

Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica

(Propuesta Base)



Redacción:

Didiher Chacon
Belinda Dick
Emma Harrison
Laura Sarti
Marco Solano

Participantes:

Taller de Capacitación sobre Técnicas de Manejo y Conservación de Tortugas Marianas en Playas de Anidación en la Región Centroamericana realizada en Tortuguero, Costa Rica 31 de agosto al 4 de septiembre del 2008.

José Quirós, Costa Rica
Eduardo Chamorro, Costa Rica
Manuel Campbell Web, Costa Rica
Didiher Chacón, Costa Rica
Claudio Quesada, Costa Rica
Emma Harrison, Costa Rica
Dagnia Nolasco, Costa Rica
Xavier Debade, Costa Rica
Maria Jose Escalona, Costa Rica
Gloriana Guzman, Costa Rica
Jorge Abadía, Panamá
Marco Solano, CIT

Diego Amorocho, Colombia
Mauricio Vásquez Jandres, El Salvador
Manuel Antonio Monte, El Salvador
Eduardo Mérida, Guatemala
José Martínez, Guatemala
Fernando Sotelo, Honduras
Norman Flores, Honduras
Ana Barragan, México
Aimeé Leslie, México
Pedrarias Davila, Nicaragua
Lyneth Córdoba, Panamá
Belinda Dick, CIT

Diagramación:

Héctor Gamboa

Publicado por:

Secretaria Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), San José, Costa Rica.

<http://www.iacseaturtle.org>, contact@iacseaturtle.org

INTRODUCCION	5
OBJETIVOS	6
ANTECEDENTES	7
LAS TORTUGAS MARINAS DE CENTROÁMERICA	8
PROTOCOLO PARA EL MANEJO DE TORTUGAS MARINAS EN PLAYAS DE ANIDACIÓN	18
MONITOREO DE LA ANIDACIÓN	19
Delimitación del área de estudio	19
Periodicidad y horarios del monitoreo del censo de nidos	20
Capacitación de los monitores	21
Estudios en playas con arribadas.....	22
OBTENCIÓN DE DATOS Y METODOLOGÍAS SUGERIDAS PARA EL MONITOREO DE LA ANIDACIÓN.....	23
Para cada estudio (cada temporada)	23
Para cada hembra anidadora observada (ver Anexo 1).....	23
Para cada censo de nidos (ver Anexo 1)	24
Identificación de huellas y nidadas	25
Marcado de tortugas marinas	27
Aplicación de marcas metálicas.....	27
Aplicación de microchips (marcas PIT -transmisores pasivos integrados-).....	29
Medición de las tortugas marinas	30
PROTECCIÓN DE NIDADAS	32
Reubicación de nidadas en la playa	33
Reubicación de nidadas a un vivero o corral	33
Protección de los huevos contra depredadores	36
CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DEL VIVERO O CORRAL	37
Selección del sitio	38
Tratamiento de la arena	38
Matriz de ordenamiento y densidad de nidos	39
Dinámica del litoral.....	40
Humedad de la arena y temperatura	40
Control de la temperatura de incubación	42
MANIPULACIÓN Y LIBERACIÓN DE TORTUGUILLOS	44
EVALUACIÓN DEL ÉXITO DE INCUBACIÓN	45
GLOSARIO	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS:	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Descripción de la especie <i>Dermochelys coriacea</i>	12
Cuadro 2: Descripción de la especie <i>Chelonia mydas</i>	13
Cuadro 3: Descripción de la especie <i>Eretmochelys imbricata</i>	14
Cuadro 4: Descripción de la especie <i>Caretta caretta</i>	15
Cuadro 5: Descripción de la especie <i>Lepidochelys olivacea</i>	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Frecuencia de estudio de día de por medio.	21
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Clave para la identificación de las especies presentes en la región Centroamericana	9
Figura 2. Morfología general de las tortugas marinas	10
Figura 3. Dimorfismo sexual en individuos de la familia Cheloniidae.....	10
Figura 4. Ciclo de vida generalizado para las tortugas marinas	11
Figura 5. Ejemplar de tortuga <i>Dermochelys coriacea</i> anidando en Playa Gandoca, Costa Rica	12
Figura 6: Espécimen de <i>Chelonia mydas</i> anidando.....	13
Figura 7. Ejemplar de tortuga <i>Eretmochelys imbricata</i>	14
Figura 8. Ejemplar de <i>Caretta caretta</i>	15
Figura 9. Espécimen de <i>Lepidochelys olivacea</i>	16
Figura 10. Morfología de los neonatos de las especies en la región Centroamericana	17
Figura 11. Los mojones pueden ser piezas de madera o árboles que son enumerados,	19
Figura 12: Distribución espacial de los mojones.....	20
Figura 13: Etapas del desove de la tortuga marina y su factor de perturbación.	24-25
Figura 14. Tipos de rastros simétricos y asimétricos.....	26
Figura 15. A) Colocación de marcas más recomendada para <i>Dermochelys coriacea</i> . B) Ejemplo de colocación de marcas en miembros de la familia Cheloniidae (Barragán, 1998).	28
Figura 16. Cicatrices que se consideran como posible evidencia de marcado previo en la tortuga <i>Dermochelys coriacea</i> . (Barragán, 1998).....	28
Figura 17. A. Revisión de la presencia del PIT en el hombro derecho de una tortuga <i>Dermochelys coriacea</i> . B. Sitio de aplicación de la marca PIT en D.c. (McDonald & Dutton, 1994) C. Aplicación de marca en la familia Cheloniidae (Foto: Matthew Godfrey).....	30
Figura 18. LCCn-s (largo del caparazón nuchal- supracaudal). Bolten, 2000.....	31
Figura 19. Largo del caparazón de la tortuga <i>Dermochelys coriacea</i> (Bolten, 2000	31
Figura 20. Ancho curvo del caparazón (ACC).....	31
Figura 21. Criterios que se debe tener en cuenta para reubicar un nido.....	32
Figura 22. Formas y profundidades de los nidos de las distintas especies, distancia entre la superficie media de la arena y una profundidad promedio.	35
Figura 23. Defensa que se le da a los nidos para evitar la depredación por insectos y otros animales.	36
Figura 24. Diagrama de un vivero cerrado (sin techo).....	37
Figura 25. Esquema genérico y no estricto de los sitios de anidación seleccionados por las diferentes especies de tortugas marinas.	38
Figura 26. Densidad máxima recomendada de nidos es 2 /m ² para la familia Cheloniidae, la mínima recomendada es de 1 nido/m ² para D. c.....	39
Figura 27. A. Modelo de distribución de nidos para nidadas de la familia Cheloniidae, dejando cada tercera línea un pasillo libre de nidos; B. Modelo de distribución de nidos de D.c. con una densidad de un nido por metro cuadrado.	39
Figura 28. Pluviómetro usado en los proyectos de conservación y protección de tortugas marinas.....	41
Figura 29. Sombra que se usa en algunos viveros donde la temperatura es elevada.	43
Figura 30. Diferentes estadios de desarrollo de los embriones durante el proceso de incubación.....	46

INTRODUCCIÓN

En las Américas se encuentran seis especies de tortugas marinas de las siete que aún existen en el mundo: *Lepidochelys oliveacea*, *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata*, y *Lepidochelys kempii*. De ellas, solo la especie *Lepidochelys kempii* no tiene una amplia distribución mundial, pues es endémica del Golfo de México. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), clasifica como “Vulnerable” a la tortuga *Lepidochelys oliveacea*, “En Peligro de extinción” a *Caretta caretta* y *Chelonia mydas* y “En Peligro Crítico de Extinción” a *Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata*, y *Lepidochelys kempii*.

El incremento de las amenazas antrópicas durante el siglo pasado, como la pérdida de hábitat por desarrollos turísticos y urbanísticos, la contaminación marina y el incremento del esfuerzo pesquero que ocasiona captura incidental; así como la pesca dirigida (legal o ilegal), han puesto en peligro de extinción a todas las especies de tortugas marinas del mundo. Aunado a lo anterior, las tortugas marinas tienen un ciclo de vida muy complejo, utilizan varios hábitats de desarrollo, realizan migraciones de miles de kilómetros entre las zonas de alimentación y las playas de desove, pueden vivir por muchos años y presentan una edad de madurez sexual tardía. Estas características hacen difícil su protección y las exponen a presiones diversas en una escala geográfica muy amplia. Por tratarse de reptiles

cuyo metabolismo y desarrollo está gobernado por la temperatura ambiental y cuyas áreas de **anidación** y alimentación son altamente sensibles a cambios en variables oceanográficas, las tortugas marinas son particularmente vulnerables al cambio climático.

Debido a su naturaleza migratoria, las tortugas marinas representan recursos compartidos entre diversas naciones. Los esfuerzos de conservación de una población de tortugas realizados por un Estado, pueden perjudicarse o beneficiarse a causa de las actividades en otro país. Por lo tanto, la cooperación internacional es un requisito para su conservación y manejo. Esta cooperación deberá reconocer interconexiones tanto entre hábitats como con las poblaciones de tortugas marinas y los seres humanos, haciendo uso de la mejor evidencia científica disponible. Para proporcionar esta evidencia, los países tienen que superar varios desafíos tales como el idioma y las particularidades de la legislación de cada país.

Para llegar a una cooperación efectiva, es necesario contar con técnicas estandarizadas de conservación y manejo, utilizando los mismos términos y metodologías científicas que permitan comparar los resultados obtenidos de los programas de conservación entre naciones y regiones. Además, el uso de técnicas y términos estandarizados facilita la evaluación precisa de los tamaños y las tendencias de las poblaciones de tortugas marinas, su distribución y el estado de su hábitat crítico, la protección y prevención contra amenazas.

***Nota:** Sobre las palabras que están resaltadas en negrita, se puede encontrar mayor información en la sección del glosario.



OBJETIVOS

Ofrecer un manual básico que promueva la estandarización de las técnicas utilizadas en el manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación en Centroamérica.

Los objetivos específicos son:

- Ofrecer a los programas nacionales de tortugas marinas una herramienta para capacitar a los líderes de proyectos encargados del manejo de las playas de anidamiento a nivel de la región.
- Fortalecer la capacidad de instituciones locales y nacionales en la implementación de programas de conservación en playa.
- Promover el uso de metodología y terminología estandarizada en la conservación de las tortugas marinas en la región.
- Promover la implementación de los objetivos de la Convención Interamericana (CIT).

¿QUÉ ES LA CIT?

La **Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT)** es un tratado intergubernamental que provee el marco legal para que los países del Hemisferio Occidental tomen acciones a favor de estas especies.

El objetivo de la CIT es promover la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y los hábitats de los cuales dependen, basándose en la mejor evidencia científica disponible y considerando las características ambientales, socioeconómicas y culturales de las Partes.



ANTECEDENTES

Aunque las tortugas marinas se han adaptado a la vida marina, ellas dependen de la tierra para completar una de las etapas más críticas de su ciclo de vida: su reproducción. Anidan en playas tropicales y subtropicales, ya que éstas poseen las características adecuadas para el desarrollo de sus nidos. En las costas tropicales de América existen gran cantidad de playas donde anidan 6 de las 7 especies de tortugas del mundo. En varias de ellas, se desarrollan diversos proyectos de protección y manejo; de estos, un gran porcentaje están en manos de pobladores de las comunidades locales. Hay que reconocer que el esfuerzo que realizan estas personas por proteger a las hembras, huevos y crías, no es una tarea fácil, ya que muchas de ellas no cuentan con los conocimientos técnicos básicos ni con los recursos humanos y económicos que les ayuden a lograr mejores resultados utilizando las metodologías de conservación apropiadas. En el campo técnico se ha avanzado mucho en algunos proyectos en la región; sin embargo, este conocimiento no ha llegado a todos los proyectos por diversas razones, entre ellas, la falta de recursos financieros. La capacitación en técnicas de conservación así como en la adopción de manuales únicos permitirá contar con métodos estandarizados en los sistemas de trabajo, resultando en información que puede

ser comparable entre los distintos proyectos para obtener un escenario regional, situación que hoy día no es del todo posible.

En un inicio se planteó realizar este proyecto para todos los países de América; sin embargo, el costo del mismo fue sumamente alto, lo que constituyó una de las principales limitantes. La región Centroamericana presenta una serie de limitaciones en el manejo de las diversas playas de anidación y se han recibido solicitudes técnicas sobre el manejo y conservación de tortugas marinas por parte de los gobiernos y los organismos que trabajan en las playas de anidación. Esto nos motivó a retomar el proyecto para esta región. Como parte de este esfuerzo, se procedió a elaborar un manual sobre técnicas de manejo de playas de anidación, dirigido a representantes de los países centroamericanos. El objetivo de este manual es que pueda ser utilizado en cada uno de los países como un documento de base, para adaptarlo a la legislación y a las condiciones propias. Mientras no suceda esta adaptación, se puede utilizar como documento de referencia internacional en las labores de conservación de las tortugas marinas.

De igual forma, queda abierta la posibilidad de que un país fuera del área de trabajo pueda retomar este manual y adaptarlo a sus condiciones.



LAS TORTUGAS MARINAS DE CENTROAMERICA

Todas las tortugas marinas derivan de un mismo ancestro clasificado en el suborden Cryptodira, cuyos miembros más antiguos datan de unos 150 millones de años atrás (Pritchard, 1997). Las tortugas marinas actuales se caracterizan por poseer adaptaciones a la vida marina: cuerpo hidrodinámico, glándulas que les permiten excretar los excesos de sal en el cuerpo, extremidades planas en forma de remos, sistemas internos que las capacitan para bucear a grandes profundidades y permanecer ahí por lapsos relativamente largos. Además, se diferencian de otros grupos de tortugas por su incapacidad de retraer la cabeza y extremidades dentro del caparazón, por cerrar este y pasar largos períodos fuera del agua (Meylan y Meylan, 2000).

Las tortugas marinas siguen relacionadas con su ancestro terrestre por poseer escamas como otros reptiles y **desovar** e incubar sus huevos en tierra; además, no tienen cuidado parental con sus crías. La mayoría de sus estadios inmaduros tienen hábitos pelágicos. Conforme maduran, se acercan a zonas costeras; esto sucede cuando alcanzan longitudes de entre 20-40 cm, según la especie (Meylan y Meylan, 2000).

En la región Centroamérica existen cinco de las siete especies de tortugas marinas:

1. La tortuga baula, baule o tora (*Dermochelys coriacea*)
2. La tortuga verde, blanca o negra (*Chelonia mydas*)
3. La tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*)
4. La tortuga cabezona o caguama (*Caretta caretta*)
5. La tortuga paslama, parlama o lora (*Lepidochelys olivacea*)

Las figuras 1 y 2 ilustran algunas de las estructuras morfológicas externas, utilizadas para la identificación de tortugas marinas a nivel de especie.



Clave

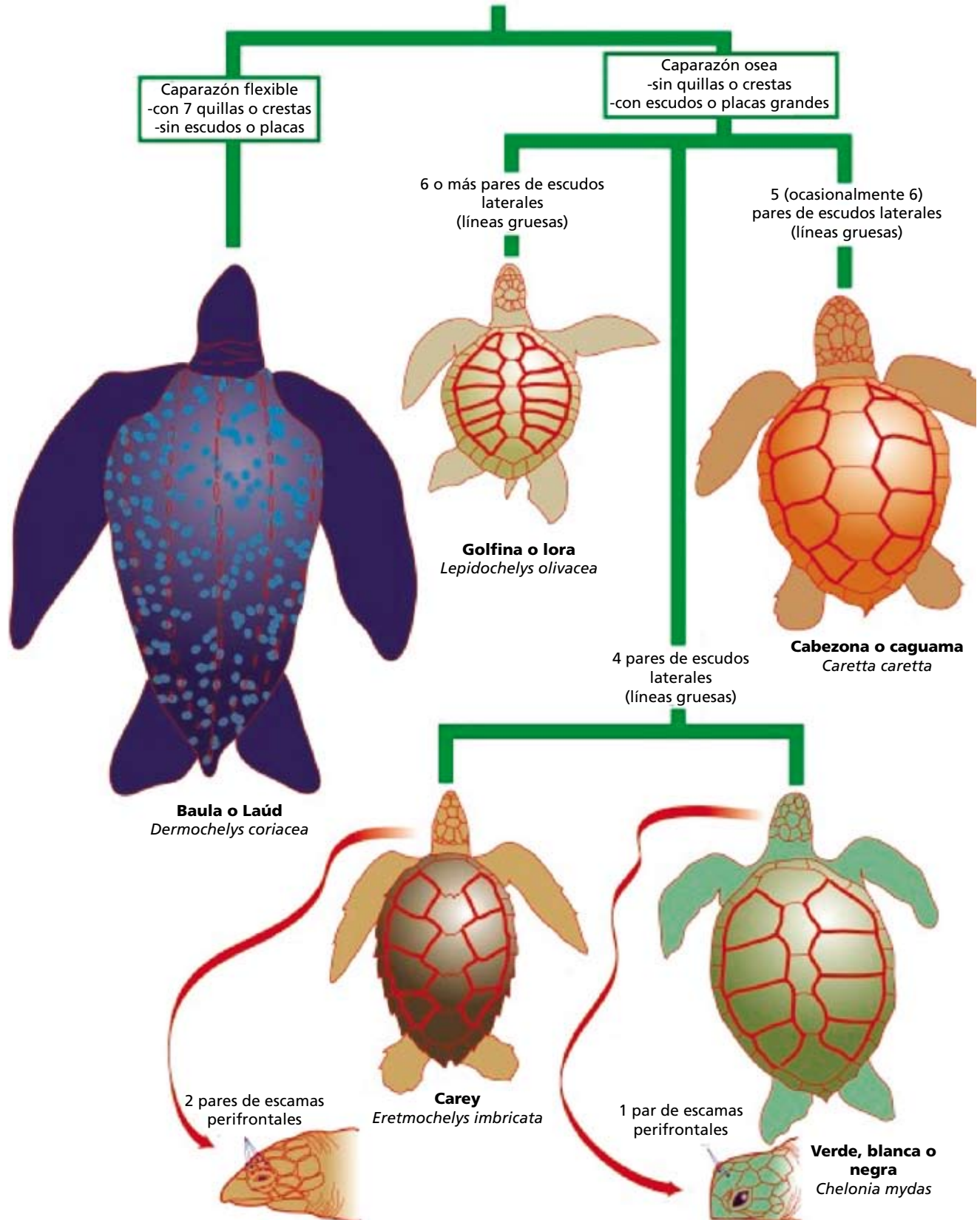


Figura 1. Clave para la identificación de las especies presentes en la región Centroamericana.

