su playa de estudio y así reducir el margen de error. Ciertas terminologías que



**Figura 2.** Ejemplos de rastros falsos (emergencias sin anidación) de la tortuga caguama (*Caretta caretta*), incluyen: un vagaubendeo extensivo, sin cama ni excavación de nido (A); rastro en forma de U hasta la línea de marea alta (B); marcas de emergencia muy tangibles con formación de cama y nido, este último sin cubrir (D) marcas de gran perturbación en la arena, formación de cama y excavación poco profunda de la cámara para huevos, sin cubrir (C). (E) marcas en un sitio donde la longitud relativa de las huellas de emergencia y retorno son casi las mismas. (F) marca de la línea de marea alta.

pueden o no ser conocidas por el lector, se usan regularmente para describir e interpretar las huellas. Se considera provechoso, adquirir un conocimiento amplio de esta terminología antes de continuar. El glosario siguiente y los argumentos para describir las huellas, se fundamentan principalmente en la tortuga caguama *Caretta caretta*, puede ser útil y hasta cierto punto, aplicable a todas las especies de tortugas marinas.

**Bordo (“Backstop”):** Es un pequeño promontorio de arena, con un ángulo de 45°, formado en el perímetro de la cama cuando la tortuga extrae la arena con las aletas traseras durante la excavación del nido. Esta formación no está presente en la cavidad secundaria.

**Rastros:** Las huellas y otras señales dejadas por una tortuga en la playa.

**Cámara de huevos:** La cavidad excavada por la tortuga con las aletas traseras para depositar su nidada.

**Escarpadura:** El perímetro de la cavidad o “cama” secundaria, donde las aletas delanteras forman una pequeña barrera en la arena circundante.

**Rastro falso:** Rastro producido por un esfuerzo de anidación inconcluso (la emergencia de una tortuga sin evento de anidación).

**Rastro con anidación:** Rastro producido por un esfuerzo de anidación exitoso (presencia de huevos en el nido).

**“Cama” o Cavidad Primaria:** La “cama” formada en la arena por una tortuga antes de la excavación de la cámara o hueco donde deposita la nidada.

**“Cama” o Cavidad Secundaria:** El ahondamiento que forma la tortuga, principalmente con sus aletas delanteras después de la anidación. La arena y el material removido durante la formación de la cavidad secundaria, generalmente cubre la cámara para la nidada y la cavidad primaria.

## Señas de Actividad de Rastras con Anidación

El primer paso es identificar el rastro de la tortuga cuando emerge y regresa al mar, observando en qué dirección fue empujada la arena, ya que cuando una tortuga se arrastra, empujará la arena hacia atrás con cada golpe de la aleta (Figura 1, observe las flechas). Se advierte que la dirección de su desplazamiento ayudará a entender la conducta de la tortuga, la cual produce una señal particular en su desplazamiento. Siga el camino tomado por la tortuga y busque evidencias de las aletas delanteras que arrojan la arena hacia atrás o cubren la huella de ascenso con briznas de arena (Figura 1 (B)) localice la cavidad o cama secundaria y/o la escarpadura (generalmente es una media luna formando un pequeño promontorio) y la arena esparcida en la periferia de la cavidad secundaria (Figura 1 (C)). La forma de la cavidad secundaria puede ser algo redonda o alargada, dependiendo de la ubicación del nido. La arena salpicada durante la construcción de la cama y la que cubre al nido, generalmente tiene un contenido de humedad más alto que la arena seca de la superficie y esta diferencia puede ser útil para apreciar y evaluar las señales de los rastros de la tortuga

En censos aéreos diseñados para diferenciar huellas de tortugas con nido y huellas sin- evento de anidación y rastros “frescos” de “viejos”, la longitud relativa de las huellas de salida con las de retorno, también puede ser un indicador de anidación, esto es factible observarlo en playas con marcadas fluctuaciones de marea. Sin embargo, esta técnica de diferenciación sólo debe usarse en la ausencia de cualquier otra evidencia de validación y cuando el remate o vértice de la huella se encuentre obstruido para su visualización. Si la huella de salida es considerablemente más corta que el rastro de retorno, es evidencia que la tortuga pasó un tiempo considerable en la playa y puede haber anidado. Sin embargo, es importante asegurarse de que la tortuga no permaneció vagabundeando o sólo estuvo haciendo esfuerzos repetidos de anidación.

