

Capítulo V. Tortugas marinas

AUTORES

Susana Perera-Valderrama, Roberto Herrera-Pavón,
Itzel Zamora-Vilchis, Sergio Cerdeira-Estrada,
Raúl Martell-Dubois, Laura O. Rosique-de la Cruz,
Hansel Caballero-Aragón, Jorge Christian Alva-Basurto,
Vanessa Francisco-Ramos, Rainer Ressler

COLABORADORES

Dorka Cobián Rojas, Yadira Gómez-Hernández,
Gisela Maldonado

Perera-Valderrama, S., R. Herrera-Pavón, I. Zamora-Vilchis, S. Cerdeira-Estrada, R. Martell-Dubois, L.O. Rosique-de la Cruz, H. Caballero-Aragón, J.C. Alva-Basurto, V. Francisco-Ramos, R. Ressler. 2020. Capítulo V: Tortugas marinas. En: Perera-Valderrama, S., S. Cerdeira-Estrada, R. Martell-Dubois, L.O. Rosique-de la Cruz, H. Caballero-Aragón, R. Ressler (coords.). *Protocolos de monitoreo de la biodiversidad marina en áreas naturales protegidas del Caribe mexicano*. Conabio. México, pp. 123-140.

Las tortugas marinas tienen un significado cultural muy importante, pues han estado vinculadas a los seres humanos desde los tiempos en que estos se establecieron en las costas e iniciaron sus exploraciones por los océanos (Eckert *et al.*, 2000). Por innumerables generaciones, las comunidades costeras han dependido de estas especies y sus huevos para la obtención de proteínas y otros productos. Sin embargo, en la actualidad, el incremento de las amenazas antrópicas, como la pérdida de hábitat por el desarrollo costero, la contaminación marina y el incremento del esfuerzo pesquero que ocasiona captura incidental, así como la pesca dirigida (legal o ilegal), han puesto a todas las especies de tortugas marinas del mundo en peligro de extinción (Chacón *et al.*, 2007).

Su ubicación al borde de la extinción ha condicionado que las tortugas marinas hayan sido incluidas en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en el Apéndice I de la Convención Internacional sobre el Tráfico de Especies Amenazadas (CITES), en el Apéndice I de la Convención sobre Especies Migratorias (CEM) como especie en peligro, y a nivel regional, en el Apéndice II del Protocolo Relativo a Áreas Especialmente Protegidas de Flora y Fauna Silvestres del Convenio de Cartagena (SPAW).



Figura 5.1 Colocación de las balizas en la playa de anidación de tortugas marinas. FOTOS: RENÉ PÉREZ MARTÍN

En las playas de México anidan siete de las ocho especies de tortugas marinas del mundo, las cuales visitan también los arrecifes coralinos y pastizales marinos, entre otros ecosistemas de las diferentes regiones marinas mexicanas. Estos reptiles fueron fuente de alimento de muchos de los pueblos costeros de ambos litorales mexicanos, pero, al parecer, sus poblaciones se mantuvieron estables mientras el consumo fue de subsistencia (Márquez-Millián y Garduño-Dionate, 2014). La supervivencia de las especies comenzó a peligrar cuando se incrementó de manera significativa la demanda y, por tanto, la pesca dentro y fuera del país (Márquez-Millián, 1996). México se convirtió en un importante productor, aportando en 1968, más de 70% de la producción mundial de tortuga (FAO, 1971). Esto

condujo a que muchas de sus poblaciones se vieran seriamente afectadas y disminuyera la abundancia de manera muy significativa.

En el Caribe mexicano se pueden avistar, tanto anidando en sus playas como en el mar, cuatro especies de tortugas marinas: blanca, caguama, carey y laúd, aunque esta última es muy poco frecuente. En el norte de la región se presentan importantes problemáticas que pueden afectar su anidación, las cuales están relacionadas fundamentalmente con el tránsito por las playas, el ruido y las luces provenientes de los hoteles o de las áreas poblacionales. Por esta razón, existe desde hace más de 20 años un programa para su conservación en el Caribe mexicano. Con su implementación se ha logrado mantener un monitoreo de hembras anidadoras y sus nidos y se ha implementado un importante trabajo de concienciación con la población y con el sector turístico. Las áreas naturales protegidas del Caribe mexicano también se han involucrado activamente en la conservación de las tortugas marinas. Sin embargo, se ha incidido mucho más en el monitoreo de las playas de anidación que en la zona marina. En este sentido, es necesario mantener el monitoreo en las playas de anidación y fortalecer el monitoreo en la zona marina, con vistas a evaluar adecuadamente sus poblaciones y contribuir a la implementación de medidas de manejo.