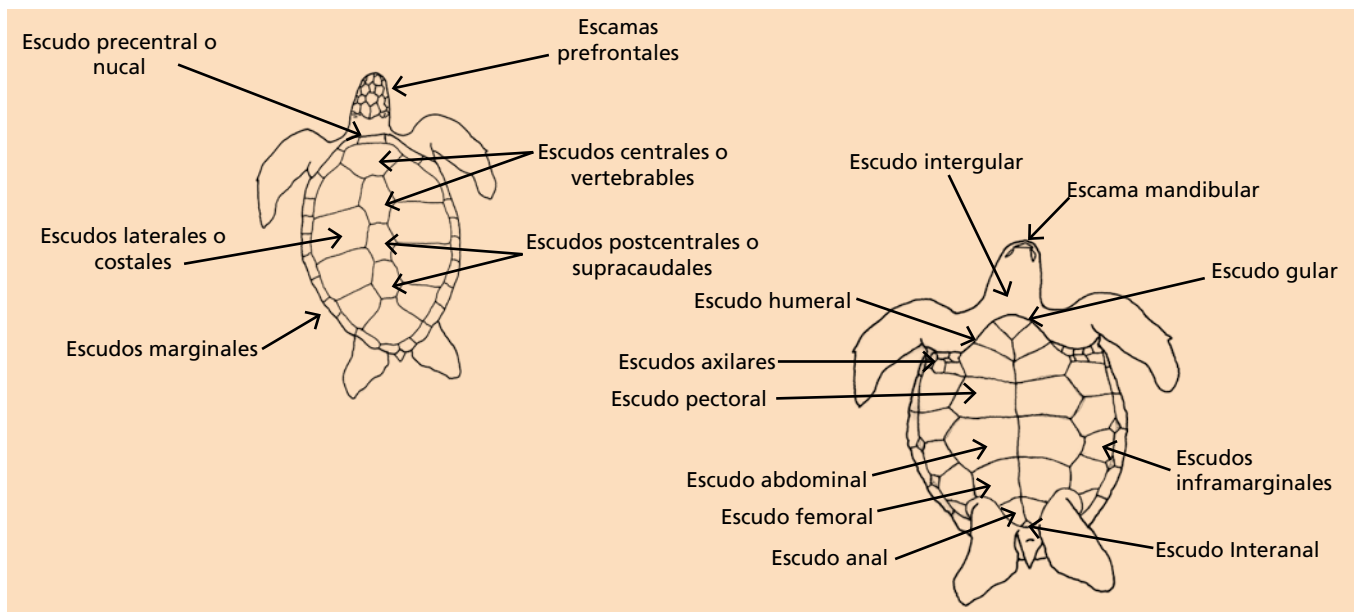


Figura 2. Morfología general de las tortugas marinas.

Lastas de crecimiento indican que son animales de crecimiento muy lento; alcanzan su madurez sexual entre los 10 y 50 años, dependiendo de las especies y la zona geográfica; normalmente ellas permanecen la mayor parte de sus vidas en áreas de alimentación, las cuales usualmente

están lejos de las playas de anidación. Sólo presentan dimorfismo sexual en etapa adulta o subadulta. Los machos tienen una uña delantera más desarrollada y la cola más grande que las hembras (Fig.3).

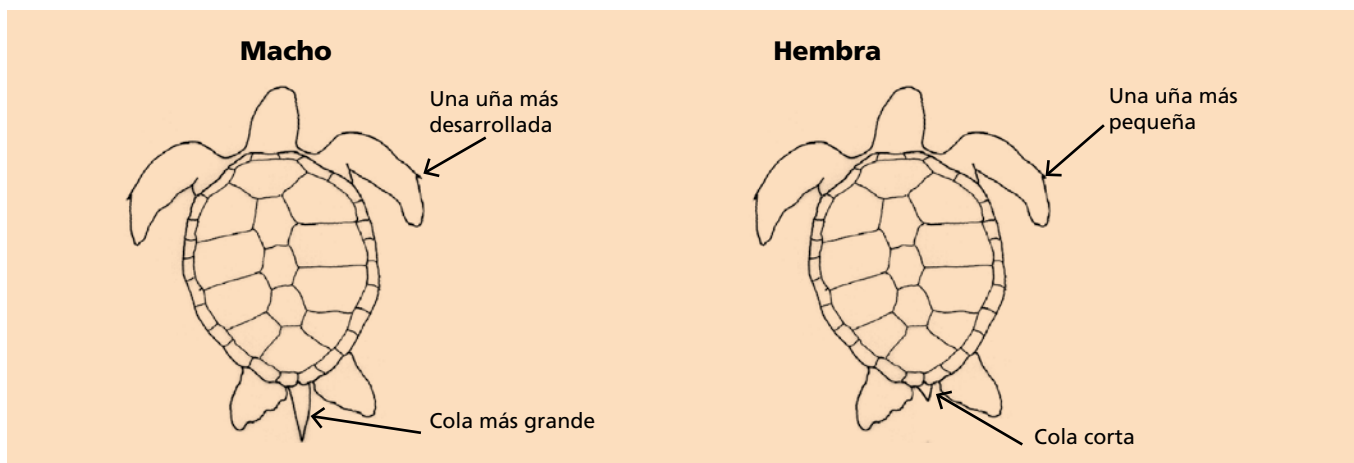


Figura 3. Dimorfismo sexual en individuos de la familia Cheloniidae

Las dietas son particulares para cada especie: *Dermochelys coriacea* se alimenta principalmente de medusas y zooplancton (animales de cuerpo suave). La dieta de *Eretmochelys imbricata* está basada principalmente en esponjas de arrecifes coralinos; la dieta de *Chelonia mydas* se sustenta

en pastos marinos como fanerógamas y algas; *Lepidochelys olivacea* tiene una preferencia por los camarones y otros crustáceos pequeños, mientras que *Caretta caretta* consume crustáceos y moluscos.



Durante los periodos reproductivos, el apareamiento puede suceder durante la migración hacia las áreas de anidación, el cual tiene su origen en los sitios de alimentación y en las zonas frente a las playas de desove. Cada especie tiene un modelo propio de cortejo, apareamiento y desove.

En algunas especies, las hembras pueden guardar por más de una temporada el esperma en sus cuerpos; además, pueden ser receptivas a varios machos, de manera que los huevos de

una sola **nidada** pueden presentar paternidad múltiple. Cada hembra muestra la capacidad de **anidar** varias veces en la misma temporada; a este fenómeno se le denomina **reanidación**. La reanidación puede suceder varias veces (de dos o más veces, según la especie) en una temporada. *Dermochelys coriacea* puede reanidar hasta 11 veces, desovando unos 900 huevos en total. Las hembras que anidan por primera vez en su vida se les llama **neófitas** o **primerizas**. Cuando una hembra regresa a anidar en temporadas

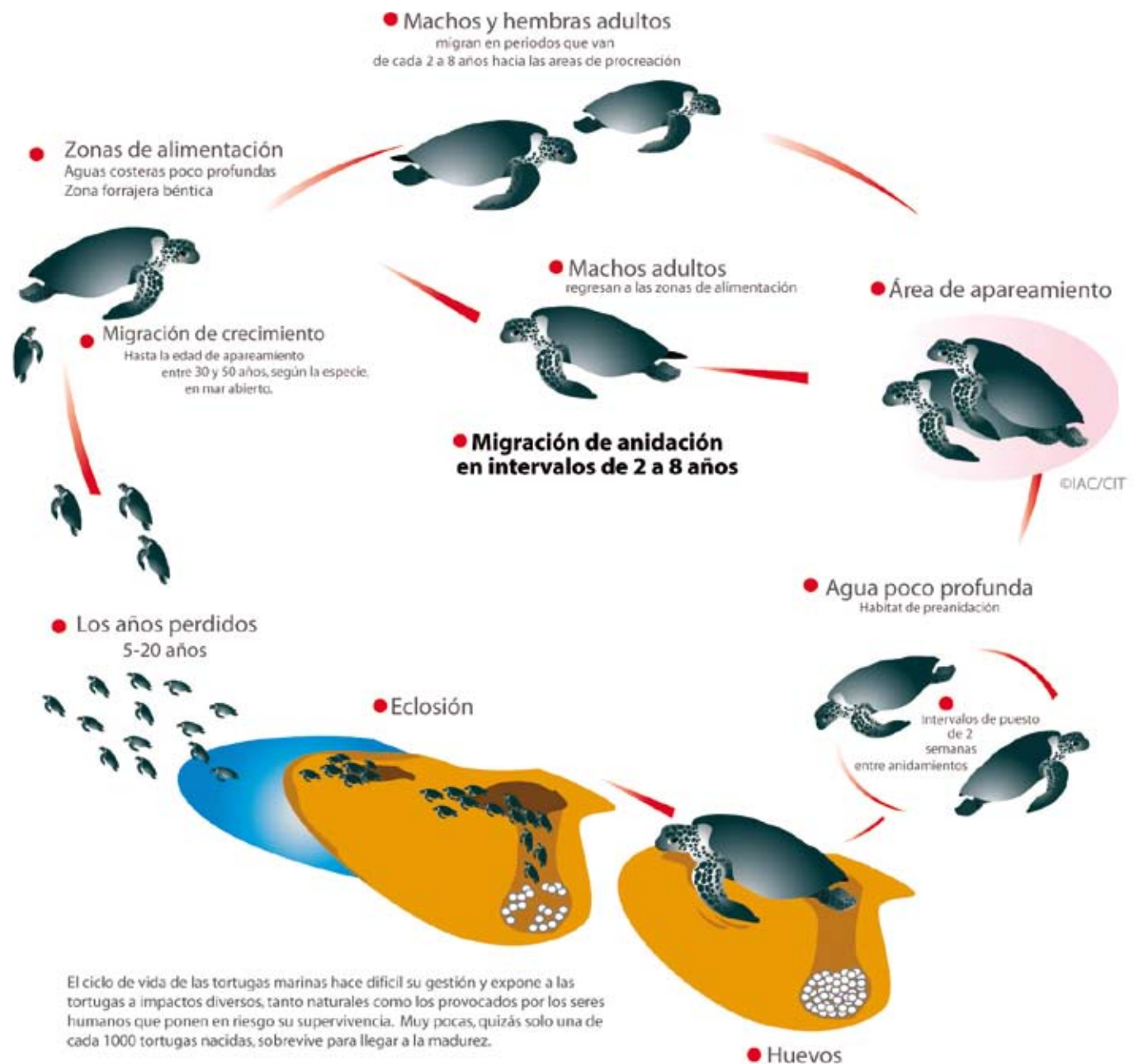


Figura 4. Ciclo de vida generalizado para las tortugas marinas.

subsecuentes, se le denomina **remigrante**. Estas remigrantes pueden tener ciclos anuales, bienales, trienales e incluso más largos. No será posible determinar si una hembra es neófita o remigrante si no se cuenta con un buen programa de marcado de hembras a saturación. La Figura 4 demuestra un ciclo de vida generalizada de las tortugas marinas.

Las hembras recuerdan su playa natal por medio de un proceso denominado **impronta** o

fijación de sitio. Este proceso se da cuando los tortuguillosemargen del **nido** y se desplazan hacia el mar; estos registran un grupo de parámetros que se imprimen en su memoria y los capacitan para reconocer la misma playa o región donde nacieron. Con esta información, al alcanzar la madurez sexual, la tortuga adulta regresa a la playa para anidar. Los parámetros que influyen en este proceso aún no están totalmente claros para la ciencia, pero se cree que pueden ser olfatorios, auditivos y magnéticos, entre otros.

Cuadro 1: Descripción de la especie *Dermochelys coriacea*

Nombres comunes	Laúd, Baula, Tora, Canal, Baule
Estado de conservación	Peligro crítico de extinción (Lista Roja UICN)
Longitud promedio del largo curvo del caparazón	150 cm
Frecuencia de puesta promedio	5-7 veces/temporada
Intervalo de puesta	9-10 días
Intervalo de remigración promedio	Usualmente 3 años, pero pueden ser 2 o más de 3.
Tamaño de nidada promedio	60-90 huevos (con yema)
Profundidad/ancho de nido promedio	Aprox. (70/40) cm
Tiempo de incubación promedio	50-70 días
Temperatura pivote	29-29.95 °C
Ancho de la huella	150-230 cm
Simetría de huella	Simétrica
Características generales	
Es la más grande de todas las especies de tortugas marinas; puede llegar a medir hasta 3,0 m de largo total y pesar 1000 Kg. Existen algunas diferencias de tamaño entre las que se encuentran en el Caribe con las del Pacífico, siendo estas últimas un poco más pequeñas (130 - 140 cm). El "caparazón" no es duro, más bien blando, sin escudos o escamas y tiene una coloración negra con manchas blancas a lo largo del mismo con una mancha rosa sobre la cabeza. También se distinguen por tener 7 "quillas" (Gulko y Eckert, 2004).	
Amenazas principales	
Las amenazas principales son la pesca incidental, la explotación insostenible de huevos y la captura dirigida de tortugas, así como la destrucción o alteración de su hábitat de anidación por desarrollos costeros urbanísticos o turísticos y el cambio climático. Esta especie come desechos marinos de baja degradación, especialmente bolsas de plástico que puede ser confundidas con medusas, lo que ocasiona su muerte.	

Figura 5. Ejemplar de tortuga *Dermochelys coriacea*, anidando en Playa Gandoca, Costa Rica (Foto: J. Madeira)



Cuadro 2: Descripción de la especie *Chelonia mydas**

Nombres comunes	Verde, Blanca, Negra, Torita
Estado de conservación	Peligro de extinción (Lista Roja UICN)
Longitud promedio del largo curvo del caparazón	100 cm
Frecuencia de puesta promedio	3 veces/temporada o más
Intervalo de puesta	12-14 días
Intervalo de remigración promedio	2-3 años o más
Tamaño de nidada promedio	115 huevos
Profundidad/ancho de nido promedio	Aprox. (60/35) cm
Tiempo de incubación promedio	60 días
Temperatura pivote	28.6 °C
Ancho de la huella	100-130 cm
Simetría de huella	Simétrica
Características generales	
El tamaño promedio de un adulto puede ser de unos 100 cm y contar con un peso desde los 100 hasta los 225 Kg. Su caparazón tiene un color verdusco y negro con cuatro escudos laterales, las escamas que el mismo posee no son traslapadas y el plastrón es amarillento. Posee una uña en cada aleta interior. En la parte frontal de la cabeza tiene un solo par de escamas (prefrontales) y cuatro detrás de sus ojos (postorbitales) (Gulko y Eckert, 2004). *Las tortugas de este género en el Pacífico son más pequeñas, así como su tamaño promedio de nidada y son más oscuras que las del Atlántico, de ahí que todavía existe cierta controversia de si son especies diferentes, subespecies o poblaciones distintas. Investigaciones publicadas recientemente sobre su morfología, genética y composición bioquímica exhiben resultados contradictorios, por lo que en el presente manual se le considera como parte de la especie <i>Chelonia mydas</i>.	
Amenazas principales	
Una de las amenazas más significativas que enfrenta la tortuga verde es la caza intencional de los adultos y la recolección intensiva de sus huevos. La carne de la tortuga verde es considerada como un manjar exótico, por esta razón se explota comercialmente. La captura incidental en las pesquerías marinas, la degradación del hábitat y las enfermedades, son otras amenazas perjudiciales para esta especie.	



Figura 6. Especimen de *Chelonia mydas* anidando. Foto: WWF-Canon Juergen FREUND.

Cuadro 3: Descripción de la especie *Eretmochelys imbricata*

Nombres comunes	Carey
Estado de conservación	Peligro crítico de extinción (Lista Roja UICN)
Longitud promedio del largo curvo del caparazón	80 cm
Frecuencia de puesta promedio	3-5 veces/temporada
Intervalo de puesta	14-16 días
Intervalo de remigración promedio	2-3 años
Tamaño de nidada promedio	160 huevos
Profundidad/ancho de nido promedio	Aprox. (55-30) cm
Tiempo de incubación promedio	60 días
Temperatura pivote	29.32 °C
Ancho de la huella	70-85 cm
Simetría de huella	Asimétrica
Características generales	
Es conocida por su cabeza alargada y la forma de pico de su mandíbula superior. La carey puede llegar a medir entre 65 y 90 cm y tener un peso de entre 45 y 70 kg. Los escudos del caparazón se superponen y tiene cuatro pares de escudos laterales. Su caparazón tiene colores entre amarillo y negro, pasando por los naranjas y distintas tonalidades de rojo. Sus aletas frontales, por lo general, tienen dos uñas y en la parte frontal de su cabeza se pueden distinguir dos pares de escamas y tres escamas detrás de sus ojos (Gulko y Eckert, 2004).	
Amenazas principales	
La amenaza principal es la explotación comercial de los juveniles y los adultos por la belleza de su caparazón, con el cual se elaboran artesanías y otros productos a nivel local. Internacionalmente se presentan problemas a pesar de la prohibición del comercio de esta especie en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Otras amenazas pueden ser directas, tales como la recolección de sus huevos, o indirectas, como la destrucción de hábitats críticos para su supervivencia a causa del cambio climático y los aumentos en sedimentos y nutrientes, que afectan negativamente a los arrecifes de coral.	

**Figura 7. Ejemplar de tortuga *Eretmochelys imbricata*. (Foto: D. Chacón).**

Cuadro 4: Descripción de la especie *Caretta caretta*

Nombres comunes	Cabezona, Caguama
Estado de conservación	Peligro de extinción (Lista Roja UICN)
Longitud promedio del largo curvo del caparazón	80 cm
Frecuencia de puesta promedio	4 veces/temporada
Intervalo de puesta	15 días
Intervalo de remigración promedio	2-3 años
Tamaño de nidada promedio	100 huevos
Profundidad/ancho de nido promedio	Aprox. (45-30) cm
Tiempo de incubación promedio	60 días
Temperatura pivote	27.74 °C
Ancho de la huella	70-80 cm
Simetría de huella	Asimétrica
Características generales	
Es conocida por su cabeza grande (aproximadamente 25 cm en adultos). El tamaño del caparazón va desde los 75 a los 100 cm y pesa en promedio unos 150 kg. Este es alargado con cinco escudos laterales (no se traslapan unos con otros), tiene una “joroba” en el quinto escudo vertebral y su escudo nual está en contacto con la primera placa costal. El color del caparazón es oscuro, tendiendo a café rojizo y su plastrón es amarillo crema (Gulko y Eckert 2004).	
Amenazas principales	
Las amenazas principales son el desarrollo costero, la contaminación marina, las pesquerías comerciales, principalmente camarонерías de arrastre, así como alteraciones del hábitat por el cambio climático.	



Figura 8. Ejemplar de *Caretta caretta*. (Foto: TAMAR).

Cuadro 5: Descripción de la especie *Lepidochelys olivacea*

Nombres comunes	Lora, Golfina, Paslama, Paslama, Carpintera
Estado de conservación	Vulnerable (Lista Roja UICN)
Longitud promedio del largo curvo del caparazón	65 cm
Frecuencia de puesta promedio	2-3 veces/temporada
Intervalo de puesta	14-28 días (anidación solitaria y por arribada respectivamente)
Intervalo de remigración promedio	1-2 años
Tamaño de nidada promedio	100 huevos
Profundidad/ancho de nido promedio	Aprox. (45-30) cm
Tiempo de incubación promedio	50 días
Temperatura pivote	29.13 °C
Ancho de la huella	70-80 cm
Simetría de huella	Asimétrica
Características generales	
Esta es la especie más numerosa de todas las tortugas marinas. Es una tortuga pequeña, mide aproximadamente 65 cm y los adultos pueden alcanzar entre 35 y 45 Kg. El caparazón es casi redondo, de color verde oscuro. Tiene 5-9 pares de escudos laterales a veces impares y dos pares de escamas prefrontales en la cabeza. Cada aleta delantera tiene dos uñas (Gulko y Eckert, 2004). Esta especie presenta anidaciones de forma masiva y sincronizada conocidas como arribada, arribazón o morriña. En las playas donde existe este tipo anidación se han observado concentraciones de entre 5,000 a 150,000 hembras durante solo unas cuantas noches.	
Amenazas principales	
La captura directa de los adultos y sus huevos, la captura incidental en pesquerías comerciales, especialmente las camarонерías, y la pérdida de hábitat de anidación, son las principales amenazas a esta especie.	



Figura 9. Especimen de *Lepidochelys olivacea* (Foto: D. Chacón).



La morfología de los **neonatos** de las especies no es muy diferente de su estado adulto.