### Evidencias de Rastro Falso (Salida de la Tortuga sin Anidación)

Observe cuidadosamente todas la huella dejada por la tortuga y busque cualquiera de las señales siguientes: (1) muy poca o nada de perturbación en la arena, el rastro comúnmente tiene forma de U o forma un arco simple, también puede incluir un vagabundeando de moderado a extenso (Figura 2 (UN) y (B)); (2)

una pequeña barrera (backstop) formada al empujar la arena hacia atrás (no esparcida) encima del rastro de salida, típicamente entre dos montículos de arena amontonados por la tortuga con sus aletas delanteras durante la construcción de la “cama” o cavidad primaria (Figura 2 (D)); (3) considerable perturbación en la arena producto del esfuerzo de excavación, pero con el rastro de salida del área perturbada y con retorno hacia el mar; (4) considerable perturbación en la arena por el esfuerzo de excavación, pero con la cámara para los huevos colapsada o incompleta (y desprovista de huevos) y ninguna evidencia de que el nido fue tapado (Figura 2 (C)) En el caso de nidadas depredadas, generalmente se caracterizarán por la presencia de cáscaras de huevo o huevos dispersos parcialmente consumidos. Durante el censo, deben contarse los nidos depredados como emergencia con anidación, pero regístrelo como nido depredado si se cuantifica el éxito de la nidada. Durante los estudios aéreos, algunas huellas pueden ser clasificadas como “irreconocible” - por ejemplo - cuando la cara de la duna se derrumba en el vértice de la rastra (y obstaculiza la señal de la rastra) o cuando el vértice del arrastramiento queda disimulado por la vegetación de la duna y, cuando las longitudes relativas de las huellas de entrada y salida son iguales (Figura 2 (E)).

## Metodología para la Observación en Tierra

### *Equipo Requerido*

Si el estudio es conducido a pie, no se necesita más equipo que un sombrero macizo y tupido y un bloqueador solar (Nota del traductor: en los recorridos nocturnos, se requerirá de una pequeña lámpara de mano de corto alcance o con algún aditamento para dejar las manos libres para hacer anotaciones y revisar cuidadosamente la nidada, ropa adecuada para protegerse de cambios repentinos en las condiciones climáticas y de los mosquitos y jejenes o chaquistes. Si se utilizan vehículos durante el transcurso de la temporada de anidación, estos deben ser motocicletas para todo terreno pequeñas, de tres o cuatro ruedas, (ATV, por sus siglas en inglés). Las ATV's son relativamente ligeras y tiene llantas grandes a alta presión tipo balón que dejan las huellas de los neumáticos en un relieve casi plano y no ejercen una gran fuerza al cruzar sobre las nidadas en incubación (aunque nunca debe hacerse intencionalmente). Las ATV's son ideales para estudios que cubran una área

extensa, sin embargo, requieren de un mantenimiento constante, para protegerlas del desgaste, producto de la exposición diaria a la arena y al rocío salino. Independientemente del tipo del estudio, el único otro requisito de equipo es una cámara fotográfica o de video para cualquier evento o hallazgo extraordinario.

### ***Periodicidad y Horarios para los Estudios Terrestres***

En muchos casos, los censos en combinación con otras actividades de conservación, como los esfuerzos de protección a los nidos se realizan a diario durante toda la temporada (vea Boulon; Molinero; Mortimer, este volumen). La contabilidad total de las salidas de las tortugas con evento de anidación o no-anidación, demanda de un monitoreo cotidiano a lo largo de toda la temporada. Sin embargo, el monitoreo diario no siempre es necesario o logísticamente posible y pueden usarse datos de prospecciones o recorridos intermitentes al área de anidación, como un índice de las anidaciones totales. Este índice proporcionará datos básicos disponibles y probará si es apropiado el diseño del estudio con muestreos con mayor periodicidad a lo largo de la temporada de anidación. Los estudios con muestreos alternados pueden realizarse de dos maneras: aquellos que incluyen el recuento de los rastros frescos (es decir, las que fueron realizadas la noche anterior) o aquellos que incluyen el inventario de todos los rastros, independientemente del tiempo. En el último caso, deben colectarse los datos con la duración de la huella e incorporarlos como un factor de corrección en el análisis final de los datos.