5.1 INDICADORES BIOLÓGICOS PARA EL MONITOREO DE TORTUGAS MARINAS EN PLAYAS DE ANIDACIÓN Y SUS PROTOCOLOS

- Los monitoreos en las playas de anidación se realizarán durante las épocas de anidación de cada especie presente en el ANP.
- Dependiendo de los recursos disponibles, se seleccionarán playas índices, representativas de la anidación local.
- Se realizará un balizado de la playa (figura 5.1) y se tomará la coordenada de la primera baliza. Se ubicarán las res-

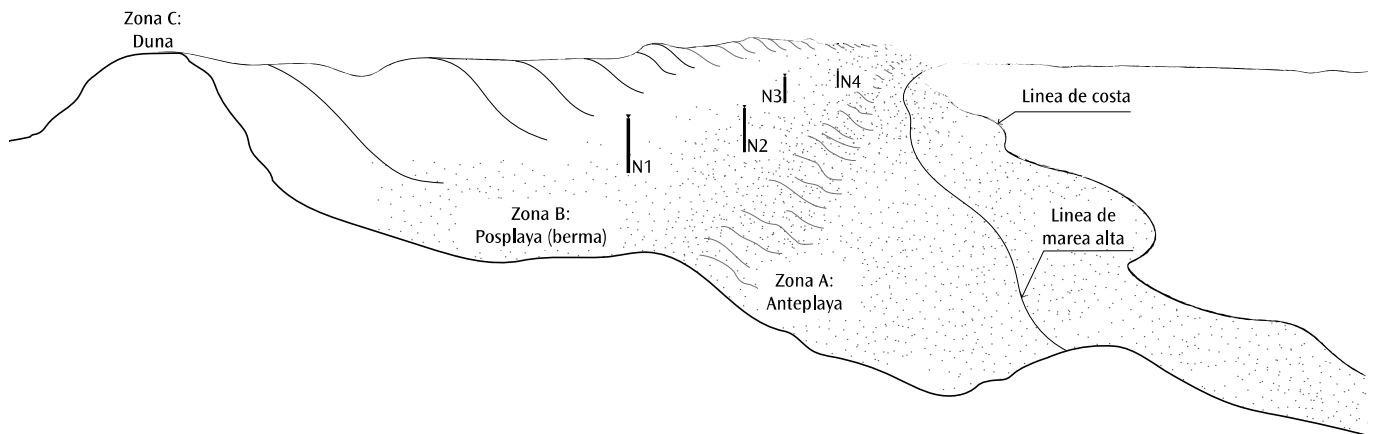


Figura 5.2 Ejemplo del croquis de una playa de anidación.

tantes balizas a una distancia de entre 100 y 250 m, dependiendo del tamaño de la playa.

- Se realizará un croquis inicial de la playa (figura 5.2), el cual se irá complementando con la información de los nidos.
- Aunque se realicen monitoreos diurnos, estos se deben complementar, en la medida de lo posible, con monitoreos nocturnos para detectar hembras anidadoras.
- Se medirá la longitud y el ancho de la playa para evaluar el perfil de playa.

5.1.1 Indicador IB1-OC4.

Densidad de nidos por especie

Permite estimar el tamaño de la población anidadora; puede combinarse con información de la frecuencia de anidación de cada especie en el área (Santos *et al.*, 2013). Este indicador contribuye a detectar playas índice (aquellas que albergan una proporción significativa de la población total de anidación dentro de una región u otra unidad definida) (SWOT, 2011).

5.1.2 Indicador IB2-OC4.

Morfometría de hembras anidadoras

Las tortugas marinas se miden en la playa de anidación para relacionar el tamaño corporal con su potencial reproductivo y así determinar el tamaño mínimo al que alcanzan la madurez sexual. Esta es una forma de dar seguimiento al tamaño de las

hembras anidadoras en un área en particular (Bolten, 2000).

5.1.3 Indicador IB3-OC4.

Intervalo entre anidaciones

Este indicador solo se puede evaluar si el esfuerzo de captura es de 100%. Brinda la frecuencia de anidación (Santos *et al.*, 2013); permite estimar el tamaño anual de una población anidadora (número de tortugas reproductoras que anidan cada año) y es un indicador crítico para cualquier estrategia de conservación o manejo (Broderick *et al.*, 2002). Es el período, en días, entre una puesta exitosa y las anidaciones subsiguientes realizadas por la misma hembra durante una sola temporada de anidación (año reproductivo) (Broderick *et al.*, 2003).

5.1.4 Indicador IB4-OC4. Estado de salud de las tortugas marinas

Permite conocer el estado de salud de las tortugas marinas (hembras anidadoras), principalmente el estado físico general y la presencia de fibropapilomas. Una elevada prevalencia de fibropapilomatosis puede ser típica de áreas costeras fuertemente contaminadas, áreas con alta densidad humana o zonas con escorrentía agrícola, por lo que puede ser un indicador de salud de los ecosistemas marinos (Aguirre y Lutz, 2004).

5.1.5 Indicador IB5-OC4. Varamientos

La detección de varamientos permite inferir problemáticas y amenazas a la población anidadora. Conocer la distribución espacial y temporal de las fuentes de mortalidad colabora con la detección de la causa de muerte para realizar actividades preventivas, de restricción e investigación (Hart *et al.*, 2006).