Figura 10. Morfología de los neonatos de las especies en la región Centroamericana (A. *Dermochelys coriacea*, B. *Eretmochelys imbricata*, C. *Caretta caretta*, D. *Chelonia mydas*, E. *Lepidochelyys olivacea*).

Protocolo para el manejo de tortugas marinas en playas de anidación

Según Eckert (2000), la meta general de un plan de conservación para tortugas marinas es promover la supervivencia de las poblaciones de tortugas a largo plazo, la sustentabilidad del recurso y la protección de los hábitat críticos, incluyendo también las necesidades de las comunidades humanas con las que ellas interactúan. Un programa de conservación está determinado por la naturaleza de las poblaciones locales de tortugas, así como por otras consideraciones de tiempo, dinero y recursos humanos (Pritchard *et al.* 1983). Los objetivos específicos de cada programa de conservación pueden variar, pero deben incluir aspectos como:

- Identificación de los sitios donde se encuentran las diferentes especies.
- Tamaño de las poblaciones locales y regionales.
- Estimación del estado de conservación de la población, identificando todas las áreas claves de reclutamiento (especies y sitios de anidación).
- Monitoreos regulares de las poblaciones y del estado de conservación de su hábitat.
- Estimación de la mortalidad anual.
- Conocimiento de la naturaleza y el grado de explotación humana, lo mismo que otros factores que pueden afectar las poblaciones de tortugas marinas.
- Protección y monitoreo efectivo de las playas de anidación, zonas de alimentación y conocimiento de los recorridos migratorios.
- Regulación del comercio ilegal doméstico e internacional de productos y partes de las tortugas marinas.
- Conducir y eliminar amenazas tales como desarrollos no apropiados, iluminación costera, drenajes o cualquier otro foco de impacto.
- Lograr y mantener el apoyo del público para cumplir con las metas y objetivos.

- Contar con un programa de educación e información pública.
- Sistemas de divulgación sobre la problemática y la importancia de desarrollar medidas de protección y manejo de tortugas marinas y sus hábitats.
- Diseño, establecimiento y seguimiento a medidas de adaptación al cambio climático.
- Fortalecer e integrar esfuerzos locales y nacionales dirigidos a la conservación de tortugas marinas.

Este protocolo tiene como finalidad guiar y estandarizar la obtención de información básica necesaria en las playas de desove de tortugas marinas en Centroamérica, con la intención de valorar la tendencia de la anidación como un cambio en la abundancia a través del tiempo y tener un mejor manejo de las tortugas. Así, los valores obtenidos por medio de este protocolo reflejarán la tendencia del segmento de la población que está utilizando el hábitat donde se ejecuta el protocolo. El protocolo indica también los procedimientos para mejorar las perspectivas de supervivencia de embriones y tortuguitas por medio de medidas concretas de manejo, y para la toma de datos que permitan dar seguimiento a la calidad del hábitat de anidación a la luz del cambio climático. Es importante seguir las normas establecidas en cada país, especialmente en lo que respecta a permisos, restricciones, procedimientos y el formato para reportar la información recolectada.

Para obtener permisos de investigación; es decir, para realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia, hay que seguir los requisitos de ley establecidos en cada país.



Monitoreo de la anidación

Los programas de monitoreo usualmente enfatizan la fase terrestre del ciclo de vida: hembras anidando, huevos y neonatos; razón por la cual dichas investigaciones están supeditadas a pocos meses durante las temporadas de anidación. Los censos de nidos o hembras en las playas de anidación se han constituido en una herramienta muy utilizada en la evaluación y conocimiento de las tendencias de las poblaciones de tortugas marinas. Estas valoraciones son necesarias para conocer los efectos de las actividades de conservación y recuperación de estas especies. Un diseño apropiado del censo de nidos, en conjunto con los estudios de las hembras anidadoras, proporciona información sobre el número de nidadas depositadas anualmente (Schroder y Murphey, 2000).

Delimitación del área de estudio

La definición y delimitación del área de estudio es un componente importante para establecer un programa de monitoreo de la anidación a largo plazo en una playa donde esta ocurre. Se debe mantener la misma área, con el fin de poder realizar comparaciones año tras año con los datos generados. Es útil dividir la playa en segmentos iguales, para manejar los datos en una escala aún más detallada. Esto permitirá determinar la distribución espacial de la anidación y así analizar la tendencia espacial. Se recomienda una demarcación de la playa con postes, mar-

cadore o mojones con una distribución ideal a cada 50 metros y a un máximo de 100 metros (Fig.11). Se deben ubicar estos marcadores en la línea de la vegetación a suficiente distancia para que las mareas y el oleaje no los remuevan. Hay que tener en cuenta que puedan ser leídos por las personas que recorren la playa. Se deben revisar y reemplazar los marcadores al inicio y durante la temporada para corroborar la posición correcta de estos. Para ello, se puede utilizar una cinta métrica con la longitud apropiada y apoyarse con el uso de un Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS), dependiendo de lo que se quiera o qué tanta exactitud se requiera (el motivo por el cual se utilizarán los datos) (Fig. 12).



Figura 11. Los mojones pueden ser piezas de madera o árboles que son enumerados según el protocolo, de manera creciente en sentido norte-sur.

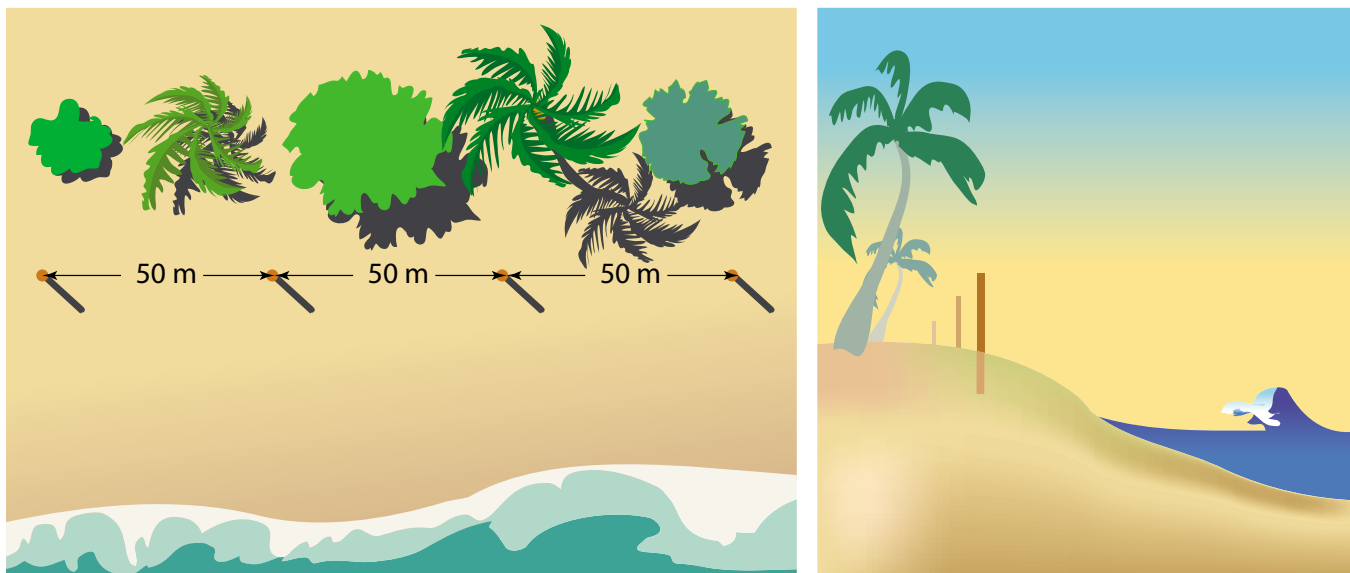


Figura 12: Distribución espacial de los mojones.

Sin embargo, si no tienen los recursos ni el tiempo adecuado para mantener los postes, se puede delimitar el área con puntos geográficos tales como ríos, rocas, lagunas, esteros o incluso límites de propiedades o construcciones a la orilla de la playa. Se recomienda apoyarse con el uso del GPS debido a la posibilidad de que estos puntos se muevan o cambien.

Periodicidad y horarios del Monitoreo del Censo de Nidos

El lapso empleado para el conteo de nidos debe abarcar el período máximo de anidación de la temporada de desove y se debe diseñar para tener en cuenta los cambios en el “pico” de la temporada de anidación de un año a otro. Idealmente, debería abarcarse la totalidad de la temporada de anidación, no obstante, el período mínimo del estudio será de 8 semanas. Periodos más cortos pueden ser apropiados dependiendo de las condiciones locales y de un completo entendimiento de la variabilidad de la temporada de anidación (CITES, 2002).

Las playas que no han sido previamente estudiadas, o para las que la temporada de anidación no ha sido definida, requerirán estudios de prospección para identificar el pico de la anidación, los índices de pérdida y saqueo de nidos antes de establecer un periodo de conteo de los mismos. Los estudios de prospección deberán ser conducidos por un período mínimo de tres años, tiempo durante el cual deberá ser estudiada la temporada completa de anidación (CITES, 2002).

La frecuencia del estudio (número de días por semana en los cuales el conteo de nidos es realizado) depende de cada proyecto de investigación; sin embargo, se sugiere que se realice diariamente durante toda la temporada y a lo largo de toda la playa o área de estudio, año tras año, con el fin de establecer comparaciones. No obstante, algunas consideraciones logísticas podrían impedir los recorridos cotidianos. En este caso, se puede aplicar una frecuencia de estudio de “día de por medio” (un día sí, un día no) como el requisito mínimo para reducir el error de muestreo (Tabla 1). En playas de anidación remotas y aisladas, donde la logística impide los estudios



con esa frecuencia, una reducción de 2-3 veces uniformemente espaciados a través de la semana puede ser suficiente, para lo cual se debe ajustar la capacitación de los monitores con el fin de que sean capaces de realizar esta actividad (CITES, 2002).

Tabla 1: Frecuencia de estudio de día de por medio.

L	M	M	J	V	S	D
✓	x	✓	x	✓	x	✓

Los recorridos ideales son diarios, empezando desde el anochecer (al menos a las 8:00 p.m.) y hasta antes del amanecer (4:00 o 5:00 a.m.) o bien, considerando el ritmo de las mareas, de tal manera que se cubra el segmento de observación una vez por hora. Si estos recorridos son adecuados, no es necesario hacer un recorrido por la mañana; sin embargo, si se quiere confirmar el conteo hecho por la noche, se podrán realizar recorridos inmediatamente después de la salida del sol, ya que el ángulo bajo del sol en las primeras horas de la mañana hace que las huellas sean muy visibles y estas no se han secado todavía. Por efectos de estandarización y generación de información sobre la abundancia de nidos, es importante mantener el esfuerzo en tiempo (horas por noche y noches de la temporada) y longitud de playa o reportar cualquier cambio de estos.

Capacitación de los monitores

El personal de campo debe someterse a un proceso de capacitación antes de iniciar sus actividades como monitores en el área de estudio. La capacitación debe incluir la observación directa de las tortugas en anidación, esto asegura que las personas responsables de la recolecta de información y del trabajo con las tortugas, tengan una perfecta comprensión del comportamiento de estos animales durante el proceso de anidación. De igual forma, debe incluir la observación de los rastros en la playa con el fin de identificar las características de las huellas y de los nidos. Esto último es clave para distinguir correctamente entre un nido y una salida sin anidación. También deben recibir capacitación práctica en diferentes actividades como marcado de hembras (si se cuenta con un programa de marcado de este tipo y recolección de datos).

Como parte del proceso de capacitación, es importante brindar conocimientos sobre la biología, la ecología y el estado actual de las especies de tortugas marinas y sobre los planes de manejo de las colonias anidadoras que integran las poblaciones de tortugas marinas; asimismo, se deben dar a conocer aspectos relevantes sobre los antecedentes, objetivos y avances del programa de conservación de tortugas marinas.



Estudios en playas con arribadas

En Centroamérica, la especie *L. olivacea* es la única que anida en concentraciones mayores a cualquier otra especie. Pueden observarse concentraciones que van desde 5,000 a 150,000 nidadas durante solo unas noches. Esta conducta de anidación masiva (conocida como arribada) se caracteriza por una gran concentración de hembras, una alta densidad de anidación y un

comportamiento de anidación sincrónico. Las técnicas convencionales de monitoreo no son eficaces para emplearse en el caso de las arribadas, por lo tanto en este manual no las vamos discutir. Para más detalles sobre la metodología por aplicar en playas de arribadas ver *Estudios de Poblaciones en Playas de Arribadas* de (Valverde y Gates, 2000).



Obtención de datos y metodologías sugeridas para el monitoreo de la anidación

La recolecta apropiada de datos va a permitir sobrevaluar la abundancia, tendencias y la situación de las poblaciones de tortugas marinas. Actualmente, uno de los graves problemas que se enfrentan en el manejo de las tortugas marinas, es el uso de diferentes metodologías para la recolecta de datos en los proyectos de investigación, lo cual tiene como consecuencia el no poder hacer comparaciones válidas de los resultados obtenidos entre los distintos proyectos. Esto se manifiesta en proyectos tanto a nivel local como regional. Por esta razón es muy importante el uso de metodologías y terminologías estandarizadas que permitan una comparación de la información obtenida en cada proyecto, contando de esta forma con una herramienta sólida que brinde apoyo a la toma de decisiones en la conservación, protección y posible uso de las tortugas marinas.

La toma veraz de los datos en el campo debe realizarse evitando al máximo el impacto o estrés al animal. Para esto es necesario trabajar con rapidez, conocer las diferentes etapas del desove y su factor de perturbación, de preferencia usar luz roja y contar con personal capacitado y calificado. La figura 13 presenta un resumen de las diferentes etapas del desove y su factor de perturbación.

Los datos mínimos que se deben registrar son los siguientes:

Para cada estudio (cada temporada)

- Nombre del responsable, afiliación institucional y campo de acción o especialidad.
- Datos de contacto (teléfono, fax, correo electrónico y sitio web).
- Área del monitoreo: nombre del sitio, especies, descripción física de los límites, ubicación geográfica (lat/long), extensión (km o ha) y categoría de protección.
- Permisos otorgados.
- Fechas de inicio y finalización del monitoreo (temporada).
- Número de días muestreados por semana.
- Descripción narrativa de cambios significativos ocurridos en la playa que podrían influir en la anidación.
- Las series de marcas usadas (si aplica).
- Otros datos de importancia para la interpretación de información sobre la anidación.

Para cada hembra anidadora observada (Ver Anexo 1)

- Nombre de la playa de estudio.
- Fecha.
- Hora de primera observación.
- Actividad de la tortuga.
- Nombre del monitor u observador o responsable del dato.
- Especie, se recomienda utilizar *el nombre científico* empleando siglas (*Dermochelys coriacea* = D.c.).
- Ubicación (poste, mojón o referencia geográfica) y descripción de la zona de anidación (ej. zona entre mareas o entre vegetación).
- Identificación de la tortuga (número de serie de la marca, tipo de la misma y localización) o señal de marcas previas en la tortuga (descripción).



ETAPAS DEL DESOVE:

1. Sale del mar

La tortuga sale del mar y se dirige con precaución hacia la playa, se detiene frecuentemente para descubrir señales de peligro.
(15 a 20 minutos)

2. Escarba el hueco para el cuerpo (fosa corporal)

Con sus aletas delanteras, la tortuga tira vigorosamente la arena hacia atrás. Así forma una fosa poco profunda para el cuerpo.
(30 a 50 minutos)

3. Construye la cámara de incubación

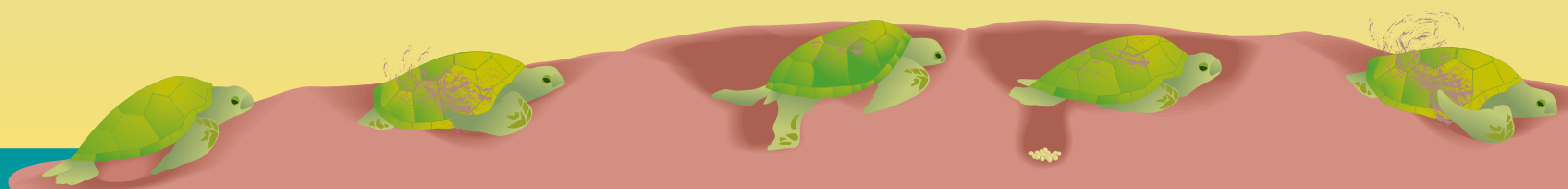
Con sus aletas traseras, saca y tira arena hacia adelante, pero no tan vigorosamente como en la etapa anterior. La parte trasera de su cuerpo sube y baja con el trabajo continuo de sus aletas posteriores, delicadamente le da forma y profundidad al nido en su parte más profunda.
(15 a 25 minutos)

4. Desova

La tortuga reposa silenciosamente, con sonidos o ronquidos periódicos y con movimientos leves de sus aletas traseras deposita en pequeños grupos los huevos.
(20 a 30 minutos)

5. Cubre los huevos

Con sus aletas traseras, la hembra cubre los huevos con arena húmeda, deteniéndose cada cierto tiempo a compactar la arena arriba de la nidada. Luego con sus aletas delanteras, tira arena hacia atrás para cubrir y camuflar el nido.
(30 a 60 minutos)



FACTORES DE PERTURBACIÓN DE LA TORTUGA

1. Muy Alto:

La menor luz o movimiento asustará a la tortuga y regresará al mar. Si ve una tortuga, deténgase y agáchese inmediatamente para observarla. Si ella continua subiendo hacia la playa, espere hasta que pueda deslizarse detrás de ella sin ser visto. Manténgase siempre detrás de la tortuga. Pueden transcurrir varios minutos hasta que la tortuga vuelva a moverse. **NO TOME FOTOS.**

2. Muy Alto:

Cualquier acercamiento a menos de 10 metros o cualquier fuente de luz blanca asustará a la tortuga que regresará al mar. Existe el peligro de tropezar con una tortuga cuando esta se encuentre abajo en las irregularidades de la playa. Muévase con precaución y busque las zonas de arena removida usualmente más oscura producto del movimiento de la tortuga o de su actividad de anidación. Recuerde mantenerse detrás de la tortuga. **NO TOME FOTOS.**

3. Alto-Moderado:

Puede aproximarse silenciosamente a la tortuga desde atrás. Manténgase a una distancia aproximada de 3 metros de la tortuga. No la toque ni tampoco encienda luces. Espere por lo menos 5 minutos desde el momento en que ve a la tortuga dejar de moverse para averiguar si está desovando. Si su objetivo en la playa es la investigación o monitoreo de la anidación encienda una pequeña luz roja y enfóquela hacia el nido para evaluar el proceso de desove. **NO TOME FOTOS.**

4. Bajo:

Una vez que la tortuga comienza a desovar es menos sensible a las perturbaciones, motivo por el cual se puede acercarse. El guía o líder manejará la única luz roja con la que se podrá observar el desove. Nadie puede proyectar la luz hacia la cabeza de la tortuga. **NO TOME FOTOS.**

5. Moderado:

La tortuga vuelve a ser muy sensible a movimientos y luz, así que se perturba su comportamiento, cuando está cubriendo el nido. Respete las distancias. **NO TOME FOTOS.**

Adaptado de Salm y Salm (1991).

Figura 13: Etapas del desove de la tortuga marina y su factor de perturbación.



6. El regreso al mar

La hembra inicia su regreso al mar ubicando la pendiente de la playa y orientándose hacia las olas.

(5 a 10 minutos)

6. Alto:

No intercepte las tortugas cuando van hacia el mar, déles paso libre; tampoco intente ayudarles si encuentran obstáculos en la playa. En caso que observe este regreso al mar de día es posible tomar fotografías siempre y cuando la legislación lo permita.