Cuando se realiza el censo durante el día, los recorridos deben empezar justo después de la salida del sol para ver mejor las huellas. La señal de las huellas empieza a deteriorarse conforme el sol seca la arena, y el sombreado que facilita la identificación, se pierde a medida que va desplazándose el sol al cenit. Adicionalmente, en playas que son visitadas por los humanos para propósitos recreativos, el tráfico y otras actividades borrarán las huellas de la anidación. Las prospecciones de día, son recomendadas cuando no se requiere de los recorridos continuos al área de estudio -los cuáles pueden causar perturbaciones a las hembras anidadoras- y porque es más fácil a la luz del día discriminar con mayor precisión las huellas. Sin embargo, en algunos casos, puede ser necesario y/o preferible dirigir los estudios durante la noche, cuando otras actividades de la investigación hacen necesario el patrullaje al momento de la anidación o cuando los esfuerzos de protección de los nidos deben

llevarse a cabo durante el tiempo en que salen las tortugas.

### ***Técnicas para el Estudio Basado en Tierra***

Aquí se describe cómo diseñar y dirigir censos terrestres, diferenciando las salidas de tortugas con evento de anidación y no anidación, y huellas “frescas” de “viejas”. El personal de campo debe desplazarse por la playa al nivel de la última línea de la pleamar. Al descubrir un rastro, el observador debe determinar primero si la huella es reciente. Dependiendo de las condiciones del tiempo, las huellas pueden persistir durante días o incluso semanas. El único método realmente confiable para tener la certeza de que sólo se contarán huellas recientes o frescas es cruzar a pie o en el vehículo sobre la línea de la pleamar esperada el día anterior al que se efectuará el recorrido. De esta manera, las señales de rastros recientes atravesarán la huella del vehículo o no habrán sido previamente “marcadas” por el paso de los pies a través del rastro. Un método alternativo de distinguir huellas recientes de viejas, es descrito bajo la sección que aborda el estudio de los censos aéreos, aunque dependerá, de las condiciones de la marea en la playa de anidación y será ligeramente menos confiable. Después, el observador debe determinar de manera visual si la huella es de una salida de la tortuga con una anidación o si no hubo nidada (vea el párrafo anterior) además de determinar qué especie de tortuga dejó la huella (vea Pritchard, este volumen). Los observadores deben tener la experiencia necesaria para hacer estas determinaciones basándose en las características de la huellas. Todas las huellas se enumeran y se registran en el formato para datos. Después de evaluar y registrar cada rastro, la huella debe “marcarse” (p. ej., borrando la parte superior de la huella) para evitar recuentos duplicados en los días subsecuentes. Independientemente del método usado para “marcar” la huella, éste debe ser consistente y conocido por todo el personal de campo para evitar la duplicidad en el registro

### ***Capacitación***

Todo el personal de campo que participe en los recorridos u observaciones debe someterse a un proceso de entrenamiento integral antes de realizar el censo por su propia cuenta. Un programa de entrenamiento integral incluirá una sesión teórica en el aula y sesiones de campo. El entrenamiento en el aula debe incluir diapositivas o fotografías de varios tipos de huellas para cada una de las especies que se

sabe que anidan en la playa de estudio. La comprensión completa de la conducta de anidación de cada especie, es crítica para la interpretación exacta de las señales dejadas por la tortuga en la playa. El nuevo personal de campo debe ser introducido al comportamiento de la anidación por la observación directa de las tortugas anidadoras acompañado por personal experimentado que puede explicar cada parte del proceso de la anidación y cómo cada conducta influye en las señales de las huellas. El personal de recién ingreso debe trabajar con el personal experimentado hasta que se sienta totalmente seguro de su habilidad para identificar las salidas de las tortugas con anidación, huellas falsas y distinguir las huellas de cada una de las especies que usan la playa de estudio.