5.1.6 Indicador IB6-OC4.

Porcentaje de éxito de la eclosión

Contribuye a estimar el éxito reproductivo de las especies en determinada área. Además, ayuda a determinar la idoneidad de la playa como sitio de incubación. Asimismo, permite hacer inferencias sobre la salud general de la población anidadora (Miller, 1999). La incubación exitosa de los huevos depende de variables ambientales (temperatura, humedad, granulometría), variables antropogénicas (manejo y amenazas) y ecológicas (condiciones de la playa, depredadores) (Zárate *et al.*, 2013).

5.2 INDICADORES ABIÓTICOS PARA EL MONITOREO DE TORTUGAS MARINAS

5.2.1 Indicador IA1-OC4.

Temperatura de los nidos

El sexo de los embriones de las tortugas marinas se determina por la temperatura del medio donde se incuban (Laloë *et al.*, 2016). Estudios realizados demuestran la existencia de un punto térmico de equilibrio denominado temperatura pivotal (que producirá una proporción sexual de 1:1) (Mrosovsky, 1994). Los embriones en desarrollo, en su quinta semana de incubación (dependiendo de la especie), se ven influidos por la temperatura del nido; así, todos aquellos embriones que se desarrollen en un medio con temperatura superior a la pivotal serán hembras y los embriones que se desarrollen a temperaturas por debajo de la pivotal serán machos. En consecuencia, las poblaciones de tortugas pueden verse seriamente afectadas con el cambio climático (Laloë *et al.*, 2016).

5.2.2 Protocolos para la medición de los indicadores del IB1-OC4 al IA1-OC4

5.2.2.1 Monitoreo nocturno para la detección de hembras anidadoras

1. Recorrer la playa diariamente (si las condiciones logísticas lo permiten), durante la época de anidación de las especies presentes en el ANP, preferiblemente en las últimas horas de la noche y las primeras de la madrugada (21:00 a 6:00 hrs). En playas largas o playas discontinuas, se podrá utilizar vehículo motorizado (cuatrimoto).
2. En cada playa, al encontrar una hembra anidadora, obtener la siguiente información (cuadro 5.1):
 - Hora del encuentro.
 - Actividad de la tortuga: subiendo, haciendo cama, haciendo cámara de huevos, depositando, tapando cámara de huevos, tapando cama, regresando al mar.
 - Coordenada del nido.
 - Especie (figura 5.3).
 - Morfometría (figura 5.4):
 - Largo curvo estándar del carapacho (LSCC): desde el punto anterior donde la piel se une al escudo nuczal hasta el extremo posterior de la superficie dorsal.
 - Ancho curvo del carapacho (ACC): distancia a lo largo de la parte más ancha de éste, y perpendicular al eje longitudinal del cuerpo.
 - Número de la marca (figura 5.5): marcas metálicas modelo 681C de la National Band and Tag Company (NBTC), proporcionadas por la Coordinación del Programa Nacional para la Conservación de Tortugas Marinas en México. Estas marcas se colocan en los bordes posteriores de las aletas delanteras en una posición proximal entre la primera y segunda escama para evitar causar daño al cuerpo por la fricción de ellas al desplazarse (Balazs *et al.*, 1995).
 - Estado físico general:

Figura 5.3 Especies de tortugas observadas en el Caribe mexicano



Carey
Eretmochelys imbricata
FOTO: ROBERTO HERRERA PAVÓN/ECOSUR



Caguama
Caretta caretta
FOTO: IXCHEL GARCÍA



Tortuga blanca o verde
Chelonia mydas
Foto: ROBERTO HERRERA PAVÓN

**Cuadro 5.1 Planilla de registro de datos de tortugas marinas.
Monitoreo nocturno para la detección de hembras anidadoras**

INFORMACIÓN DEL OBSERVADOR
 Nombre: _____ E-mail (opcional): _____
 País: _____ Institución / Organización (opcional): _____

INFORMACIÓN DEL SITIO OBSERVADO
 Fecha (dd/mm/aa): ____/____/____ Nombre de la playa: _____
 Coordenadas GPS: (Inicio) Latitud (N/+): _____ Longitud (W/-): _____
 (Fin) Latitud (N/+): _____ Longitud (W/-): _____
 Región marina: Gran Caribe: ____ Pacífico Nororiental tropical: ____
 País: _____ Estado / Provincia: _____
 Población cercana: _____ Área natural protegida (ANP): Si ____ No ____
 Nombre del ANP: _____

Hora	Actividad	Coord. nido	Especie	LSCC	ACC	Número marca	Estado físico	Número nido	Zona balizas	Número huevos	Nido en perfil

Categorías a utilizar en el llenado de la plantilla:

Actividad de la tortuga s: subiendo, HC: haciendo cama, HCH: haciendo cámara de huevos, D: depositando, TCH: tapando cámara de huevos, TC: tapando cama, RM: regresando al mar