- Neófita o remigrante (neófita: tortuga sin marca o señal de marcado previo. Remigrante: tortuga con marca o señal de marca previa).
- Medidas (ej. largo curvo del caparazón).
- Hora de puesta.
- Número total de huevos puestos (con yema).
- Observaciones, se refiere a aspectos morfológicos: cicatrices, deformidades, parásitos, tumores y cualquier otro.

Para cada censo de nidos (ver Anexo 1)

- Nombre de playa de estudio.
- Fecha de muestreo.
- Hora de inicio y finalización del monitoreo.
- Nombre del monitor.
- Número total de nidos (incluyendo las nidadas robadas y depredadas) por sector y especie.
- Número de rastros sin nidos, por sector y especie.
- Comentarios u observaciones.

Cada proyecto puede incluir sus propias variables; sin embargo, deberá tener presente que para lograr una estandarización de datos, se deberá considerar las variables indicadas en los puntos anteriores, con el propósito de facilitar la elaboración de los informes y actualizar la base de datos del proyecto por parte del ente responsable.

Identificación de huellas y nidadas

La evaluación de huellas es una tarea difícil y se pueden cometer errores al diferenciar entre una especie y otra, al identificar anidaciones exitosas (aquellas que contienen una nidada dentro del nido construido por la hembra) de aquellas que emergieron y construyeron un nido sin haber desovado (sin nidada) o emergieron pero no construyeron un nido (**rastros, media luna**), así como al distinguir entre huellas "frescas" o "viejas". Los monitores deberán estar lo suficientemente capacitados para evaluar estas características y confirmar las nidadas.

Aunque todas las huellas de tortugas marinas tienen características similares, cada especie tiene ciertas características propias, tales como el ancho, profundidad de la cama (someramente vs. profunda) y las huellas tienen patrones simétricos o asimétricos (ver Cuadros 1 al 5). Una **huella simétrica** se genera cuando las aletas delanteras se articulan de manera sincrónica al jalar las tortugas sobre la superficie de la arena, ocasionando una huella donde las marcas de las aletas derecha e izquierda aparecen casi como imágenes reflejadas una de la otra. Una **huella asimétrica** se forma cuando las aletas delanteras se mueven de manera alternada al arrastrar a la tortuga (Fig. 14) (Pritchard y Mortimer, 2000).

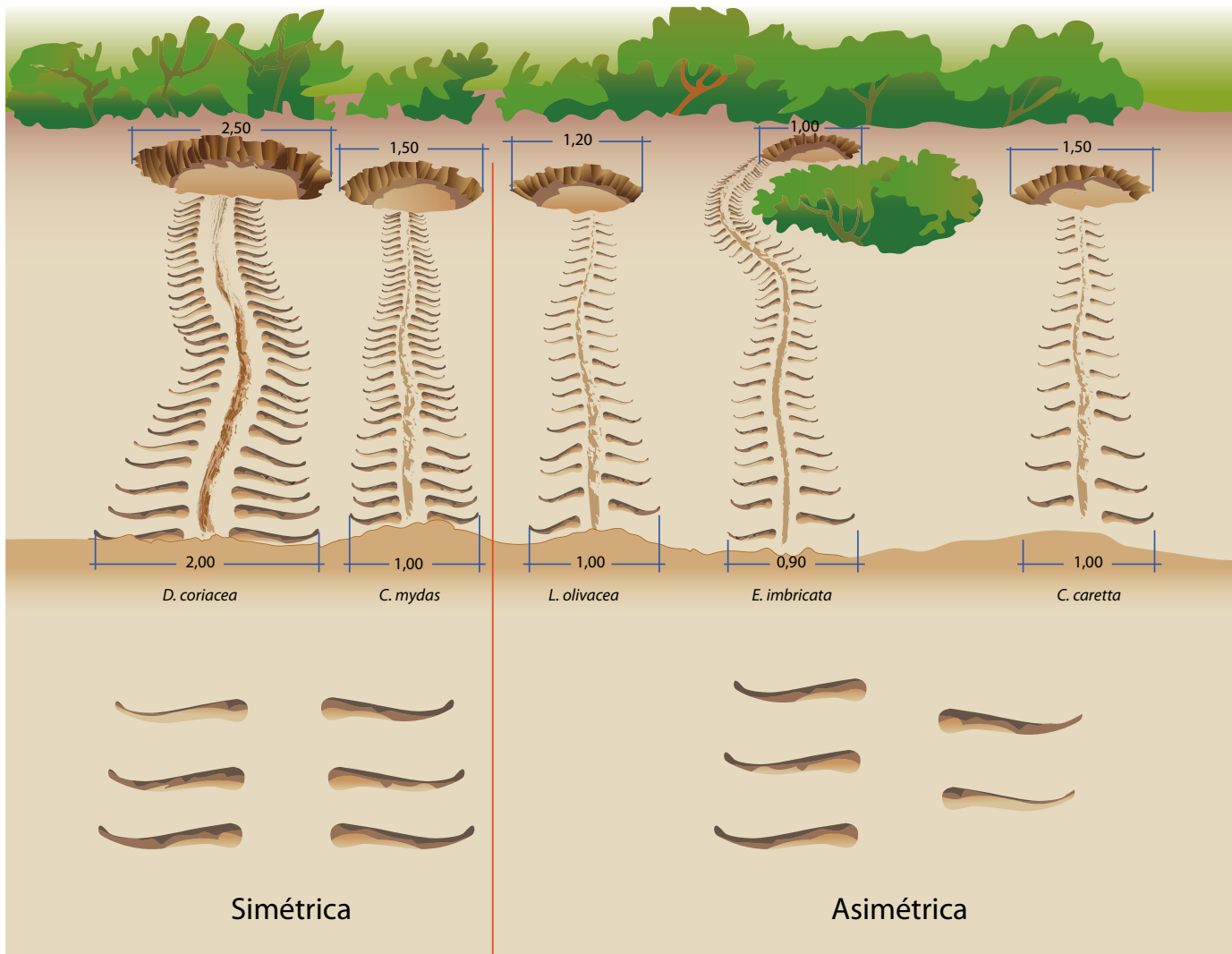


Figura 14. Tipos de rastros simétricos y asimétricos

Aunque la única manera de determinar si un nido contiene (o contuvo) huevos es solo por observación o confirmación directa, existen varias señales que ayudan a identificar una anidación exitosa. Siga el rastro donde emergió la tortuga del mar y busque las siguientes evidencias: 1) arena esparcida o tirada hacia atrás de la huella de salida, 2) cavidad, cama secundaria, excavación y arena dispersa alrededor y 3) arena húmeda: la arena salpicada durante la construcción de la cama y la que cubre al nido generalmente tienen un contenido de humedad más alto que la arena seca de la superficie.

Para identificar una salida sin anidación o rastro, observe cuidadosamente la huella y busque

cualquiera de las señales siguientes: 1) un rastro extensivo, muy poco o nada de perturbación en la arena, sin cama ni excavación de nido, 2) rastro en forma de U hasta la línea de marea alta, 3) rastro muy evidente con formación de cama y nido, este último sin cubrir, 4) marcas en un sitio donde la longitud relativa de las huellas de emergencia y retorno son casi las mismas y 5) gran perturbación en la arena, formación de cama y excavación poco profunda de la cámara para huevos, colapsada o sin cubrir (Schroeder y Murphy, 2000).

Si todavía surge duda para reconocer si el rastro resultó o no en una puesta, la presencia o ausencia de los huevos deberá ser verificada por



una excavación manual. Se recomienda el uso de varilla o punzón solamente por personas experimentadas debido al potencial riesgo de destrucción de huevos.

En el caso de nidadas depredadas, generalmente se caracterizarán por la presencia de **cáscaras** de huevo o huevos dispersos parcialmente consumidos. Durante el censo de nidos, deben contarse los nidos depredados y las anidaciones exitosas, pero registre a los depredados como tales.

Marcado de tortugas marinas

El marcado de tortugas marinas permite identificar individuos de una población, reconocer rutas migratorias y entender ciertos aspectos sobre su biología reproductiva (intervalos de remigración y frecuencia de puesta (o reanidación), tamaño y tendencias poblacionales. Además, ayuda a comparar factores de gran importancia en la toma de decisiones para su conservación y manejo, tanto en el ámbito nacional como en el internacional. Para la aplicación de marcas se requiere contar con un programa que asegure una excelente calidad en la información, una nula pérdida de marcas, un fuerte programa de recuperación de la información de las recapturas, y que sea un programa de **marcado a saturación**. Las marcas más comunes utilizadas en la región son las fabricadas de metal, con una serie de letras o números únicos, las cuales son aplicadas externamente en las aletas. Existen también marcas internas como los microchips (transmisores pasivos integrados –PIT, por sus siglas en inglés-), que algunas veces se aplican adicionalmente o en lugar de las marcas externas.

Según Balazs (2000), el grado de éxito del marcado en términos de retención de la marca y el reconocimiento de las tortugas puede ser altamente variable debido a múltiples factores, entre los que se pueden incluir los siguientes: el tipo de

marca usada; la técnica de aplicación, el tamaño y la especie de tortuga; la localización geográfica y el carácter del ambiente marino; la habilidad y experiencia de la persona que aplica la marca; y el número de marcas aplicadas a cada tortuga.

Aplicación de marcas metálicas

Las marcas metálicas siempre deben tener tamaños correspondientes con la especie; no se deben aplicar marcas muy pequeñas a animales que son grandes o que crecerán, debido a que éstas provocarán estrangulamiento y necrosis en el tejido, situación que además de lastimar al animal, llevará a la pérdida de la marca. Se recomiendan las marcas Inconel, con un tamaño de 2.0 cm a 4.2 cm (Pritchard *et al.* 1983), las cuales tienen la ventaja de ser rectangulares u ovaladas, lo que evita que se peguen o enreden en alguna superficie.

El sitio recomendado para el marcado con marcas metálicas (monel o inconel) para todas las especies de tortugas marinas de la familia Cheloniidae es en la aleta anterior, proximal y adyacente a la primera escama grande del borde posterior de la aleta. Sin embargo, diferentes investigadores y proyectos han logrado éxito utilizando sitios de marcado adicionales o alternativos, como los ubicados entre la primera y segunda escama grande de los bordes posteriores de las aletas anteriores, directamente sobre la primera, segunda (ver Fig.15 B) o tercera escama, en las aletas traseras, por lo cual es importante revisar toda la tortuga antes de colocar una marca nueva. Para los especímenes de la familia Dermochelyidae, el sitio más recomendable es el pliegue proximal del tejido más delgado entre la cola y las aletas traseras (Fig. 15 A).

Para evaluar la tasa de pérdida de marcas, lo mejor es utilizar el **doble marcado** o emplear



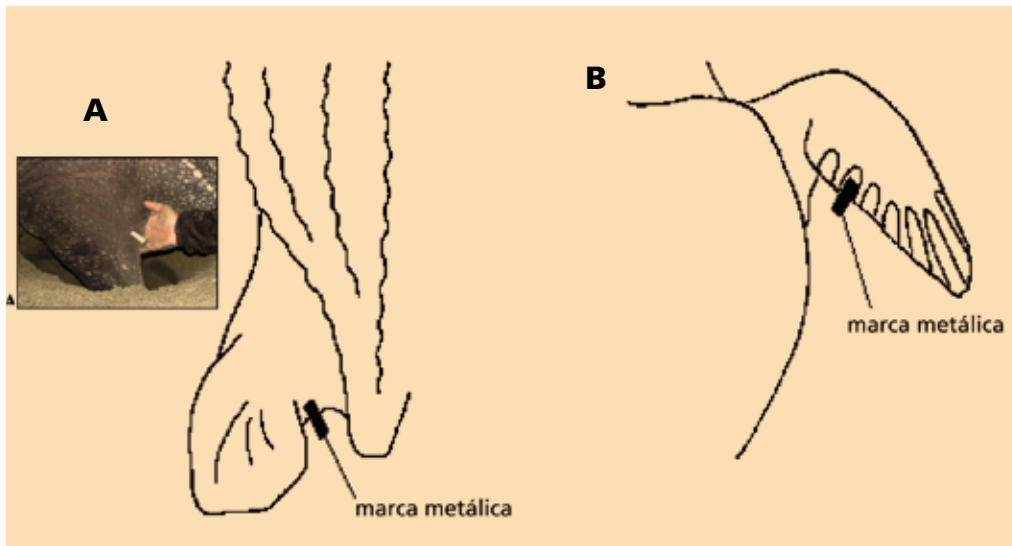


Figura 15. A) Colocación de marcas más recomendada para *Dermochelys coriacea*. B) Ejemplo de colocación de marcas en miembros de la familia Cheloniidae (Barragán, 1998).

marcas PIT, además de marcas metálicas (las marcas PIT tienen índices de retención más altos que las metálicas). Sin embargo, es importante anotar evidencias de la existencia de un marcado anterior como cicatriz de marca (CM). Este puede observarse en forma de huecos completos o desgarrados, lo cual puede deberse a marcas mal puestas o a que el animal haya sufrido algún enganche a causa de estas. (Fig. 16).

Las marcas metálicas deben de ser limpiadas con

alcohol o Vanodine¹ antes de ser entregadas a los monitores, debido a que están impregnadas de un lubricante que puede ser un agente de infección en el punto de aplicación (Eckert y Begge 2006). Antes de colocar las marcas en las tortugas, tanto el sitio de aplicación como la marca deben ser limpiados profundamente con Vanodine.

¹ Vanodine: Es un ioduro cuaternario de amplio espectro desinfectante, usado para combatir hongos, bacterias u otros microorganismos. Su acción antiséptica es mejor y más rápida que el alcohol. Se degrada con la exposición a la luz.

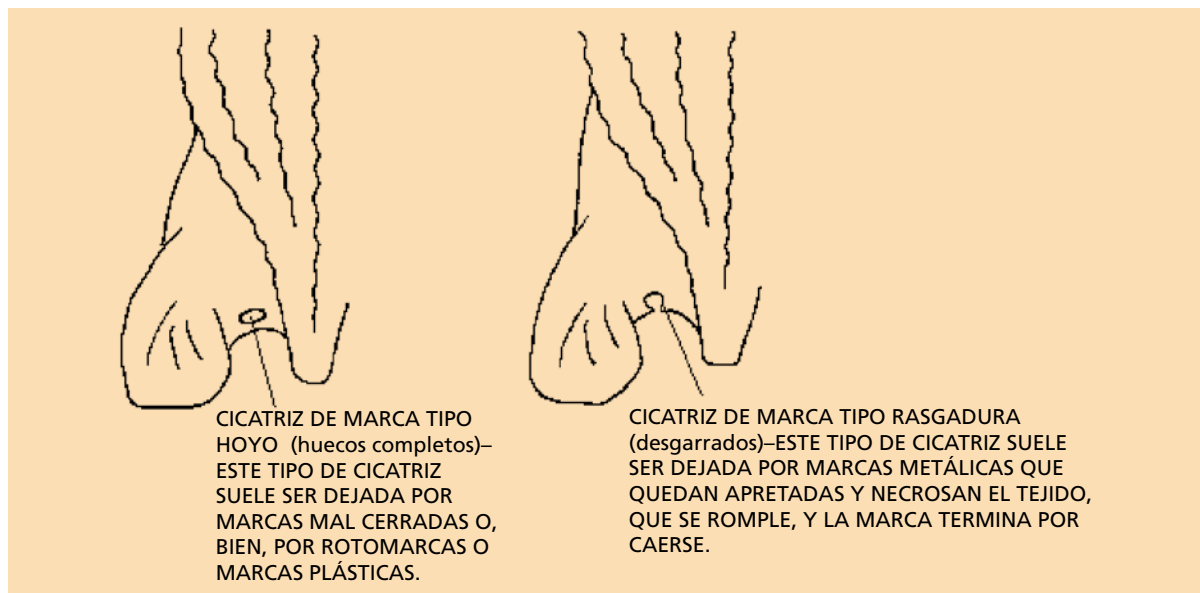


Figura 16. Cicatrices que se consideran como posible evidencia de marcado previo en la tortuga *Dermochelys coriacea*. (Barragán, 1998).



Procedimiento para aplicar marcas externas

- Antes de marcar a la hembra, buscar evidencias de marcado previo, tanto en aletas delanteras como traseras; luego anotar información en una hoja de datos.
- Si la tortuga no tiene marcas o tiene una sola, debe ser marcada solamente cuando esté cubriendo el nido después de anidar (nota: una tortuga sólo debe portar un par de marcas externas como máximo).
- Antes de colocar las marcas en las tortugas, tanto la marca como el sitio de aplicación deben ser limpiados profundamente con Viodine.
- Se colocará la marca con el número menor en la izquierda y el mayor en la derecha (haga las adaptaciones del caso si anteriormente esto no se ejecutó de esa manera).
- Las marcas deben tener una distancia de 0.5 – 1 cm entre el borde de la piel y el borde de la marca, de modo que pueda haber movimiento sin causar fricción. Con una distancia menor a 0.5 cm, la fricción puede causar infecciones; posteriormente, necrosis y finalmente, la pérdida de la marca. Una distancia mayor a 1 cm aumenta la probabilidad de que algo se enganche en ella.
- Las marcas deberán ser leídas y dictadas tres veces y anotadas en el registro.
- Las marcas deberán ser leídas por detrás para anotar la dirección.
- Todas las marcas que estén colgando en la piel a punto de caerse deberán ser reemplazadas y se deberá anotar la información pertinente.
- En caso de que remueva o cambie una placa, es importante registrar el evento, justificando la causa y reportando el número de la marca cambiada. Indicar el número del reemplazo y la fecha. Esto, para saber que se trata del mismo animal.

Aplicación de Microchips (marcas PIT -transmisores pasivos integrados-)

La marca PIT es una cápsula de vidrio de 10 mm de largo por 2 mm de diámetro. Esta marca es un dispositivo electromagnético con un chip integrado que posee un único número, el cual es inyectado subcutáneamente o intramuscularmente. Este tipo de marca presenta una retención de casi un 100% (Mc Donald y Dutton, 1994).

Para que el microchip sea leído se requiere de un lector o escáner. Los PITs tienen la ventaja de estar protegidos por un cristal y ligados al tejido de la tortuga, razón por la cual la marca no se desgasta, corroe o pierde, proporcionando una retención más confiable para la identificación de los individuos por muchos años. Tampoco afecta a las tortugas como puede ocurrir con las marcas externas, que son más propensas al desgaste y pérdida por necrosis o desgarre.

La desventaja del uso de PITs es su alto costo, así como del equipo requerido. Cada PIT cuesta entre \$4 y \$10 y el lector tiene un costo de \$300 a \$1250 cada uno. Por lo tanto, muchas playas de anidación importantes no cuentan con esta tecnología y por tratarse de una marca interna, es imposible reconocer una tortuga marcada anteriormente de no contarse con el respectivo lector. Otra gran desventaja es que existen diversas marcas de pits y lectores. No todas las marcas de lectores leen todas las marcas de PIT, por lo que en un programa de marcado regional se debe de acordar la marca por utilizar en toda la región geográfica.