## Metodologías para Estudios Aéreos

### *Equipo y Técnicas Requeridas*

Los helicópteros tienen la mejor visibilidad, ajuste de velocidad y capacidad para sobrevolar el área de interés. Estos aspectos son especialmente útiles al entrenar a los nuevos observadores. Sin embargo, en la mayoría de los casos requieren de un mayor presupuesto y no es fácil disponer de este equipo para vuelos regulares. Las avionetas de tipo monomotor y con las alas encima de la cabina del piloto, generalmente son más accesibles, por lo tanto son los que se emplean con mayor frecuencia. Al usar una avioneta para realizar un censo en las playas de anidación deben considerarse las siguientes variables.

1. *La Velocidad:* Si la velocidad de la avioneta es demasiado rápida, obviamente que las huellas pueden perderse. Por ello, la velocidad del avión debe ajustarse a la densidad de las huellas. En playas de densidades bajas (< 1 huella/km/vuelo) pueden registrarse con precisión las huellas a una velocidad de 100 nudos. En playas con densidades moderadas (1 a 5 huellas/km/vuelo) es posible contarlas con precisión a una velocidad de 80 nudos. Cuando las densidades son más altas, (>5 huellas/km/vuelo) es necesario volar a 60 nudos.
2. *La altitud:* El volar demasiado bajo, causa problemas similares a volar demasiado rápido. Los objetos están en el campo visual durante un tiempo más corto, causando un incremento en el movimiento del ojo, cuyo resultado es la disminución de la precisión y la fatiga del ojo del observador. La altitud de vuelo de reconocimiento depende de la especie objetivo. Por ejemplo, las

playas de anidación de la tortuga caguama en E.U. se observan mejor a los 60m, mientras que las playas de anidación de la laúd en México, se monitorean mejor a 250m. Antes de emprender un estudio, es prudente ensayar varias velocidades y altitudes haciendo unos vuelos de prueba para encontrar aquellas que más se ajusten a los propósitos del trabajo y de manera simultánea realizar los censos terrestres. Elija la velocidad y altitud que producen el más bajo porcentaje de error.

3. *La posición:* La posición del avión es importante para evaluar las huellas con precisión. El aspecto más importante es aprovechar la mejor vista del área donde se localiza la mayoría de los nidos (normalmente en la parte superior de la playa) mientras que también se permita una buena visibilidad de los rastros que terminan en la parte baja de la playa (por ejemplo muchas huellas sin nido). La mejor posición de la avioneta es la que aumenta al máximo la visibilidad de las huellas, teniendo en cuenta el ángulo relativo del sol sobre la playa, que aumenta el sombreando y por ende, el discernimiento de las huellas. Como con la velocidad y altitud, un vuelo de prueba previo al censo, puede ayudar a determinar la línea de rastreo óptima.
4. *Piloto:* La importancia del piloto para mantener la velocidad correcta, altitud, posición del avión y el mantenimiento de la seguridad, nunca es demasiado redundante. Siempre que sea posible, se recomienda trabajar con el mismo piloto en censos que demanden de vuelos múltiples.
5. *La fatiga:* La fatiga causa una pérdida de concentración del observador. Este aspecto generalmente se manifiesta después de aproximadamente tres horas de vuelo o cuando las largas secciones de litoral tienen sólo unas pocas huellas. El diseño del recorrido aéreo debe considerar el minimizar la fatiga del observador.