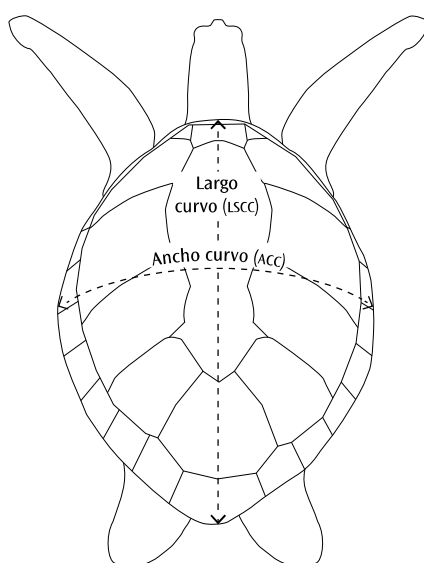
Especie CM: *Chelonia mydas*, EI: *Eretmochelys imbricata*, CC: *Caretta caretta*, DC: *Dermochelys coriacea*

Estado físico CIC: cicatrices, PR: propelazos, HER: heridas, MOR: mordidas, FIB: fibropapilomas

Zona balizas ubicación del nido respecto al número de balizas

Ubicación del nido en el perfil de playa A: anteplaya, B: posplaya (berma), C: duna

Figura 5.4 Mediciones morfométricas que se realizan a las tortugas marinas. Izquierda, largo curvo (LSCC) y ancho curvo (ACC); derecha, medición de largo curvo. FOTO: DORKA COBIÁN ROJAS/PNG



- Cicatrices, propelazos, heridas por cuerda (figura 5.6), mordidas.
 - Presencia de tumores (fibropapilomas), según el Protocolo de fibropapilomatosis (Muñoz-Tenería *et al.*, 2016) (figura 5.7).
 - Número del nido (figura 5.8).
 - Ubicación del nido respecto a las balizas (figura 5.1).
 - Número de huevos (figura 5.9).
 - Ubicación del nido en el perfil de playa: a: anteplaya, b: posplaya (berma), c: duna (figura 5.10).
 - Número de nido.
3. Temperatura de los nidos. Se instalarán sensores permanentes de temperatura en los nidos, los cuales se programarán para hacer lecturas cada hora (figura 5.11).
 4. En caso de detectarse un varamiento de algún individuo de tortugas marinas, se revisará el ejemplar para ver su estado físico. Si el ejemplar está vivo, se deberá avisar a la autoridad correspondiente para llevarlo al centro de rehabilitación más cercano. Si el ejemplar se encuentra muerto, siempre y cuando se tenga el permiso de recolección, se procederá a realizar la necropsia, que incluye toma de muestras para su posterior análisis. Para la necropsia se sugiere realizar el procedimiento descrito en el Protocolo de varamientos (Work, 2000).

Se estimará la talla promedio de la población a través del cálculo de las medias de las mediciones de largo curvo y ancho curvo de los individuos medidos en cada playa por especie.

Se calculará el intervalo entre anidaciones (para cada tortuga marcada) como la media del número de días entre una puesta exitosa y la siguiente, realizadas por una hembra durante una sola temporada de anidación (año reproductivo).

Se calculará la prevalencia de fibropapilomas como el número de individuos de cada especie con presencia de fibropapilomas entre el número total de individuos de la especie.



Figura 5.5 Marcas que se colocan en las tortugas marinas.
FOTO: HUMBERTO BAHENA BASAVE /CONABIO

Figura 5.6 Daños presentes en tortugas marinas. a) cicatrices por propelas. FOTO: ERIKA HERNÁNDEZ ORTIZ/CONANP, b) heridas por cuerdas y c) herida con arpón. FOTOS: ROBERTO HERRERA PAVÓN/ ECOSUR

Figura 5.7 Presencia de fibropapilomas en tortugas marinas. FOTOS: TIRZO HERRERA-PÉREZ



Figura 5.8 Ejemplos de marcas de los nidos de tortugas marinas. FOTOS: a) ARMANDO LORENCES CAMARGO, b y c) ROBERTO HERRERA PAVÓN/ECOSUR



Figura 5.9 Conteo de huevos durante monitoreo nocturno. FOTO: DORKA COBIÁN ROJAS/PNG

El número de varamientos dividido por la longitud de la playa se expresa como número de varamientos/m-km lineal de playa.

5.2.2.2 Monitoreo diurno para la detección de nidos

En caso de no existir campamentos para el monitoreo nocturno, se recorrerá la playa de día. La frecuencia dependerá de las condiciones logísticas y el presupuesto disponible. El intervalo entre recorridos no deberá sobrepasar los 15 días para poder garantizar la detección de todos los nidos presentes. Si hay probabilidad de que ocurra algún fenómeno meteorológico, se tratará de hacer el censo antes de que este ocurra. Si es posible, se utilizará vehículo motorizado (cuatrimotos).