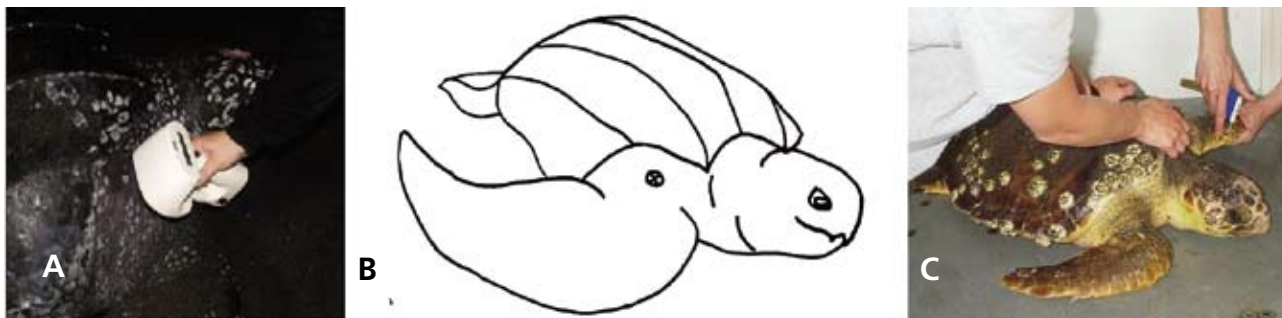


Figura 17. A. Revisión de la presencia del PIT en el hombro derecho de una tortuga *Dermochelys coriacea*. B. Sitio de aplicación de la marca PIT en D.c. (McDonald & Dutton, 1994) C. Aplicación de marca en la familia Cheloniidae (Foto: Matthew Godfrey)

Procedimientos para aplicar microchips (marcas PIT)

- Cuando la tortuga está excavando el nido, se revisa con el lector cuidadosamente un área poco amplia en ambos hombros de la tortuga para ver si ya tiene una marca interna (PIT) (Fig. 17 A).
- Si no tiene un PIT, se debe aplicar en el hombro derecho (Fig. 17 B). Solamente hay que aplicar una marca a cada tortuga.
- Antes de inyectar a la tortuga, el sitio de aplicación debe ser limpiado con Vanodine y se aplica la marca utilizando una pistola o jeringa estéril.
- Para la Familia Dermochelyidae se introduce la jeringa cuando la tortuga está desovando. Se espera que la tortuga inhale y muestre el complejo de los músculos tríceps para sentirlos e inyectar la marca en esa zona. La jeringa se introduce hasta el fondo, de manera perpendicular al hombro, y se presiona el émbolo hasta el fondo para que el PIT salga y quede entre el músculo del animal (aplicación intramuscular).
- En el caso de las especies de la Familia Cheloniidae, se espera el mismo momento pero la marca se introduce en la aleta frontal (izquierda) en posición horizontal (Fig. 17 C).
- Después de la aplicación, puede mantener presión con un algodón con Vanodine en el caso de que esté sangrando.
- Luego la marca deberá ser leída con el lector, dictada tres veces y anotada en el formato de

registro, además de cualquier calcomanía o información dada por la compañía.

- Nunca se aplica el PIT cuando ya terminó la puesta y la tortuga ya se encuentra en movimiento.
- Los riesgos de hacer daño a la tortuga o a la persona misma (ej. quebrando la aguja dentro del espécimen o incrustándola en la persona), son altos al hacerlo fuera del lapso correcto.
- Los números de los PITs instalados deben reportarse en los informes de cada temporada que se presentan a las entidades correspondientes.
- La batería del escáner debe de estar siempre bien cargada para evitar que los PITs no sean leído por falta de energía.

Medición de las tortugas marinas

Existen diversos tipos de medidas que se pueden registrar de las tortugas marinas y los datos que se toman dependen de los objetivos de cada proyecto. Se debe tomar como mínimo dos medidas del caparazón: largo y ancho, utilizando el sistema métrico. Se recomienda que todas las medidas realizadas sean en curvo (con una cinta métrica flexible²) aunque se puedan realizar en recto (con calibrador³). Siempre deben

2 Recuerde que las cintas métricas son fabricadas de fibra de vidrio y tienden a estirarse con el uso. Verifique su longitud anualmente y deseche las que muestran daños o inexactitud.

3 Debe revisar el calibrador con cierta frecuencia. Este puede aflojarse y ocasionar que alguno de los extremos pierdan su posición correcta (totalmente perpendicular al eje horizontal o bazo largo).



usarse instrumentos calibrados, ya que la medida es milimétrica. Para mejorar la precisión de las mediciones y luego reportar sobre ellas, cada medición debe hacerse tres veces y registrarse. El momento recomendado para medir las tortugas es justo cuando está desovando, ya que no se mueve.

Largo estándar: en las tortugas de la familia Cheloniidae, se recomienda registrar el **largo curvo del caparazón -nucal-supracaudal- (LCCn-s)** (utiliza la cinta métrica flexible). Este se obtiene midiendo desde el punto medio anterior (escudo nucal) al extremo de los escudos supracaudales (Fig. 18). Cuando los extremos de los escudos supracaudales no son simétricos, por consistencia se debe usar las supracaudales que den la mayor longitud (Bolten, 2000). Si existen epibiontes o los caparazones están incompletos, es necesario anotarlos en la hoja de datos.

Para la familia Dermochelyidae se debe registrar el **largo curvo del caparazón (LCC)**. Este se obtiene a partir de la muesca nucal (borde anterior del caparazón en la parte media) al extremo posterior de la proyección caudal (Fig. 19). Si la proyección caudal es asimétrica, por consistencia las mediciones se deben hacer hasta el punto más largo. En el caso de que la proyección caudal

esté rota o incompleta, y esta puede modificar el resultado de la medida, es necesario anotarlos. 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 esta 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 con 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 (Bolten, 2000).

Ancho del caparazón: se recomienda registrar el **ancho curvo del caparazón (ACC)**, utilizando la cinta métrica flexible. No hay referencia anatómica para esta medida, sino que es el punto más amplio del caparazón (Fig. 20). En el caso de la *Dermochelys coriacea*, se puede medir el punto más amplio donde inician las quillas laterales (la 1ª y la 7ª, respectivamente).

Además de la medición, existen otros datos biométricos de interés científico, tales como el peso de las hembras y el tamaño o peso de huevos y neonatos. Cada proyecto debe seleccionar y usar consistentemente los métodos apropiados, según el estudio, y definir claramente las especificaciones para cualquier medida que se utilice.

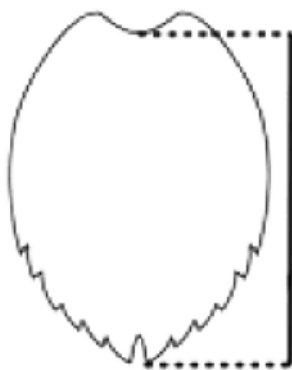


Figura 18. LCCn-s (largo del caparazón nucal- supracaudal). Bolten, 2000.

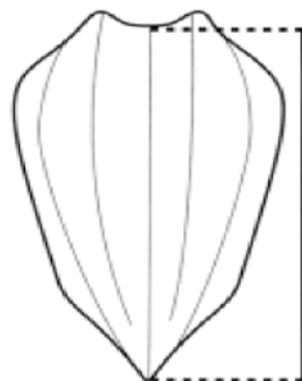


Figura 19. Largo del caparazón de la tortuga *Dermochelys coriacea* (Bolten, 2000)

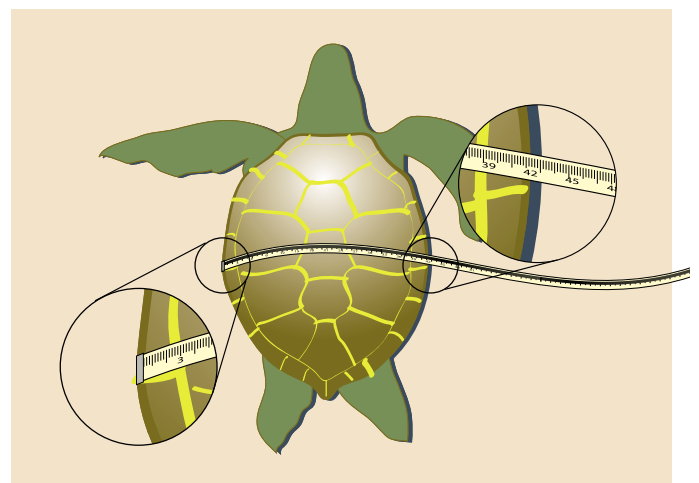
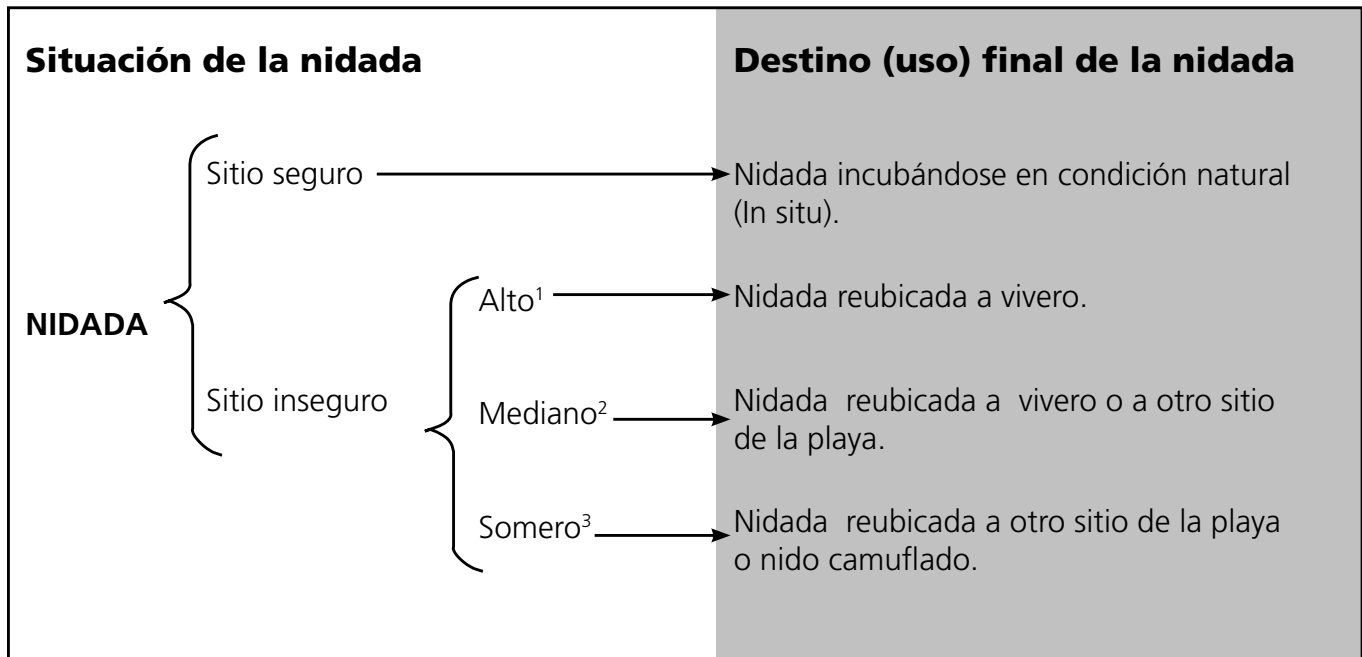


Figura 20. Ancho curvo del caparazón (ACC)

Protección de las nidadas

Las hembras regresan al mar una vez que han desovado; los huevos y futuras crías se quedan sin cuidados maternos. En esta etapa de la vida están expuestos a muchas amenazas tales como la recolección ilegal de huevos, la depredación por animales salvajes o introducidos, la erosión de la playa y el paso de vehículos, entre otros. Aunado a esto, los desarrollos costeros con iluminación artificial o actividades recreativas pueden tener un efecto negativo en la sobrevivencia de huevos y crías. Es por esta razón que los proyectos de manejo y conservación de tortugas marinas aplican técnicas especialmente desarrolladas para reducir estas amenazas, como intensificar la vigilancia, borrar las huellas y el nido, utilizar

protecciones sobre el nido o la playa, o reubicar la nidada a un sitio más seguro de la playa o a un vivero. Sin embargo, la mejor opción es la que implica la menor manipulación de las nidadas; la recolección y el trasplante de huevos debe ser siempre la última elección. A continuación, se describirán los criterios que se debe tener en cuenta para reubicar una nidada (Fig. 21), identificar nidadas de alto riesgo y emplear técnicas para trasladarlas a sitios seguros en la playa o al vivero, así como protegerlas de depredadores. El vivero siempre es el último recurso utilizado en los casos donde la protección *in situ* o reubicación en la playa sea imposible.



1. Alta probabilidad de perderse por situaciones antrópicas o naturales, tales como depredación, erosión, inundación o sobrecalentamiento.
2. Probabilidad media de que el nido sea destruido, situado a distancias cortas de desembocaduras de ríos, márgenes de lagunas, sitios de alta visitación, contaminación sónica y lumínica, accesos vehiculares, exposición solar y otras situaciones que puedan provocar la pérdida del nido en por lo menos el 50%.
3. Baja probabilidad (30% o menos) de que sean destruidos por la marea, escorrentía, oleaje, apelmazamiento de la arena y otras razones tanto naturales como antrópicas.

Figura 21. Criterios que se debe tener en cuenta para reubicar un nido.



Reubicación de nidadas en la playa

Las nidadas depositadas en las áreas de alto riesgo de erosión (la erosión es muy alta y predecible) o aquellas que se encuentran muy cerca del mar (están en riesgo de inundación) se pueden reubicar en zonas de la playa más estables y seguras. Las lluvias extremas pueden causar una elevación del nivel freático y la consecuente inundación del nido. La reubicación del nido a zonas más altas de la playa puede mitigar esta amenaza. En el caso de alta probabilidad de saqueo de huevos, se pueden reubicar en otro sitio, incluso muy cerca del nido original, fuera del área de la huella y la cama. En cuanto a las nidadas en riesgo de ser depredadas, no tienen que ser reubicadas necesariamente, sino que se puede colocar una malla de alambre tratado o plástico por debajo de la superficie de la arena o formar una jaula sobre el nido para impedir su excavación. En el caso de que alguna tortuga marina durante la construcción de su nido saque huevos de un nido anterior, se recomienda tomarlos, seguir el procedimiento para huevos con horas de desovados y reubicarlos en un nuevo nido. Los sitios escogidos para reubicar nidadas no deben estar cerca de las raíces de las plantas rastreras de la playa, sitios que presentan basura de deriva (madera o plástico), o cerca de las desembocaduras de los cauces de ríos permanentes o temporales, entre otros. Es importante resaltar que para la especie *D. coriacea*, se recomienda un manejo más cuidadoso de las nidadas.

Dependiendo de los riesgos para las nidadas en cada playa, se puede establecer la práctica de reubicación como algo rutinario o no, pero deberá ser el último método seleccionado y que se haya determinado como el mejor para eliminar los riesgos en la playa. Esto debe quedar a juicio

de los operadores, según los antecedentes de la playa, aspecto que debe estar claramente definido en el plan de manejo y autorizado por el Estado.

Reubicación de nidadas a un vivero o corral

Un vivero (o corral) es un área delimitada de la playa para reubicar nidadas que son recolectadas en la misma y que están bajo un sistema de manejo tipo zoocriadero. Allí se incuban los huevos de las tortugas marinas y luego se liberan tortuguillas (recién nacidas) al mar, con la finalidad de lograr una mejor probabilidad de supervivencia. El **porcentaje de eclosión** en el vivero al trasladar las nidadas de alto riesgo, debe garantizar un porcentaje similar o mejor al obtenido en condiciones naturales.

El tamaño del vivero deberá estar en relación directa con la cantidad de nidadas depositadas por las diferentes especies durante la temporada. Se debe calcular un área suficiente que respete la densidad no menor a 1 nido/m² y que pueda almacenar el total de nidadas que se requiera proteger (este total debe quedar a juicio de los operadores, según los antecedentes de la playa, aspecto que debe estar claramente definido en el plan de manejo y autorizado por el Estado).

Procedimiento para recolectar y reubicar huevos

Cuando recolecte los huevos directamente de la tortuga hay que respetar las siguientes normas de comportamiento para no alterar la anidación:

- a. Usar ropa oscura y observar la anidación en silencio.



- b. No permitir luz blanca, solo luz roja o infrarroja (focos, linternas, cámaras⁴, etc).
- c. Permanecer a una distancia prudente en la parte trasera de la tortuga.
- d. Promover la circulación de personas en la parte baja de la playa (zona entre mareas).
- e. Prohibir las fogatas o cualquier otra fuente de humo y calor, así como el fumado entre los observadores de las hembras y la anidación.
- f. No aceptar y desestimular la manipulación de huevos y tortuguitas por parte de visitantes y/o personas sin experiencia para hacerlo.
- g. No promover el contacto físico con las tortugas.
- h. Desestimular el uso de repelentes, perfumes y sustancias similares.

Para recolectar los huevos desde un nido natural y reubicarlos en uno artificial, se debe proceder como sigue:

- a. Medir la profundidad y ancho del nido natural para aplicar luego en la construcción del nido artificial; si es imposible, usar los valores promedio del nido natural para la especie respectiva.
- b. Siempre usar guantes de látex (se usan una sola vez) cuando se manipule los huevos.
- c. Si la tortuga no ha empezado a desovar, colocar una bolsa dentro del nido en el momento en que la tortuga da señales de estar lista para desovar. Colocar la bolsa cuidadosamente justo por debajo de la cloaca para permitir que los huevos caigan directamente en ella. Para esto se debe sacar suficiente arena de la boca del nido (parte trasera) para que la bolsa tenga un espacio suficiente para salir al final de la postura.
- d. Si no se puede aplicar este método, se puede recoger los huevos con la mano antes de que caigan al nido⁵ utilizando guantes.

- e. La boca de la bolsa debe estar abierta alrededor de la cloaca de la hembra para recoger los huevos. Con este mecanismo, nunca los huevos tocarán la arena, el mucus que los acompaña los ayuda a mantener la humedad de la nidada. Cuando la hembra inicia los movimientos de cubrimiento del nido, es tiempo de sacar la bolsa. Hay que hacerlo con rapidez y con cuidado para que no se rompa o se quede atrapada. Revise el nido con la mano para sacar cualquier huevo que haya quedado dentro.
- f. Si es imposible sacar la bolsa, proceda rápidamente a cerrarla y amarrarla con una cinta, mecate o piola lo suficientemente larga, para que quede expuesta en la superficie mientras la tortuga cubre y camufla el nido; de esta forma, se marca la posición exacta del nido, siempre sujetando el otro extremo de la cinta con la mano o con una estaca.
- g. Cuando la hembra se mueva hacia otro sitio de la playa, proceda a escarbar y sacar la bolsa cuidadosamente; nunca deje los huevos dentro de las bolsas en de los nidos.
- h. En el caso de que llegue después de que la

Bolsas de recolección: estas bolsas no son bolsas para basura ni podrán tener impregnado ninguna clase de químico o aromatizante. Después de usarse pueden ser recicladas lavándolas con agua y cloro y enjuagándolas para luego ponerlas en una solución de cloro (1:1000) por 6 horas en la oscuridad (el cloro se degrada en presencia de luz directa). Luego se les debe dar un enjuague abundante y ser secadas en un medio donde las moscas y otros insectos no tengan contacto con ellas. Otro químico que puede ser usado para desinfectarlas es el Vanodine.

tortuga empieza a poner y no puede recolectar los huevos con bolsa ni con la mano, marque con una cinta que sujetará del otro extremo el lugar exacto donde la tortuga está ovipositando, hasta que la tortuga termine el proceso. Luego retire los huevos y dépositelos en una bolsa.

- i. Siempre mantenga la boca de la bolsa cerrada hasta que se inicie la reubicación, preferi-

cámara de incubación mientras la tortuga desova e incluso tomarlos de un nido recientemente cubierto por la hembra. Debe tomarse las previsiones para no molestar a la hembra o causarles daño a los huevos.