### *Periodicidad y Horarios de los Censos Aéreos*

Los censos aéreos son mejores cuando se inician al alba. El ángulo relativamente bajo del sol crea un efecto de sombra que acentúa la señal de las huellas, la arena dispersada por la tortuga todavía se encuentra húmeda, resultando en una señal fresca de la rastra y con una actividad humana mínima. Los censos aéreos son, por su naturaleza, intermitentes o periódicos,

mientras que los estudios terrestres pueden ser diarios o intermitentes. El intervalo entre los estudios es importante para la precisión del estudio global. Los censos aéreos diseñados para contar sólo rastros frescos deben ser programados para aprovechar al máximo los ciclos mensuales de la marea en playas donde hay fluctuaciones de marea muy claras. En el sudeste EE.UU., por ejemplo, dos veces al mes las mareas vivas efectúan un lavado en el área más ancha de la zona entre mareas y elimina la porción más baja de los rastros viejos. La programación de los vuelos para el día después de la marea óptima (una que justamente alcance su valor máximo en la oscuridad), la mañana de esa marea óptima y un día antes de esta marea, evitan la mayoría de los errores para contar rastros viejos y mantiene una ventana de tres días para el censo aéreo. Volar tres días consecutivos tiende a suavizar la variabilidad diaria en la actividad de la tortuga. La exactitud para contar sólo rastros frescos es afectada por el tiempo de la pleamar del atardecer y su relación con el tiempo en el que las tortugas dejan la huella y la altura relativa de esta marea en los días consecutivos. La diferencia de una hora en el ciclo de la marea, puede producir errores al clasificar el envejecimiento de un rastro, si la marea alcanza su máximo nivel después de la oscuridad. Los censos aéreos diseñados para contar todas las huellas y que se basan en la validación terrestre para desarrollar un factor de corrección que discrimine las huellas con anidamiento de las huellas sin anidamiento, no necesitan depender de los métodos que consideran las fluctuaciones de la marea explicado anteriormente.

### ***Las Técnicas de los Estudios Aéreos***

Durante los censos aéreos diseñados para diferenciar salidas de tortugas con anidación de las que no anidaron y que sólo cuentan huellas “frescas”, el observador debe examinar la línea creada por la pleamar la noche anterior. Ignore cualquier rastro que no se extienda debajo de esta línea, sin tener en cuenta que tan “fresco” pueda aparecer. Si el rastro se extiende debajo de la más reciente línea de la pleamar, el ojo debe seguir la huella hasta su vértice. Examine la huella para las señales que ayuden a la identificación de la especie (vea Pritchard, este volumen) y examine el área para las señales del campo descritas en la sección “Determinación de salidas de la tortuga con anidación vs. Salidas sin Anidación”. Si no puede identificar el tipo de la huella (anidación vs. no-anidación) con base a las características del vértice

del rastro, examine ambas bandas del rastro para determinar si tienen igual o desigual longitud. La diferencia en estas longitudes puede ser útil para la identificación de los rastros (vea arriba). La valoración de los rastros es rápida y los observadores deben tomar en cuenta todas las señales disponibles para hacer una mejor evaluación de cada huella. Los censos aéreos que se diseñan para contar el total de huellas, no involucran la diferenciación de cada rastro

### **Capacitación**

La experiencia del observador es una variable importante en cualquier censo aéreo. Es raro, aunque no imposible, tener un correspondencia total entre todas las observaciones aéreas y los datos de validación terrestre. Para que los nuevos observadores mejoren sus técnicas de censo aéreo, es importante, que conozcan los tipos de error que pueden cometerse. Dependiendo de la metodología empleada, los errores del observador incluyen: observaciones perdidas, identificación errónea del tipo de la huella, error en la identificación de especies, y error en la determinación del envejecimiento de las huellas. Los observadores inexpertos deben estar conscientes de los tipos de error en que están incurriendo (determinado esto, por la validación terrestre) para que puedan mejorar su precisión basada en un criterio objetivo. Este tipo de entrenamiento requiere de una representación cartográfica de la validación terrestre durante el periodo de entrenamiento.

### **Análisis de Datos e Interpretaciones**

El objetivo de un censo en playas de anidación es determinar la abundancia de nidos en la playa en un intervalo de tiempo específico. Hay múltiples enfoques para examinar diseños de censos aplicados exitosamente por los investigadores en playas situadas de un lado a otro del globo. La literatura disponible generalmente carece de detalles en la sistematización descrita para el conteo de nidos en los censos. En algunos casos, las metodologías están bajo desarrollo y por lo tanto se promueve que el lector fomente su conocimiento, comunicándose con investigadores experimentados y que no deje de lado el desarrollo de nuevas técnicas. Así puede determinar cuáles se adaptarían a sus condiciones locales.