1. En cada playa, al encontrar un nido (con huevos), obtener la siguiente información (cuadro 5.2):

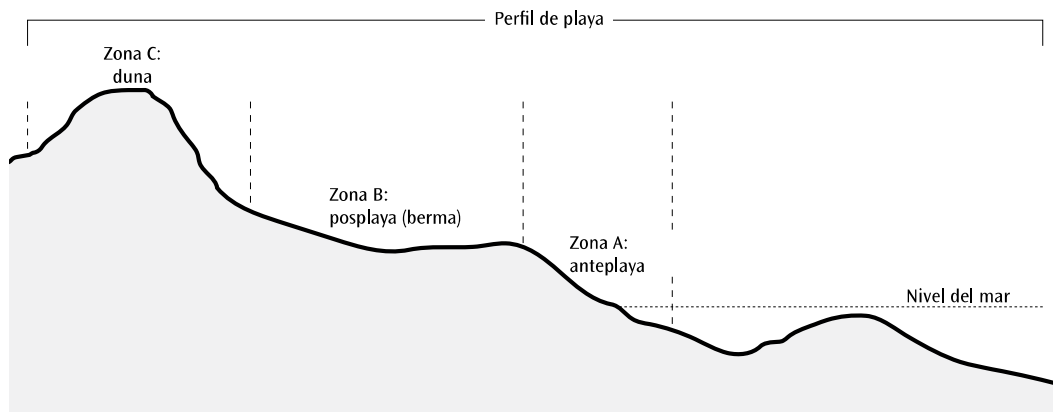


Figura 5.10 Perfil de playa: zona A: anteplaya, zona B: posplaya (berma), zona C: duna.

Cuadro 5.2 Planilla de registro de datos de tortugas marinas. Monitoreo diario para la detección de nidos

<p>INFORMACIÓN DEL OBSERVADOR</p> <p>Nombre: _____ E-mail (opcional): _____</p> <p>País: _____ Institución / Organización (opcional): _____</p>					
<p>INFORMACIÓN DEL SITIO OBSERVADO</p> <p>Fecha (dd/mm/aa): ____/____/____ Nombre de la playa: _____</p> <p>Coordenadas GPS: (Inicio) Latitud (N/+): _____ Longitud (W/-): _____</p> <p>(Fin) Latitud (N/+): _____ Longitud (W/-): _____</p> <p>Región marina: Gran Caribe: ____ Pacífico Nororiental tropical: ____</p> <p>País: _____ Estado / Provincia: _____</p> <p>Población cercana: _____ Área natural protegida (ANP): Si ____ No ____</p> <p>Nombre del ANP: _____</p>					
<i>Coordenadas del nido</i>	<i>Especie</i>	<i>Número de nido</i>	<i>Nido en perfil</i>	<i>Condición del nido</i>	<i>Número de huevos</i>
<p>Categorías a utilizar en el llenado de la plantilla:</p> <p>Especie CM: <i>Chelonia mydas</i>, EI: <i>Eretmochelys imbricata</i>, CC: <i>Caretta caretta</i>, DC: <i>Dermochelys coriacea</i></p> <p>Ubicación del nido en el perfil de playa A: anteplaya, B: posplaya (berma), C: duna</p> <p>Condición del nido INT: intacto, NAC: nacido, D: depredado, IND: inundado, SAQ: saqueo, ER: erosión, MAR: mareas extraordinarias, SAR: recale de sargazo</p>					

- Fecha del recorrido.
- Coordenadas del nido.
- En caso de que el rastro o arqueo sea reciente, se tratará de identificar la especie según las siguientes características (Pritchard y Mortimer, 2000) (figura 5.12):
 - *C. mydas*: rastro o arqueo con marcas simétricas de entre 100 y 130 cm con surco central por el arrastre de la cola.
 - *Caretta caretta*: rastro o arqueo con marcas asimétricas profundas de entre 70 y 90 cm, generalmente sin surco central por el arrastre de la cola.
 - *E. imbricata*: rastro o arqueo con

Figura 5.11 Sensor de temperatura ubicado en un nido de tortugas marinas.