⁴ Recuerde que en muchos países se requiere un permiso para filmar o tomar fotografías, especialmente en áreas protegidas.

⁵ De acuerdo con la situación, es aceptable sacar los huevos de la



blemente en un radio no menor de 200 metros alrededor del nido. El transporte de los huevos debe ser extremadamente cuidadoso. La distancia entre el sitio de anidación y el sitio de reubicación en la playa o el vivero es determinante para el éxito de eclosión⁶.

- j. El hueco para resembrar los huevos debe tener la forma correcta, con la profundidad y el ancho respectivos (ver Fig. 22). Solamente construya el hueco en el momento de la llegada de los huevos y no antes para evitar, entre otras cosas, desecación, insectos y contaminación. Una vez construido, se procede a dejar los huevos en el orden en que los puso la tortuga. Por eso, se coloca la bolsa un poco inclinada sobre la playa y se sacan los huevos con la mano muy cuidadosamente de abajo hacia arriba, y luego se colocan poco a poco en el hueco. Nunca permita el contacto de la arena seca con los huevos. Hay que contar los huevos y apuntar los datos necesarios en la hoja de datos (Ver anexo 1).
- k. El nido se cubre con la misma arena húmeda que se sacó en el momento de construir el nido. Todo el procedimiento de colocación de huevos debe hacerlo invariablemente con el uso de guantes de látex.
- l. Se debe borrar toda evidencia de remoción de arena o señales que indiquen la posición

⁶ Cuanta más distancia, el riesgo de "batido" de los huevos aumenta, además de que el enfriamiento de los mismos progresa al pasar el tiempo, aun cuando se puedan transportar en contenedores térmicos, situación que repercute en el aumento de la mortalidad de los huevos.

del nido, especialmente en playas con problemas de saqueo ilegal. En ningún momento use luz.

- m. Los huevos deben reubicarse en el transcurso de 0-5 horas después de haber sido desovados. Después de 5 horas, el movimiento del huevo es el principal enemigo para la sobrevivencia del embrión, debido a que se pueden romper las membranas internas y matarlo.
- n. Es importante llevar la nidada completa. Al ir incubándose todos generan calor, lo que induce a un microambiente particularmente cómodo y adecuado para los embriones. Este medio no existe si lo que se tiene son fracciones del nido. El juntar fracciones de nidos diferentes tampoco es la mejor decisión debido a que el carácter diferente de cada uno puede implicar huevos contaminados. Tampoco deben juntarse huevos de especies diferentes, ya que cada una tiene sus propios tiempos de incubación, lo que puede ser un problema para la otra especie e implicar problemas de manejo.

En casos donde se reciban huevos que tienen más de 5 horas de haber sido recolectados o se presenta la necesidad de mover una nidada con varias horas o hasta varios semanas de estar en la playa (por ejemplo, una amenazada por la erosión), es vital que los huevos no se giren, batan o roten verticalmente. Siga este procedimiento: 1) marque la parte superior del huevo con un lápiz

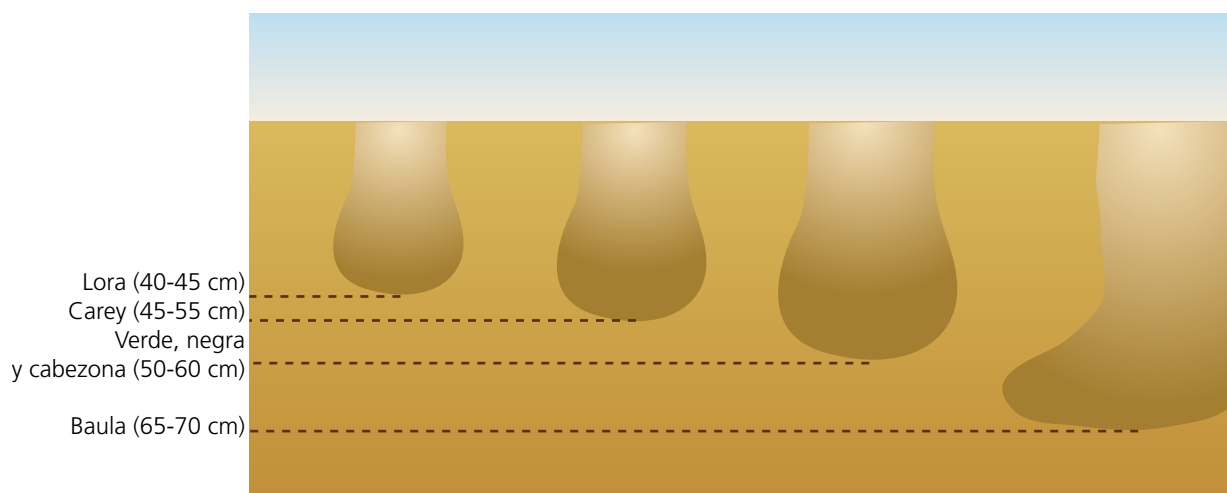


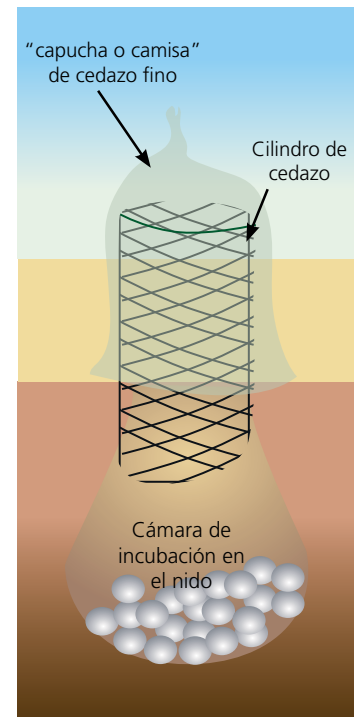
Figura 22. Formas y profundidades de los nidos de las distintas especies, distancia entre la superficie media de la arena y una profundidad promedio.

(no use marcadores o algún elemento que libere químicos o solventes); 2) mantenga la marca siempre hacia arriba. No gire verticalmente el huevo; 3) transfiera el huevo a un recipiente duro como una cubeta. Nunca utilice bolsas plásticas o sacos en estos casos; 4) en el momento de colocar los huevos en el nido, hágalo siempre manteniendo la marca del lápiz hacia arriba; 5) hágalo rapidísimo; y 6) que no le de la luz del sol a los huevos. También es importante anotar información sobre la procedencia de estos, el manejo previo y posterior y riesgos de infección. En el último caso, cuando se reciben huevos de una procedencia y manipulación dudosa, es imperativo hacer la advertencia que de ponerse en el vivero, estos podrían propagar infecciones por bacterias y hongos. Los huevos muertos son foco de atracción de depredadores, por esto se recomienda tener la certeza del manejo o capacitar a los recolectores para reducir estos riesgos.

Protección de los huevos contra depredadores

Existen mecanismos para proteger a los huevos amenazados por depredadores, que se pueden aplicar en la playa o el vivero. Lo más común es un cilindro (canasta) de cedazo galvanizado (de 0,5 cm x 0,5 cm) con un diámetro que va entre 60-70 cm y una altura de 50 a 60 cm. Se coloca la malla directamente sobre el nido y se entierra unos 10 cm dentro de la arena. Debido a que las crías quedan atrapadas al emerger, este tipo de protección requiere vigilancia las 24 horas cuando se acerca la fecha de nacer. Se puede tapar este cilindro para detener el ataque de pequeños mamíferos y aves. Si se utiliza malla antiáfida, y ésta se entierra en la arena, cubriendo totalmente el cilindro, también se evita el paso de la mosca, cuyas larvas atacan a las crías recién

Figura 23. Defensa que se le da a los nidos para evitar la depredación por insectos y otros animales.



eclosionadas. Un mejor sistema de "anclajes" ayudará a detener perros, gatos y algunos mamíferos silvestres, de manera que la canasta no podrá ser volcada o movida del lugar. En algunas playas se rocía pimienta sobre el nido durante la primera noche para desalentar la depredación por perros.

Otro nivel de defensa es un forro externo de cedazo fino o antiáfido (plástico o fibra de vidrio) de malla de 0,5 mm o menos. Se coloca alrededor del cilindro y su función principal es detener el ingreso de moscas saprófagas que se sabe atacan los nidos en sus primeros días dentro de la arena, atraídas por el mucus, o en sus últimos días, al salir el líquido neonatal de los huevos. Este mecanismo puede también detener a cierto tipo de hormigas, coleópteros, ácaros y cucarachas, entre otros insectos (Fig. 23). Para controlar la depredación de cangrejos, se puede usar un cilindro alto con tapa en la parte inferior, que se entierra en la arena hasta 80 cm. También puede usar malla doble y más fina detrás de la ciclónica para detener especialmente a los artrópodos.



Construcción y operación del vivero o corral

Existen varios modelos de viveros (abiertos, semi-cerrados o cerrados) y estos responden a condiciones particulares que existen en la playa. Todos los viveros deben ser estructuras temporales, nunca contruidos de ladrillo o muros de concreto, debido a que hay que cambiar la ubicación de los mismos cada temporada. La defensa o paredes del vivero deben permitir la circulación de aire y la caída libre de la lluvia. *No construya con un techo sólido o parcialmente cubierto sin tener las pruebas científicas de que se necesita sombra.*

Si la playa es larga y la anidación se distribuye en toda su longitud, se evalúa la posibilidad de construir uno o más viveros. Los viveros solamente estarán en operación hasta el último día de la temporada establecida por cada proyecto, de manera que la última nidada eclosiona antes de terminar sus actividades.

El modelo de vivero más común es el vivero cerrado (sin techo), donde se usan defensas en los cuatro costados para impedir el ingreso de humanos y animales. Se requiere de vigilancia las 24 horas, no sólo para persuadir a los depredadores y visitantes indeseados, sino también para liberar a las crías. La altura de las defensas no debe ser menor a 1.2 m sobre la superficie de la arena y deben estar al menos a 30 cm por debajo de la arena. Un material común para la estructura de este tipo de vivero es la madera de deriva o bambú y para las defensas, malla, sarán, cedazo o malla ciclón. Todos, de material galvanizado, madera o aluminio que impida su corrosión en el corto plazo (Fig. 24). El vivero debe tener una barrera de sacos de al menos 50 cm de altura sobre la superficie de la arena; esto, con la finalidad de protegerlo del oleaje y las mareas.

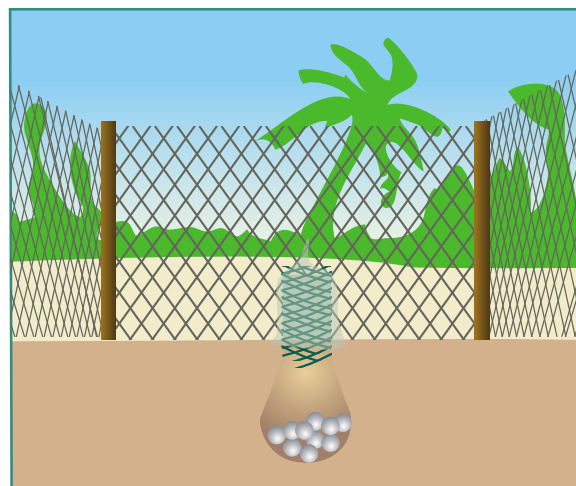


Figura 24. Diagrama de un vivero cerrado (sin techo)

Selección del sitio

Todas las especies de tortugas marinas seleccionan un sitio particular de la playa para anidar, lo cual generalmente no está al alcance de las altas mareas, las raíces de la vegetación o la erosión de los ríos (Fig. 25). El vivero debe colocarse en una zona con estas características. También, el sitio seleccionado debe reducir las distancias y los tiempos de reubicación, disminuyendo el riesgo de pérdida e incrementando el porcentaje de éxito en la incubación de los huevos. Así, la selección del sitio necesitará del estudio concienzudo de la distribución espacial de los nidos. Para ello debe contarse con una base de antecedentes de la playa, como por ejemplo el comportamiento de mareas, la dinámica de las desembocaduras y drenajes naturales, el impacto de la erosión y las distribuciones de anidación pasadas durante las lluvias. Nunca la selección del sitio debe responder a las facilidades de los operarios respecto a la vigilancia o a lo cercano de los servicios básicos. El vivero es una herramienta para apoyar la protección de los huevos, mejorando sus posibilidades de sobrevivencia y no para dar solución a las limitaciones logísticas de quienes lo operan. *Los Estados no deben apoyar la creación de viveros cuyo objetivo sea solamente recolectar el 100% de las nidadas.*

Los sitios que no deben ser escogidos para la ubicación de viveros son: los cercanos a canales, mareas, desembocadura de ríos y lagunas;

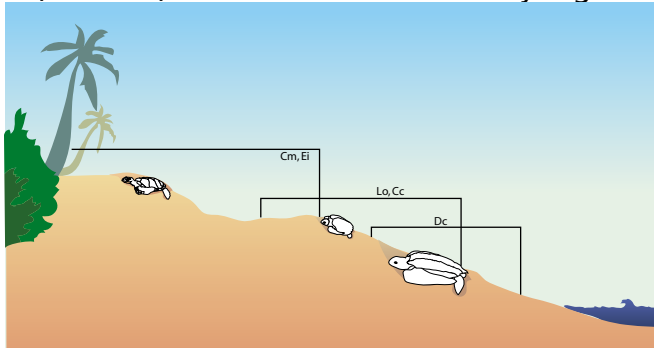


Figura 25. Esquema genérico y no estricto de los sitios de anidación seleccionados por las diferentes especies de tortugas marinas.

áreas industriales propensas a liberar desechos al mar; zonas altamente iluminadas; áreas altamente transitadas; áreas propensas a la erosión o construcciones con sistemas sépticos. La distancia mínima sugerida debe ser de 200 metros si el potencial impacto es indirecto o más de 500 metros, si el impacto es directo.

Tratamiento de la arena

Cuando las crías abren la cáscara del huevo, el líquido amniótico se derrama en la arena. Este fluido es un medio excelente de cultivo para el desarrollo de microorganismos como hongos y bacterias, además de un medio atracción de invertebrados como moscas saprófagas, hormigas y cucarachas (Gautreau, 2007). Aun cuando todas las cáscaras sean retiradas, los fluidos se filtran a través de la arena quedando impregnados dentro del área de trabajo del vivero. Por esta razón, no es recomendable usar el mismo sitio continuamente debido a la pérdida de la calidad sanitaria de la arena. Todo vivero debe usar un sitio diferente en cada temporada; solo se regresa al mismo lugar en un tiempo no inferior a dos años. Aunque la recomendación del manual es no crear viveros fijos, en los casos donde existen limitaciones realmente insalvables (ausencia de más de un sitio apto para construcción y alta erosión, entre otros) y el vivero no puede ser rotado, se debe tratar la arena antes de empezar la temporada. En este caso, Chacón y Machado (2006) recomiendan el cambio de la arena cada dos años con tratamiento cada año después de la temporada; se trae la arena de la misma zona ecológica donde anida naturalmente la especie, se tamiza hasta un metro, se aplica cloro de noche por dos días, se expone al sol durante una semana haciendo al menos tres revuelos totales y se aplica una prueba de Ph para asegurar la desaparición del cloro.



Matriz de Ordenamiento y Densidad de Nidos

El método más común para ordenar los nidos en el vivero es el método de matriz (columnas y líneas). Estas se construyen sobre el piso del vivero con cuerda o mecate preferiblemente de color claro y plástico resistente a la luz. Cada línea de cuerda se extiende en espacios de 50 cm, mientras que cada columna se cruza sobre las líneas dejando la misma distancia. Al final lo que se observa es un cuadrículado con espacios disponibles para los nidos (Fig. 26). A las líneas se les coloca una letra mientras que a las columnas, un número o viceversa, de modo que cada espacio tenga un código constituido por la combinación de una letra con un número. Al asignársele un código a cada nido, este se copia en el libro del vivero sin la necesidad de colocar la información en cada nido por medio de una etiqueta.

Se colocan las nidadas de nido de por medio respetando un espacio vacío entre ellos para que

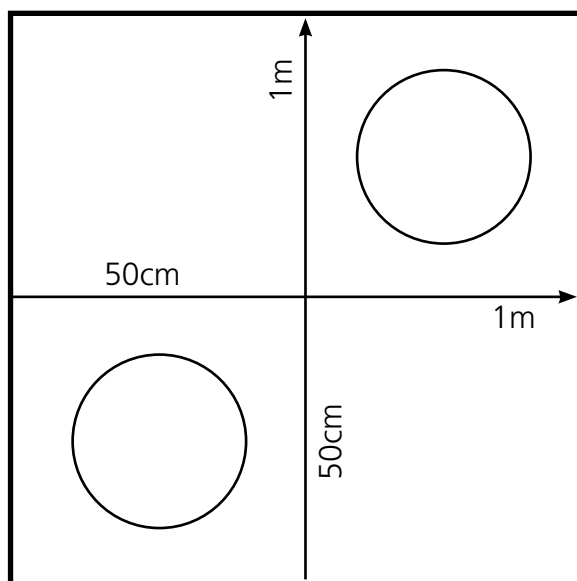


Figura 26. Densidad máxima recomendada de nidos es 2 /m² para la familia Cheloniidae, la mínima recomendada es de 1 nido/m² para *D. c.*

no se provoquen cambios de temperatura en los nidos "vecinos". De ser posible en cuanto a espacio, se recomienda que después de cada dos filas de nidos, se deje una fila "vacía" (sin nidadas) para que sirva de pasaje (Fig. 27 A y B).

Todos los nidos comenzarán a ser colocados desde la primera fila hacia atrás; los nidos de tortuga Carey y verde deberán ser colocados en la línea trasera del vivero, más cerca de la vegetación; esto, porque dicha zona presenta las condiciones más cercanas a las naturales para esas especies. Además, se pone un cilindro sobre cada nido como se ha establecido en la sección de protección de nidos de depredadores. Esto no solamente los protege de depredadores, sino que también facilita la recolección de los tortuguillos al nacer, lo que permite llevar orden en el vivero y hacer un cálculo exacto del porcentaje de eclosión del nido. Hay que llevar estadísticas del vivero para conocer los resultados del mismo. Este tema se discutirá más adelante en la sección sobre la obtención de datos de nidos y su análisis.

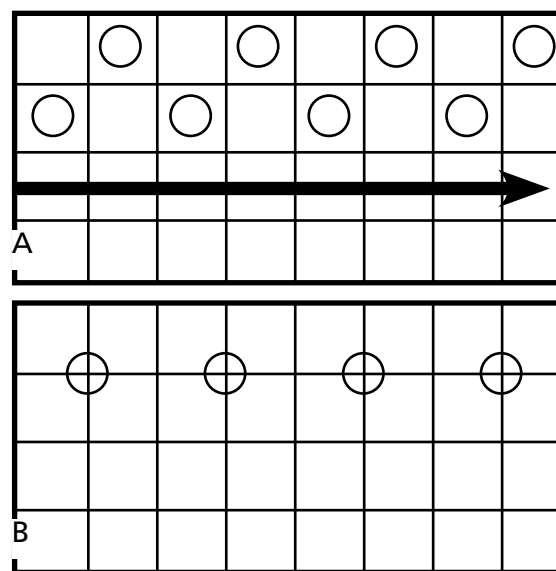


Figura 27. A. Modelo de distribución de nidos para nidadas de la familia Cheloniidae, dejando cada tercera línea un pasillo libre de nidos; B. Modelo de distribución de nidos de *D.c.* con una densidad de un nido por metro cuadrado.