Los censos de las anidaciones bien diseñados pueden proporcionar información a corto plazo que puede ser integrada a los programas de recuperación y manejo. Sin embargo, es importante reconocer que para discernir con precisión las tendencias de la

población en las playas de anidación, se requieren de series de tiempo prolongadas, por lo que se enfatiza el valor de los estudios estandarizados a largo plazo. A la mayoría de las tortugas marinas les toma más de una década para madurar. Por consiguiente, los efectos sobre el nivel de población, resultado de los esfuerzos de manejo, no pueden ser evidentes durante muchos años, sobre todo si los impactos que reducen el tamaño de la población en las fases de historia de vida tempranas aún se mantienen. Los biólogos especialistas en tortugas marinas, los administradores del recurso y los voluntarios, deben ser cautos en la interpretación de los censos en playas de anidación que fueron realizados en un plazo corto. Las fluctuaciones anuales son comunes y deben revisarse y razonarse cuidadosamente antes de interpretarlas prematuramen-

te como indicadoras absolutas de la salud o estado de la población. Igualmente importante, es la cautela que debe mantenerse para que los datos de un área de anidación no sean extrapolados a áreas que no han sido estudiadas ya que las densidades de los anidamientos pueden variar substancialmente de un tramo a otro de la playa. Ningún estudio de anidación puede dar por sentado que sus valores serán constantes en un sentido temporal, los datos recolectados en un intervalo de tiempo específico no pueden extrapolarse a grandes intervalos temporales sin evaluar. El valor real de los censos en las playas de anidación se sitúa en el seguimiento a la condición de la población a través del establecimiento a largo plazo de un registro estandarizado, repetible y estadísticamente riguroso del proceso de la anidación.

## Apéndice

### [EJEMPLO] Censo Terrestre en Playas de Anidación Formato: Registro Diario

Fecha de Muestreo \_\_\_\_\_ Nombre de Playa \_\_\_\_\_

Observador(es) \_\_\_\_\_

Hora Inicio \_\_\_\_\_ AM PM Hora Final \_\_\_\_\_ AM PM

Zona de la Playa o LAT/LONG	Especie 1 (p. ej., <i>Caretta</i> )		Especie 2 (p. ej., <i>Chelonia</i> )		Especie 3 (p.ej., <i>Dermochelys</i> )	
	#Nidos	#Rastros Falsos	# Nidos	#Rastros Falsos	#Nidos	#Rastros Falsos
A						
B						
C						
D						
E						
F						
G						
etc/						
<b>Total</b>						

Comentarios:

**[EJEMPLO] Censo Aéreo en Playas de Anidación Formato: Colecta de Datos**

Fecha del censo aéreo \_\_\_\_\_ Observador(es) \_\_\_\_\_

Registrado por \_\_\_\_\_ Piloto \_\_\_\_\_

Nombre de la Playa \_\_\_\_\_

Hora de Inicio del censo \_\_\_\_\_ AM PM Hora de término del censo \_\_\_\_\_ AM PM

Tipo de Aeronave \_\_\_\_\_ Veloc. \_\_\_\_\_ Altitud \_\_\_\_\_

Condiciones Climáticas vigentes \_\_\_\_\_

Condiciones Climáticas Pronosticadas 24 hrs antes \_\_\_\_\_

Zona de la Playa o LAT/LONG	Especie 1 (p.ej., <i>Caretta</i> )			Especie 2 (p.ej., <i>Chelonia</i> )			Otros
	#Nidos	#Rastros Falsos	Total	# Nidos	#Rastros Falsos	Total	Varaduras, barcos, etc.
A							
B							
C							
D							
E							
F							
G							
etc/							
<b>Gran Total</b>							

Comentarios \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Validación terrestre del censo \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_