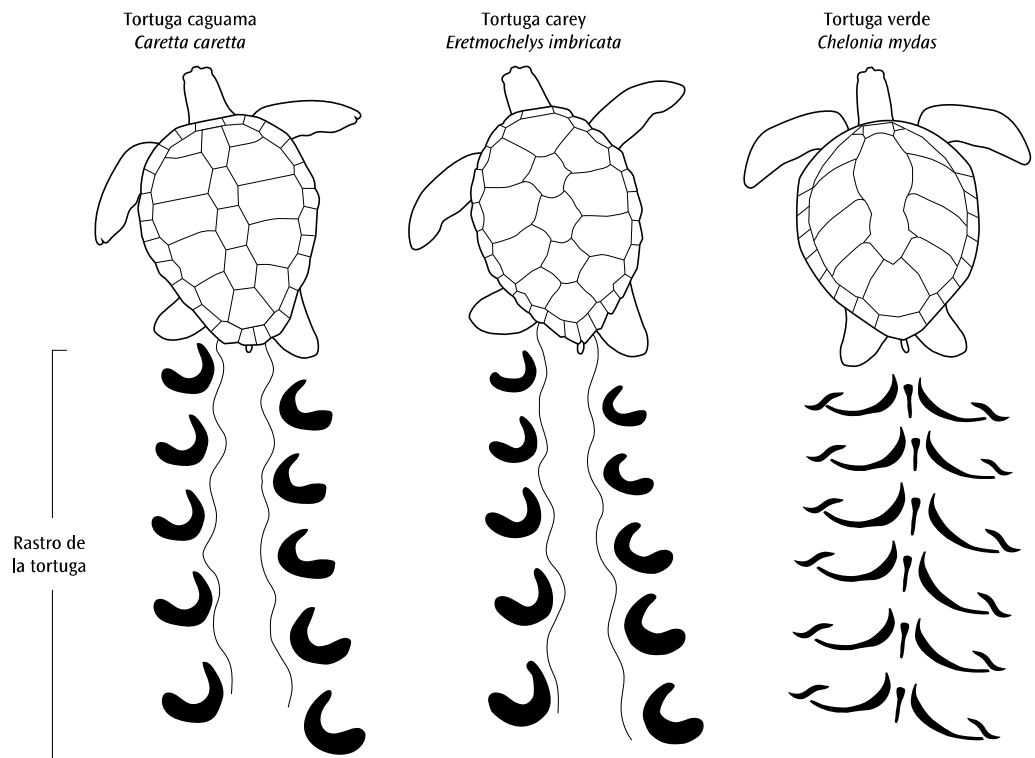
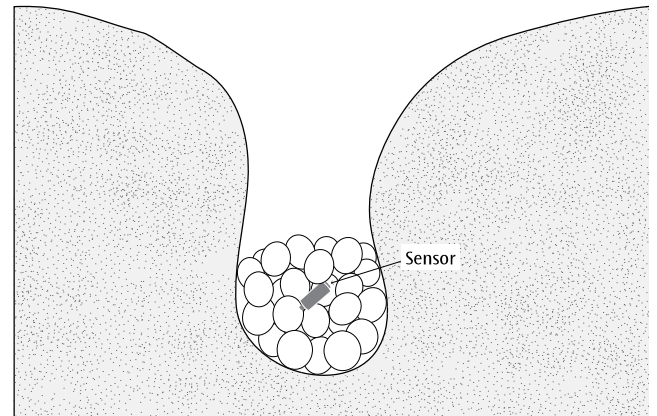


Figura 5.12 Tipos de rastros de tortugas marinas según la especie.

marcas asimétricas y oblicuas someras de entre 70 y 85 cm, con o sin surco central.

2. Marcar cada nido encontrado con huevos, con una vara y una etiqueta o estaca donde se anote fecha de puesta, especie y número de huevos (figura 5.8), y anotar la siguiente información:
 - Número del nido.
 - Ubicación del nido en el perfil de playa:

- Condición del nido (intacto, nacido, depredado, inundado).
- Número de huevos por nido.

a: anteplaya, b: posplaya (berma), c: duna (figura 5.10).

3. Borrar el rastro al terminar el análisis del nido para no confundirlo en un nuevo recorrido.
4. En caso de detectarse un varamiento de algún individuo de tortugas marinas, se



Figura 5.13 a) Nido de tortugas marinas cercado con los neonatos emergiendo. FOTO: HUGO RIVAS;

b) nido de *Caretta caretta* con neonatos emergiendo. FOTO: DORKA COBIÁN ROJAS/ PNG, y

c) nido de *Chelonia mydas* con neonatos emergiendo. ERIKA HERNÁNDEZ ORTIZ/CONANP

- Número de huevos sin desarrollo aparente.
- Pérdida del nido: inundación, saqueo, depredación, erosión, mareas extraordinarias, recalde de sargazo.

Se calculará el porcentaje de éxito de la eclosión como el número de huevos eclosionados (crías vivas + muertas) entre el total de huevos incubados o presentes en el nido, multiplicado por 100.

Se calculará el porcentaje de emergencia como el total de crías que emergen del nido entre el total de huevos, multiplicado por 100. Este indicador solamente se podrá calcular para nidos en corral de incubación, donde está garantizado monitorear el 100% de la nidada.

5.3 INDICADORES BIOLÓGICOS PARA EL MONITOREO DE TORTUGAS MARINAS EN ZONA MARINA Y SUS PROTOCOLOS

5.3.1 Indicador IB7-OC4. Abundancia relativa y densidad por especie

Contribuye a evaluar la importancia del área como sitio de alimentación, apareamiento y corredores biológicos.

5.3.2 Indicador IB8-OC4. Morfometría de los individuos capturados

En el área marina, la morfometría de las

tortugas permite determinar la frecuencia de las diferentes clases de talla que concurren a un área determinada y contribuye a estimar las tasas de crecimiento (Bolten, 2000). El resultado del análisis de las tasas de crecimiento puede ser un indicador de la calidad del hábitat y de la situación fisiológica (Chacón *et al.*, 2007).

5.3.3 Protocolos para la medición de los indicadores IB7-OC4 e IB8-OC4

Los monitoreos en área marina se realizarán dos veces al año: una durante la época de anidación (tratando de que coincida con la época de anidación de mayor cantidad de especies de tortugas marinas) y otra fuera de la época de anidación.