Dinámica del litoral

El tamaño, forma y ubicación de la playa de anidación puede modificarse en el tiempo por diversas razones, incluyendo patrones de desarrollo costero, alteraciones en corrientes marinas, eventos meteorológicos extremos, elevación o hundimiento de la costa por procesos tectónicos y aumento del nivel del mar debido al cambio climático, entre otros. Es conveniente mantener un registro de la ubicación, forma y tamaño de la playa para identificar zonas de alta vulnerabilidad para los nidos, así como cambios graduales que perjudiquen o favorezcan la anidación. El avance de la playa tierra adentro a medida que aumenta el nivel del mar puede verse bloqueado por infraestructura (ej. carreteras, muros y/o filas de edificaciones) o acantilados naturales, lo cual puede conllevar a una pérdida del área disponible para anidar.

La caracterización del litoral y de una playa de anidación en particular, puede hacerse con herramientas topográficas sofisticadas, fotografía aérea y/o imágenes remotas de alta resolución georeferenciadas, entre otros. Por lo menos se debe llevar un registro periódico de la distancia de varios puntos de la playa (ej. puntos extremos y líneas de marea alta y baja) respecto a puntos fijos de la costa, tales como edificaciones y mojones. Como alternativa, se pueden utilizar sistemas de posicionamiento global diferencial (implica dos "GPS", uno de los cuales tiene ubicación fija y calibrada), cuya alta precisión permite detectar cambios oportunamente para la eventual toma de acciones correctivas. Estos registros son necesarios para diseñar la inclusión de retiros (zonas libres de infraestructura detrás de la playa) en los planes reguladores del uso de la tierra, como medida de adaptación al aumento del nivel del mar.

Humedad de la arena y temperatura

La humedad en la arena y la temperatura son factores muy importantes en el desarrollo de los embriones; por lo tanto, a la hora de seleccionar el sitio del vivero debe verificarse que tenga similares condiciones al lugar natural de anidamiento, según la especie. Si está demasiado cerca de la vegetación, la arena puede ser más caliente y más seca; sin embargo, si hay grandes construcciones esta temperatura puede variar por la sombra generada. Si el único sitio para poner el vivero es dentro de la vegetación y no hay otra alternativa, se recomienda realizar pruebas de contenido de humedad en la zona donde ocurren la mayoría de las anidaciones, a la profundidad de la especie, y buscar la manera de replicar esas condiciones en el vivero, cosa poco sencilla y muy específica para cada playa. Una manera cualitativa (a la vista) de estimar la humedad correcta es que la arena del nido se toma con la punta de los dedos; si ésta se cae fácilmente, está demasiado seca; si se queda en la mano formando pequeños grumos (pelotitas), tiene la humedad necesaria; pero si la arena está muy compacta y al ser presionada por los dedos libera agua, está demasiado húmeda. Sin embargo, las condiciones y cantidades en las cuales se deben regar los nidos o protegerlos del agua, son diferentes en cada sitio y esta situación debería ser definida en el plan de manejo del vivero.

Para conocer la cantidad de lluvia, se deberá instalar un pluviómetro que se revisará cada 24 horas y cuyos valores se anotarán en el libro de datos respectivo para su posterior análisis (Fig.28).

Eventos de precipitación extrema en la playa o en la parte alta de la cuenca pueden provocar un



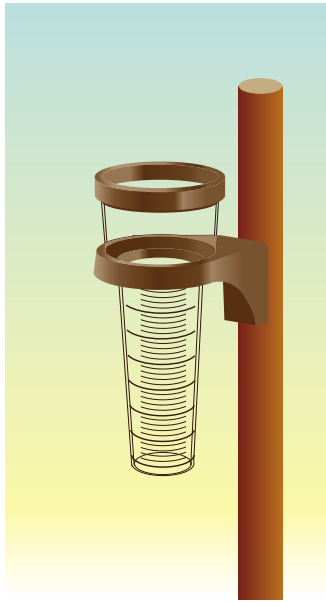


Figura 28.
Pluviómetro usado
en los proyectos
de conservación
y protección de
tortugas marinas.

aumento del nivel freático que inunde los nidos desde abajo. El nivel freático se puede medir insertando una cinta métrica en un agujero en la arena hasta la superficie del agua. Es necesario conocer su profundidad, así como su dinámica a lo largo y ancho de la playa y de la temporada de anidación, para realizar reubicaciones de nidos en función de su vulnerabilidad. El cambio climático está generando aumentos en la frecuencia e intensidad de eventos de precipitación extrema y tormentas, razón por la cual los proyectos de conservación de tortugas marinas deben considerar esta variable como parte de su esquema de adaptación.

Es importante monitorear la temperatura de la arena debido a que el sexo de las tortugas marinas está determinado por la temperatura del medio donde se incuban. Estudios pertinentes han demostrado la existencia de un punto térmico de equilibrio denominado **temperatura pivote**. Este es el valor de la temperatura a la cual se produce un número igual de machos y hembras (Gulko y Eckert 2004). Además, existen temperaturas “umbral”. La umbral es aquella a partir de la cual se producen solamente hembras o solamente machos (existe temperatura

umbral para producir hembras o temperatura umbral para producir machos). Los embriones en desarrollo al alcanzar el segundo tercio del periodo de incubación, se ven influenciados por estas temperaturas y todos aquellos embriones que se desarrollen durante el segundo tercio en un medio con temperatura superior a la pivote, producirán hembras y, por el contrario, a temperaturas por debajo de ésta, producirán machos. También existen valores mínimos y máximos que detienen el desarrollo de los huevos hasta producir la muerte, lo cual está definido entre 24 °C y 34 °C (Ackerman, 1997).

Se pueden monitorear temperaturas por medio de termopares o termosensores o alguna otra tecnología calibrada adecuadamente. Al inicio, se debe hacer un muestreo de 48 horas, cada hora, para determinar el momento de las temperaturas máxima y mínima, asegurándose de incluir un día soleado. Una vez que se sabe a qué hora se presentan, se deberá registrar la temperatura en dichas horas. El muestreo cada 48 horas debe repetirse cada mes para determinar si el patrón ha cambiado y poder ajustar el momento de la lectura de los termosensores. Los sensores se deben colocar en las zonas de frente, a la mitad y detrás de la playa y del vivero, para anotaciones control. Los sensores deben cubrir, además, a lo largo de la playa, el rango de temperaturas a las que se ven expuestos los nidos. Esta caracterización del perfil de temperaturas de la playa es primordial para inferir el aporte a la población de neonatos machos y hembras por parte de la playa en cuestión. A la luz del calentamiento global es esencial identificar los sitios que producen machos, pues estos constituyen refugios térmicos de importancia para mantener la capacidad reproductiva de la población. Igualmente, el buen conocimiento del perfil térmico de la playa permite anticipar los nidos con mayor



vulnerabilidad al sobrecalentamiento y efectuar las reubicaciones del caso. Es menester poner a disposición los datos de temperatura de cada playa para análisis regionales sobre la vulnerabilidad de la población al calentamiento global, con el fin de tomar con eficiencia y pertinencia las medidas correctivas del caso.

Todos los instrumentos de medición de la temperatura deben ser calibrados adecuadamente para su buen funcionamiento. En el libro de datos hay que anotar la fecha, hora, temperaturas registradas por sitio (N), equipo utilizado, valores del pluviómetro y nombre del operador. Los valores anotados se presentan con promedios y desviaciones estándar.

Control de la temperatura de incubación

Durante la época de cielos despejados y escasa precipitación (el “verano”) las temperaturas de algunas playas alcanzan el umbral letal superior para los tortuguillos, provocando altas mortalidades. Bajo condiciones menos adversas, pueden darse, sin embargo, temperaturas que sesguen totalmente la producción hacia tortuguitas hembras. Estas tendencias se exacerban con el cambio climático en ciertas localidades. El control de la temperatura, tanto *in situ* como *ex situ* es en tales circunstancias un paso necesario para asegurar la producción de tortuguitas que, una vez reclutadas en la población adulta, mantengan viable la reproducción. Las nidadas pueden ser protegidas añadiendo sombra por medio de vegetación, instalando sombras artificiales y/o recurriendo a irrigación. El objetivo de esta intervención es minimizar la mortalidad por sobrecalentamiento y asegurar, de manera precautoria, que haya producción de por lo menos

algunos machos en algún lugar del conjunto de playas aledañas⁷.

Toda playa tiene un ángulo con respecto a las emisiones solares y en alguna parte del día la sombra de la vegetación costera alcanza la playa, pero en las zonas donde la deforestación ha alcanzado la vegetación de la costa y la sombra no existe, los nidos son particularmente vulnerables a sobrecalentamiento. Es aquí cuando debe hacerse un análisis concienzudo de cuál es el porcentaje concreto de sombra necesario y su ubicación a lo largo de la playa, para evitar el nacimiento de tortugas de un solo sexo. Hay que tomar en cuenta que durante la temporada las condiciones varían, ocasionando cierto porcentaje de uno u otro sexo, pero generalmente con un sesgo hacia las hembras.

La recuperación de la franja arbórea costera original, mediante su reforestación con especies nativas, puede ser una medida para evitar el sobrecalentamiento de nidos *in situ* en ciertos tramos de la playa. A la luz del calentamiento global es inminente la necesidad de preparar a tiempo las playas para reducir la mortalidad de embriones por sobrecalentamiento y asegurar la producción tanto de machos como de hembras.

Se podrá colocar sobre el vivero una sombra artificial si maneja el problema de altas temperaturas. Esta sombra se establece con el tendido de un “pañó” de sarán con una luz de malla, que puede ir del 25% al 50% de sombra. Esta estructura lo que hace es “suavizar” el aumento o la caída de la temperatura. Con el monitoreo diario asegure que esta sombra no cause el sesgo total hacia uno u otro sexo de los embriones; recuerde que la determinación sexual se da du-

⁷ En la actualidad hay un sesgo generalizado hacia hembras en los nacimientos de tortugas marinas. Dado el estado incompleto del conocimiento sobre el papel de tal sesgo en su biología, es precautorio no prescribir que el control de temperatura apunte a una tasa de sexos balanceada.



rante el segundo tercio de la incubación. Bajo estas circunstancias, se recomienda manejar un vivero con el 50% del área sombreada y el 50% sin sombra (Fig.29).



Figura 29. Sombra que se usa en algunos viveros donde la temperatura es elevada.

En zonas con alta desecación y temperaturas cercanas o superiores a los umbrales letales, muchas veces provocadas por la rampante desertificación y/o el avance del calentamiento global, puede hacer irrigación del piso del vivero aplicando 3 galones de agua dulce por m² cada 24 horas, máximo 3 veces por semana, para lo que debe usar aspersores o irrigadores. No use chorros directos o de un solo punto. El monitoreo de la temperatura de incubación en el vivero durante la época de anidación permite anticipar picos de calor y, de esta forma, la aplicación puntual de irrigación para proteger a los embriones del sobrecalentamiento.

Manipulación y liberación de tortuguillos

En la naturaleza, normalmente los tortuguillos nacen en las primeras horas de oscuridad cuando baja la temperatura, de esta forma han recorrido hasta el amanecer bastante distancia hacia el mar, lejos de la costa, antes de quedar expuestos a los muchos depredadores. Además, ellos pasan por un proceso de suma importancia para la perpetuación de su especie: la impronta. Mediante este proceso, el neonato imprime los parámetros necesarios para retornar a su playa natal cuando sea el momento de la reproducción. Toda actividad que implique la retención de los tortuguillos por más de 1 hora y su liberación directa en el agua, afecta su capacidad de retorno y su capacidad para evitar depredadores.

Cuando los tortuguillos nacen en viveros, hay que seguir un procedimiento para su manipulación y liberación. Una vez que emergen, deben ser contados y manipulados con guantes de látex o, en su defecto, con las manos lavadas con abundante agua y jabón. Se recolectan de la canasta a un recipiente limpio, normalmente de plástico, y se llevan a sitios lejos del vivero (100-500 metros o más), variándose este cada vez y se liberan en grupo. También se debe limpiar diariamente el recipiente para recoger a los tortuguillos. Ellos deben ser liberados inmediatamente después de su nacimiento. No deben ponerse los tortuguillos en agua pues van a nadar instintivamente malgastando energía que requieren para poder cruzar la zona de rompiente de las olas. Es importante recordar la necesidad de la impronta, por lo que los tortuguillos se deben liberar arriba de la línea de marea alta en la playa y se les debe dejar llegar solos al agua. De esta manera, se está asegurando que ellos tienen el tiempo de recolectar los parámetros necesarios para regresar a

su playa natal, así como de ejercitar sus pulmones antes de entrar al agua.

Tal es el caso, en la práctica, de dejar cantidades de tortuguillos en estanques o piletas con fines muy variados, que van desde actividades educativas hasta atracciones turísticas. Estas actividades usualmente “educativas” incluyen: carreras, liberación durante el día, manipulación por visitantes y liberación directamente en el agua, entre otras. *Estas prácticas, que además podrían afectar la impronta, se deben prohibir o evitar.*

Rara vez las entidades que operan sitios con tanques para tortugas evalúan la presencia y propagación de patógenos, aspectos de medicina preventiva, hábitat de calidad para las tortugas, dieta balanceada y una manipulación sanitaria de calidad. Todo ello está en detrimento de la supervivencia de los tortuguillos, más aún cuando no se tienen criterios sobre la densidad (neonato por metro cúbico de agua) que deben idealmente mantenerse en estos sistemas cerrados. La liberación de las tortugas contagiadas con agentes patógenos y que no presentan síntomas, puede significar la propagación de estos agentes en la población silvestre y generar un desastre biológico. La tenencia de los tortuguillos y/o juveniles de tortuga marina en ambientes artificiales y de pobre calidad, ha sido ampliamente criticada y, más aún, cuando después del periodo de cautiverio, las tortugas son liberadas, obviando la secuencia de conducta y eventos que siguen a la eclosión en condiciones naturales. Por lo tanto, es deseable la presencia o asesoría de especialistas de vida silvestre en los viveros del país, así como una sólida capacitación del personal a cargo de la manipulación de los huevos y de la gestión del vivero.



Evaluación del éxito de incubación

Es necesario evaluar el éxito de incubación de las nidadas, sean éstas incubadas *in situ* o reubicadas en otro sitio de la playa, para comprender la adecuación de la playa (o vivero) como sistema de incubación, la salud general de la población anidadora o los métodos de manejo empleados.

Una vez que han pasado tres días como máximo desde la primera emersión, o una vez que han salido el 50% de las crías con respecto a los huevos dentro del nido, o 2-3 días después que ha pasado la fecha estimada de emersión y no ha salido ninguna cría, los nidos deben ser abiertos y sacado su contenido para evaluación. Esto último, se debe hacer con sumo cuidado, ya que las crías pueden venir retrasadas. Si esto es así, el nido debe taparse nuevamente de manera inmediata con la misma arena que ha sido extraída.

Esta revisión del contenido del nido, huevos, embriones y crías muertas se hace con fines de estudio. Si se realiza con dos días de retraso:

1. Las crías que estén vivas y que no salgan por debilidad u otra razón, se van a morir. Cuanto antes las destapemos, las podremos sacar y liberar al mar.
2. El contenido del nido se va a podrir muchísimo más y será más difícil revisar. Si no se saca como se sugiere, es mejor dejar el nido más tiempo para que se seque bien y esté menos podrido.

Después de exhumar un nido, es importante tratar los desechos del mismo. Si el nido está *in*

situ, se puede volver a enterrar los desechos en el mismo hueco. En el caso del vivero, se recomienda usar una fosa ubicada en la zona contigua a la playa, de una profundidad no menor a 1.5 metros, aunque el uso de una o más fosas dependerá del número de nidos; además se aplican capas de cal para desecar los desechos.

La información que debe obtenerse de una nidada que ha completado su periodo de incubación es la siguiente (anexo 2):

- Número de nido.
- Especie.
- Fecha de puesta (fp).
- Fecha de emersión (fe).
- Número de huevos en el nido.
- Tortuguillos en superficie vivos.
- Tortuguillos en superficie muertos.
- Tortuguillos dentro del nido vivos.
- Tortuguillos dentro del nido muertos.
- Cáscaras o cascarones: es igual a la suma de los tortuguillos vivos más los muertos y los que están dentro del nido vivos o muertos. Hay que contar solo aquellas cáscaras completas o que representan más del 50% del cascarón completo.
- Huevos eclosionados con tortuguitas en proceso de salida (abiertos):
 - a. vivas
 - b. muertas
- Huevos no eclosionados (cerrados):
 - c. Sin desarrollo embrionario aparente.
 - d. Con desarrollo embrionario evidente.
- Huevos depredados.



Estadio I: embrión cubre de 0 a 25% de la cavidad amniótica del huevo.

Estadio II: embrión cubre del 26% al 50% de la cavidad amniótica del huevo.

Estadio III: embrión cubre del 51% al 75% de la cavidad amniótica del huevo.

Estadio IV: embrión cubre del 76% al 100% de la cavidad amniótica del huevo.

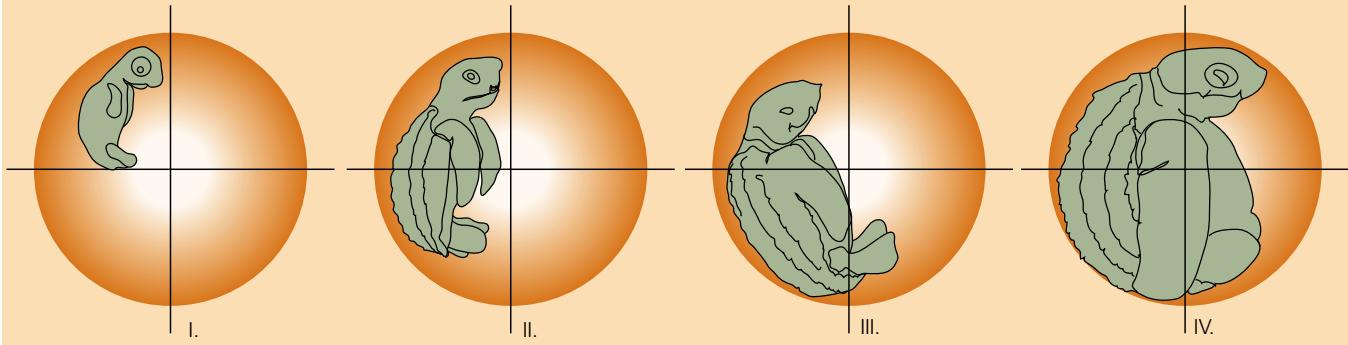


Figura 30. Diferentes estadios de desarrollo de los embriones durante el proceso de incubación.

Los embriones se pueden clasificar (Fig.30):

Se deberán hacer observaciones particulares como la presencia de colonias de hongos o bacterias, raíces, hormigas o larvas, luego de establecer el estadio correspondiente a cada huevo, presencia de embriones malformados y tipo de malformación.

Los parámetros utilizados para evaluar el éxi-

to de la incubación son: la cantidad de crías que rompen el cascarón (eclosión), la cantidad de crías que llegan al mar (liberación) y el periodo de incubación. Si es necesario reubicar todas las nidadas a viveros, será importante dejar algunas nidadas *in situ* para tomarlas como control.

Las fórmulas que deberán utilizarse son las siguientes:

$$\text{Porcentaje de eclosión}^1 = \frac{\# \text{ CASCARONES}}{\text{TOTAL DE HUEVOS INCUBADOS}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de eclosión}^2 = \frac{\# \text{ CASC} + \# \text{ CRÍAS ECLOSIONANDO}}{\text{TOTAL DE HUEVOS INCUBADOS}} \times 100$$

Dónde:

#CASC = número de cáscaras vacías (es igual a la suma de crías vivas y crías muertas).

#CRÍAS ECLOSIONANDO = crías que han roto el huevo pero no han logrado salir completamente de él cuando la nidada es exhumada. Las crías pueden estar vivas o muertas.

TOTAL DE HUEVOS INCUBADOS= es el total de huevos que fueron incubados en ese nido. Si este dato no se conoce, resulta de la suma de cascarones, las crías eclosionando, los huevos no eclosionados (con desarrollo embrionario aparente o sin él) y los huevos depredados).



Dado que este valor puede ser reportado de diferentes maneras, se recomienda presentar ambas fórmulas.

$$\text{Porcentaje de liberación} = \frac{\text{\# CRÍAS LIBERADAS}}{\text{TOTAL DE HUEVOS INCUBADOS}} \times 100$$

Dónde:

CRÍAS LIBERADAS = al total de crías que llegan al mar. Éstas pueden provenir de las crías vivas en superficie, las crías vivas dentro del nido, las crías vivas eclosionando y los embriones vivos, si estos se recuperan y pueden ser liberados días después. Si se trata de nidos *in situ* y el total de crías vivas en superficie no se conoce, este valor se obtiene de restar el total de crías muertas encontradas, tanto en superficie como dentro del nido, al total de cascarones contados.

Periodo de incubación (reportado en días):

Fecha de emersión – fecha de puesta

Dónde:

La fecha de emersión es la fecha en la que emerge el primer tortuguillo.

La fecha de puesta es la fecha en la que la hembra ha desovado la nidada.

Es importante reportar también el total de huevos incubados y el total de crías liberadas por especie. De estos parámetros se obtendrá el porcentaje de liberación total:

$$\% \text{ de liberación total} = \frac{\text{TOTAL DE CRÍAS LIBERADAS}}{\text{TOTAL DE HUEVOS INCUBADOS}} \times 100$$

Estos datos deberán anotarse en la hoja de campo de anidación para relacionar la nidada con una hembra cuando sea posible, aunque en el vivero se puede usar una libreta y después pasar la información a una hoja de Excel o base de datos, donde la computadora podrá calcular los diferentes parámetros y hacer el análisis estadístico correspondiente, mostrando por lo menos el promedio, la desviación estándar y el número de datos analizados (N).

Usando los parámetros ambientales registrados (ej. temperatura de incubación, lluvia, distancia de recorrido al vivero, etc.), se pueden analizar las razones por las cuales se encuentran

ciertos resultados determinados en la exhumación (ej. altos niveles de embriones en estadio). Pueden usarse otros métodos de clasificación de los remanentes de la incubación al exhumar, pero deben estar plenamente explicados en el plan de manejo presentado a las entidades responsables.

En el caso de que los datos (número de huevos sembrados) no coincidan con los huevos revisados, hay que ajustarlos o, si son muchos, no incluirlos dentro del análisis estadístico pero reportar los números originales (huevos sembrados) y la cantidad de tortuguillos liberados en sus respectivos lugares.



Anidación: acción y efecto de anidar.

Anidación solitaria: anidación que no se da en grupos sincrónicos y masivos.

Anidar: construir un nido.

Cáscara o cascarón: corteza o cubierta exterior de los huevos.

Crías eclosionando: crías encontradas vivas o muertas durante la exhumación, que han roto la cáscara del huevo pero que no acaban de salir del mismo.

Crías emergidas: toda cría o neonato que salió del nido hasta la superficie de la playa por sí sola.

Crías liberadas: número de crías o neonatos que son soltados para que lleguen al mar.

Crías muertas dentro del nido: todas las crías que son encontradas muertas en la cámara del nido, cuando se realiza la excavación o exhumación.

Crías vivas dentro del nido: toda cría que se encuentra viva dentro de la cámara del nido.

Desovar, ovipositar, poner: cuando la tortuga deposita los huevos en la cámara o hueco que hace en la arena.

Doble marcado: colocación de dos marcas funcionales en partes diferentes de la tortuga (por ejemplo, una en cada aleta).

Eclosión: acción de romper la cáscara del huevo, nacer.

Estaca: señal dentro del vivero para ubicar un nido.

Evidencia de marca previa: cicatriz, hueco o corte en un área usualmente definida para marcado que demuestra que la tortuga portó marcas alguna vez.

Exhumación: acción de sacar la nidada para fines

de evaluación de la incubación o limpieza del nido. Esto se realiza después de haber salido el 50% de las crías respecto al total de huevos, o luego de transcurrir 2-3 días de la fecha esperada de emersión.

Frecuencia de puesta: el número de veces que una tortuga pone huevos durante una misma temporada.

Huella, rastro: impresión o marca sobre la superficie de la arena, que dejan las tortugas cuando salen a la playa.

Media luna, rastro sin cama o sin nido: huella que deja una tortuga que no anida.

Huella asimétrica: es aquella impresión sobre la superficie de la arena donde las hendiduras de las aletas delanteras están a diferente nivel, lo que demuestra que la tortuga se arrastra moviendo cada aleta a diferente tiempo, con movimientos intercalados.

Huella simétrica: es aquella impresión sobre la superficie de la arena donde ambas hendiduras de las aletas delanteras están al mismo nivel, lo que demuestra que la tortuga se arrastra moviendo ambas al mismo tiempo.

Huevos no eclosionados: huevos que no han sido abiertos por la cría. Pueden tener o no un embrión evidente.

Huevos sembrados: número de huevos reubicados en un hueco o nido diferente al que hizo la tortuga.

Impronta: hipótesis que explica el fenómeno por el cual las tortugas regresan a la región en la que nacieron para anidar, registrando parámetros o características de la playa.

In situ: "En el sitio o lugar". Se refiere a la incubación de la nidada en el ambiente natural donde la depositó la tortuga.



- Marca interna:** señalización o instalación de distintivo por debajo de la piel, que permite particularizar la identificación de cada organismo.
- Marca externa:** señalización o instalación de distintivo sobre la superficie de la piel o por medio de un aparejo, con la intención de particularizar la identificación de cada individuo.
- Marcado a saturación:** marcado del total de hembras anidadoras en la población.
- Neonato:** tortuga recién eclosionada.
- Neófita o primeriza:** hembra que llega por primera vez a anidar.
- Nidada:** conjunto de los huevos puestos por una hembra en un nido.
- Nidada depredada:** grupo de huevos que han sido tomados por depredadores, sean éstos animales domésticos (perros, cerdos, gatos) o silvestres (mapachines, zorras, etc).
- Nidada saqueada:** grupo de huevos que han sido tomados (robados), solo aplicable a humanos.
- Nidada trasplantada, reubicada:** nidada transportada con fines de protección a un lugar diferente al nido en el que la puso la tortuga, incluyendo el traslado a viveros.
- Nido artificial:** nido construido por seres humanos, ya sea en el vivero, en la playa o en una caja de incubación.
- Nido:** lugar que la tortuga construye para poner sus huevos. El nido está constituido por la cama y la cámara. Lo que se ve exteriormente es la cama. Para fines de conteo se considera una cama como un nido, aunque no se compruebe la presencia de huevos.
- Oviposición:** denominación del proceso de poner huevos en la playa. Sinónimo de desove o puesta.
- Porcentaje de eclosión:** parámetro que cuantifica el resultado de la incubación de un nido.
- Porcentaje de emergencia:** parámetro que cuantifica la producción de crías de un nido.
- Porcentaje de éxito en la puesta:** parámetro que relaciona el total de nidadas contra el total de nidos.
- Fracaso en la puesta:** total de nidos sin nidada (porque la tortuga no desovó).
- Poste o mojón:** marcas físicas con una distancia continua que permiten conocer la distribución espacial de la anidación.
- Prospección:** exploración que permite definir las características principales de una playa de anidación que se trabaja por primera vez.
- Puesta exitosa:** nido con huevos.
- Recaptura:** cuando la tortuga encontrada anidando tiene una marca previa.
- Reanidar:** capacidad de una hembra de anidar varias veces en una temporada.
- Remarcado:** reemplazo de una marca externa dañada o a punto de caerse.
- Remigrante:** hembra que regresa a anidar en temporadas subsecuentes. Se reconoce por tener evidencia de marcado previo (cicatrices o marcas).
- Subcutáneo:** por debajo de la piel.
- Temperatura pivote – temperatura umbral:** muchos autores las consideran sinónimos pero la correcta es temperatura pivote, la cual está definida como la temperatura de incubación a la cual se obtiene una proporción de sexos de la nidada de 1:1; es decir, 50% machos y 50% hembras (Mrosovky & Yntema, 1980; Yntema & Mrosovky, 1982).
- Temperaturas letales:** son definidas como temperaturas a las cuales los huevos ya no son viables y, por lo tanto, no habrá eclosión (Wilhoft, Hotaling y Franks, 1983). El límite mínimo de temperatura para la eclosión es de 25 ° C y el límite máximo es de 35° C.
- Termocopla (termocople, termopar o termosensor):** dispositivo para medir temperaturas que consiste en un cable formado por dos aleaciones de metal, que permanece en el nido durante todo el periodo de incubación.
- Tortuga marcada:** tortuga que porta una o más marcas externas o PIT's que la identifican de manera individual.
- Varamiento:** aparición en la playa de un organismo moribundo o muerto.
- Vivero, corral:** área de la playa delimitada y cercada total o parcialmente, destinada para sembrar las nidadas que son recolectadas en la playa para protegerlas de depredadores humanos y no humanos, incubándolas hasta la emersión de los neonatos.



Referencias

- Ackerman, R. 1997. The Nest environment and the embryonic development of Sea Turtles. En: Lutz, P y J. Musick (editores). The biology of Sea Turtles. CRC marine science series. 83-107 p.
- Balazs, G. 2000. Factores a considerar en el marcado de Tortugas marinas. En: Eckert *et al.* (editores) Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas marinas Publicación N° 4. 106-126 p.
- Barragán, A. 1998. Monitoring Program for the Leatherback sea Turtle (*Dermochelys coriacea*) at Tortuguero. Nicaragua. Mimeografiado. 30 p.
- Bolten, A. 2000. Técnicas para la Medición de Tortugas Marinas. En: Eckert *et al.* (editores) Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas marinas Publicación N° 4. 126-131 p.
- Chacón, D. y Machado, J. 2006. Informe de Actividades, temporada 2006. Programa para la Conservación de las Tortugas Marinas, Caribe Sur, Nicaragua. Asociación ANAI. 53 p
- CITES. 2002. Report to the range States on the development of hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) population monitoring protocols for the Wider Caribbean. Working group on the development of standardized population monitoring protocols and the identification of index sites. Second CITES wider Caribbean hawksbill turtle dialogue meeting, Grand Cayman (Cayman Islands), 21–23 May 2002. HTB 2. Document 8. 11 pp.
- Eckert, K. y Begge J. 2006. Marine turtle tagging; a manual of recommended practices. WIDECAST Technical report n° 2. Revised Edition. Beaufort, North Carolina. 40 pp.
- Eckert, K. 2000. Diseño de un Programa de Conservación. En: Eckert *et al.* (editores) Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas marinas Publicación N° 4. 6-8 p.
- Gautreau, 2007.-
- Gulko, D. y Eckert K. 2004. Sea Turtles: An ecological guide. Mutual Publishing, Honolulu, HI. 128 pp.
- Mac Donald, D.L., y Dutton P.H. 1994. Tags Retention Leatherback Sea Turtle (*Dermochelys coriacea*) at Sandy Point, ST. Croix. USVI, In: Schoroeder, B.A., and Whiterington, B.E. Prosedings of the Thirteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation NOAA, Technical Memorandum. p. 9.
- Meylan A. y Meylan P. 2000. Introducción a la evolución, historia de vida y biología de las tortugas marinas. En: Eckert *et al.* (editores) Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas marinas Publicación N° 4.
- Pritchard, P.; P. Bacon; F.Berry; A. Carr; J. Fletmeyer; R. Gallagher; S. Hopkins; R. Lankford; R. Márquez M.; L. Ogren; W. Pringle, Jr.; H. Reichart y r. Witham. 1983. Manual sobre técnicas de investigación y conservación de las tortugas marinas, Segunda Edición. K.A. Bjorndal Y G.H. Balasz (editores). Center for Enviromental Education, Washington, D.C. p.130.
- Pritchard, P. C.H. 1997. Evolution, Phylogeny, and Current Status. The Biology of Sea Turtles. pp: 1-28. PL Lutz and JA Musick (editores) CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Pritchard P. y Mortimer J. 2000. Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de las Especies En: Eckert *et al.* (editores) Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas marinas Publicación N° 4. 23-41 p.
- Schroeder B. y Murphy S. 2000. Prospecciones Poblacionales (Terrestres y Aéreas) en Playas de Anidación. En: Eckert *et al.* (editores) Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas marinas Publicación N° 4. 51-63 p.
- Valverde R. y Gates C. 2000. Estudios de Poblaciones en Playas de Arribadas. En: Eckert *et al.* (editores) Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas marinas Publicación N° 4. 64-69 p.



ANEXOS:

Anexo 1. Formularios sugeridos para censo de nidos y hembras anidadoras.

Un formato sugerido para el censo de nidos en la mañana:

Playa		Fecha	Observador	
Hora de inicio		Hora final		
Localización (mojón o poste)	Especie	Nido o rastro	Destino o uso del nido	Observaciones

Un formato sugerido para cada hembra anidadora observada (incluyendo censo de nidos de noche):

PLAYA
LOCALIZACIÓN (POSTE O MOJÓN)
FECHA
ACTIVIDAD
HORA A
HORA B
HORA C
ESPECIE
TOTAL DE HUEVOS PUESTOS
NIDO O RASTRO
USO O DESTINO DEL NIDO
NO. NIDO
ID. TORTUGA
MARCA NUEVA, VIEJA O REEMPLAZO
CICATRICES DE MARCADO PREVIO
LARGO CENTRAL CURVO ESTÁNDAR
CONDICIÓN DEL CUERPO
OBSERVACIONES GENERALES.

Definiciones de los campos:

Actividad: lo que hace la tortuga la primera vez que es vista en la noche.

HORA A: hora de la primera observación

HORA B: hora a la que pone los huevos (hora de puesta), solo si la puesta es observada.

HORA C: hora a la que los huevos están resembrados.

Nido o rastro: Si la tortuga hace un nido (= NIDO); si solo deambula por la playa sin hacer cama (=RASTRO)

Uso o destino: si la nidada se queda *in situ*, o si se lleva a otro lado, o lo que le pase a los huevos de esa nidada

NO. NIDO: si el nido es señalado y se le da algún numero para su seguimiento y posterior evaluación de la incubación.

ID TORTUGA: si la tortuga tiene una marca o se le coloca una se deberá escribir el número de serie de dicha marca.

MARCA NUEVA (si es aplicada por primera vez), VIEJA (si la tortuga tiene una marca puesta cuando la encontramos), REEMPLAZO (si se le quita la marca que trae porque esta está mal colocada, se esta cayendo o algo así, y se le coloca otra).

CICATRÍZ DE MARCA PREVIA: si la tortuga ha perdido una marca previa y ha dejado una cicatriz (decir sí o no).



ANEXO 2. Formato de cuaderno de campo sugerido para evaluar el éxito de incubación

NIDO	SP	FP	FE	HS	CS		CDN		CASC	CECL		EMBRIONES				
					V	M	V	M		V	M	I	II	III	IV	
															V	M

HSDA	HD	% ECL1	% ECL2	% LIBERA	Responsable	Observaciones

Definiciones de los campos:

NIDO: número de nido.

SP: especie.

FP: fecha de puesta.

FE: fecha de emersión.

HS: número de huevos en el nido (sembrados).

CS-V: tortuguillos en superficie vivos.

CS-M: tortuguillos en superficie muertos.

CDN-V: tortuguillos dentro del nido vivos.

CDN-M: tortuguillos dentro del nido muertos.

CASC: cáscaras o cascarones. Es igual a la suma de los tortuguillas vivos más los muertos y los que están dentro del nido vivos o muertos.

CECL-V: huevos eclosionados con tortuguillos en proceso de salida - abiertos (vivos).

CECL-M: huevos eclosionados con tortuguillos en proceso de salida - abiertos (muertos).

EMBRIONES: huevos no eclosionados (cerrados), con desarrollo embrionario evidente y su estadio.

HSDA: huevos no eclosionados (cerrados), sin desarrollo embrionario aparente.

HD: huevos depredados.



ANEXO 3: Recomendaciones del grupo de trabajo sobre los Datos Básicos Mínimos para recolectar por proyecto. Taller de Capacitación, Tortuguero, Costa Rica. 31 de agosto al 4 de septiembre del 2008

Formulario Registro de Monitoreo de Playas de Anidamiento de Tortugas Marinas

País

Vertiente

Lugar

Área protegida - región, municipio

PNN Gorgona

Playa

Nombre de la playa monitoreada

Playa Palmeras

Longitud de la playa

Coordenadas inicial

Donde inicia el área de estudio

2° 55' 45" - 3° 00' 55"N y 78° 09' - 78° 14'

Coordenadas final

Donde termina el área de estudio

30"W

2° 55' 45" - 3° 00' 55"N y 78° 09' - 79° 11'

GPS Mapa (Escala)

12"W

GPS Mapa (Escala)

Responsable del proyecto

Quien suministra la información

Carlos Garrido

Información Contacto

Correo electrónico, teléfono, fax, dirección

Organización

Entidad /institución

Longitud del transecto

Distancia entre mojones o postes

						Desove			# Huevos Desovados	
Fecha (Día/ Mes/ Año)	Localización (sector de playa)	Especie	Marca izquierda	Marca derecha	LCC (cm) (Min o Std)	Si	No	Desconocido	Verdadero	Vano
19/04/2008		E. imbricata			70					
								N		
								Promedio		
								Desv. Est.		
								Max		
								Min		

Lugar Incubación					Resultados de exhumación						
In situ	Ex situ playa	Ex situ vivero	Num. De Nido	# neonatos en superficie	# de cascarones	# neonatos dentro del nido	# huevos sin eclosionar	% Exito eclosión	% Éxito emergencia	Neonatos liberados	Observación
			N								
			Promedio								
			Desv. Est.								
			Max								
			Min								

Formulario único para el registro y seguimiento de nidos de tortugas marinas

Código de Ingreso 1050 Número interno de ingreso a base de datos
 Registro 34-2008 Número de formulario diligenciado
 Lugar PNN Gorgona Área protegida - región, municipio
 Playa Playa Palmeras Nombre de la playa monitoreada
 Coordenadas inicial 2° 55' 45" - 3° 00' 55"N y 78° 09' - 78° 14' 30" W Donde se inicia el monitoreo
 Coordenadas final 2° 55' 45" - 3° 00' 55"N y 78° 09' - 79° 11' 12" W Donde termina el monitoreo
 Responsable Carlos Garrido Quien toma la información

(marque con una X)

Relocalización ex situ	
Relocalización ex situ en corral	
Seguimiento <i>in situ</i>	X

Formulario de registro de nidos

Fecha (Día/Mes/Año)	Hora siembra (24h)	Especie	Marca / GPS	Prof.inicial-original (cm)	Prof. final-trasladado (cm)	Fecha eclosión	Días de incubación	# huevos
19/04/2008	2:00	L.o.	WQ4543	45	45	07/06/2008	48	90

# huevos eclosionados	# neonatos emergentes	# neonatos liberados	% Eclosión	% Emergencia	Observador (nombre/ apellido)	Observaciones
85	70	70	94	78	Pepe García	



HUMANE SOCIETY
INTERNATIONAL



Un mundo mejor para los animales y las personas



WIDECAST

*Red para la Conservación de las Tortugas
Marinas en el Gran Caribe*



Brighter Way