1. Realizar recorridos con equipo de buceo libre para avistamiento y captura de individuos, apoyados preferiblemente con una lancha de motor fuera de borda de 40 HP. La tripulación debe estar integrada por un capitán de lancha, un asistente y 2-3 buzos. La distancia del recorrido dependerá de las características del sitio y el ancho dependerá de la visibilidad del sitio. Las técnicas a utilizar para realizar avistamientos y captura de tortugas marinas son:

- Buceo libre (snorkel) (figura 5.14): Esta técnica se utilizará en los arrecifes con-



Figura 5.14 Monitoreo de tortugas marinas en buceo libre (snorkel).
FOTO: ©HBAHENA/ECOSUR

siderados someros (no mayores a 10 m de profundidad). El trabajo se lleva a cabo con equipo básico de snorkel (aletas y visor). Se emplearán dos o más buzos en el agua, dependiendo de la visibilidad, para cubrir el ancho del parche arrecifal.

- Arrastre (*manta-tow*) (figura 5.15): Esta técnica se aplicará en lugares con profundidades mayores a 7 m. La técnica consiste en arrastrar a un buzo con la lancha, con equipo básico de snorkel (aletas y visor), agarrado a una tabla (*manta-tow*). La tabla estará unida a la lancha con una cuerda de 18 m, para evitar que las burbujas producidas por la propela y el escape del motor le impidan al buzo tener buena visibilidad.



Figura 5.15 Monitoreo de tortugas marinas utilizando la técnica de arrastre (*manta-tow*).
FOTO: ©HBAHENA/ECOSUR

2. Durante cada recorrido registrar todos los ejemplares que sean avistados.
3. Seguir los ejemplares a nado y, si es posible, capturarlos con las manos, para luego subirlos a la lancha para tomarles datos biométricos y muestras biológicas. Dependiendo de la profundidad, se utilizará solo equipo de buceo libre o bien, equipo de buceo scuba. Cuando se utilice equipo de buceo scuba, bajarán dos buzos siguiendo los protocolos de seguridad del buceo. Las capturas se realizarán cuando los ejemplares hagan un alto en su nado para alimentarse o se encuentren reposando entre parches de coral. Para

facilitar y asegurar la captura, se puede seguir a cada ejemplar y esperar a que ascienda a la superficie a respirar.

4. En cada recorrido anotar la siguiente información:
 - Fecha.
 - Sitio.
 - Profundidad del sitio.
 - Recorrido: marcar las coordenadas geográficas del punto de partida y el final.
 - Tipo de fondo: arrecife, pastos marinos, algas, arena, etc.
 - Visibilidad: desde una perspectiva horizontal.

Cuadro 5.4 **Planillas de registro de datos de tortugas marinas.
Monitoreo en área marina**

INFORMACIÓN DEL OBSERVADOR
 Nombre: _____ E-mail (opcional): _____
 País: _____ Institución / Organización (opcional): _____

INFORMACIÓN DEL SITIO OBSERVADO
 Fecha (dd/mm/aa): ____/____/____ Nombre del sitio: _____
 Coordenadas GPS: (Inicio) Latitud (N/+): _____ Longitud (W/-): _____
 (Fin) Latitud (N/+): _____ Longitud (W/-): _____
 Profundidad (m ____ / ft ____): _____ Prof. medida con: Computador buceo ____ Sonar ____ Cuerda ____ Visual ____
 Visibilidad / transparencia - Vertical (m ____ / ft ____): _____ Método de medición: Disco Secchi ____ Visual ____
 País: _____ Estado / Provincia: _____
 Población cercana: _____ Área natural protegida (ANP): Sí ____ No ____
 Nombre del ANP: _____
 Temperatura del agua (°C ____ / °F ____): _____ Temperatura del agua medida en: Superficie ____ Fondo ____
 Temperatura del agua medida con: Computadora de buceo ____ Termómetro ____
 Técnica de monitoreo: Manta tow ____ Buceo libre ____
 Tipo de fondo: Arrecife ____ Pastos marinos ____ Algas ____ Arena ____

Hora	Especie	Observada / capturada	Actividad	Talla estimada	LSCC	ACC	Sexo	Número marca	Estado físico

Categorías a utilizar en el llenado de la plantilla:

Especie CM: *Chelonia mydas*, EI: *Eretmochelys imbricata*, CC: *Caretta caretta*, DC: *Dermochelys coriacea*

Actividad: FOR: forrajeo, AP: apareamiento, DES: desplazamiento, REP: reposo

Estado físico: CIC: cicatrices, PR: propelazos, HER: heridas, MOR: mordidas, FIB: fibropapilomas

- Hora: anotar hora de inicio y final del recorrido.
 - Técnica de monitoreo: buceo libre o manta-tow.
5. Al avistar una tortuga, anotar la siguiente información (cuadro 5.4):
- Hora de avistamiento.
 - Profundidad del lugar de avistamiento
 - Especie (figura 5.3).
 - Talla estimada de individuos observados: cada tortuga que se aviste será seguida en su momento, hasta lograr un máximo acercamiento para calcular la talla, la cual se clasificará en intervalos de 10 cm.
 - Actividad que desarrollaban durante la observación (forrajeo, apareamiento, desplazamiento, reposo u otros).
6. Al capturar una tortuga se anotará la siguiente información (cuadro 5.4):
- Especie (figura 5.4).
 - Actividad que desarrollaba durante la captura (forrajeo, apareamiento, desplazamiento, reposo u otros).
 - Número de la marca: marcas metálicas modelo 681C de la National Band and Tag Company (NBTC), proporcionadas por la Coordinación del Programa Nacional para la Conservación de Tortugas Marinas en México. Estas marcas fueron colocadas en los bordes posteriores de las aletas delanteras, en

una posición proximal entre la primera y segunda escama, para evitar causar daño al cuerpo por la fricción de ellas al desplazarse (Balazs *et al.*, 1995).

- Morfometría (figura 5.4):
 - Largo curvo estándar del carapacho (LSCC): desde el punto anterior donde la piel se une al escudo nucal hasta el extremo posterior de la superficie dorsal.
 - Ancho curvo del carapacho (ACC): distancia de borde a borde de la parte más ancha de éste, y perpendicular al eje longitudinal del cuerpo.
- Sexo de individuos capturados: se tomará en cuenta la longitud de la cola, que es la característica sexual más importante en las tortugas adultas. Aquellas tortugas muy grandes cuyas colas se extiendan más allá del margen posterior del carapacho serán consideradas machos. Las tortugas adultas cuyas colas sobresalgan ligeramente del carapacho serán consideradas hembras. Para las tortugas marinas juveniles-subadultos (<de 85 cm), la relación longitud de la cola-sexo no se conoce (Bolten, 2000), por lo cual no se definirá el sexo.
- Estado físico general.
 - Cicatrices, propelazos, heridas por cuerda (figura 5.6).
 - Presencia de tumores (fibropapilomas) (figura 5.7), según el Protocolo de fibropapilomatosis (Muñoz-Tenería *et al.*, 2016).

7. Tomar una fotografía de cada individuo capturado.

Se calculará la abundancia relativa dividiendo el número total de tortugas registradas NTTR (tortugas avistadas y tortugas capturadas) con las distintas técnicas empleadas en el muestreo (buceo libre o *manta-tow*) entre los minutos de recorrido, multiplicado por 60.

$$\text{Tortugas por hora} = \text{NTTR} / \text{minutos} \times 60$$

Se calculará la densidad de tortugas por hectárea, dividiendo el número total de tortugas registradas NTTR (tortugas avistadas y tortugas capturadas) con las distintas técnicas empleadas en el muestreo (buceo libre o *manta-tow*), entre el área de muestreo cubierta (m²), multiplicada por 10 000 (ha)

$$\text{Tortugas por hectárea} = \text{NTTR} / \text{m}^2 \text{ muestreados} \times 10\,000$$

Se calculará la densidad lineal de tortugas dividiendo el número total de tortugas registradas NTTR (tortugas avistadas y tortugas capturadas) con las distintas técnicas empleadas en el muestreo (buceo libre o *manta-tow*) entre los metros lineales recorridos, multiplicado por 1 000 (km).

$$\text{Tortuga por distancia lineal recorrida} = \text{NTTR} / \text{m recorridos} \times 1\,000$$

Se calcularán las medias de las mediciones de largo curvo y ancho curvo de los individuos medidos por especie en cada sitio de avistamiento o captura.

Se calculará la prevalencia de fibropapilomas como el número de individuos de cada especie, con presencia de fibropapilomas, entre el número total de individuos de la especie.

REFERENCIAS

- Aguirre, A.A. y P.L. Lutz. 2004. Marine turtles as sentinels of ecosystem health: is fibropapillomatosis an indicator? *EcoHealth* 1(3): 275-283.
- Balazs, G.H., M. Rice, S.K. Murakawa y G. Watson. 1995. Growth rates and residency of immature green turtles at Kiholo Bay, Hawaii. *Eighteenth International Sea Turtle Symposium* 122: 283-285.
- Bolten, A.B. 2000. Techniques for measuring sea turtles. *Research and management techniques for the conservation of sea turtles* 4: 110-114.
- Broderick, A.C., F. Glen, B.J. Godley y G.C. Hays. 2002. Estimating the number of green and loggerhead turtles nesting annually in the Mediterranean. *Oryx* 36(3): 227-235.

- Broderick, A.C., F. Glen, B.J. Godley y G.C. Hays. 2003. Variation in reproductive output of marine turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 288(1): 95-109.
- Chacón, D., B. Dick, E. Harrison, L. Sarti y M. Solano. 2007. *Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica*. Secretaría Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), San José, Costa Rica.
- Eckert, K.A., K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly. 2000. Research and management techniques for the conservation of sea turtles. *Chelonian Conservation and Biology* 3(3): 538-538.
- FAO. 1971. Anuario estadístico de pesca, capturas y desembarques, 1970. Tabla B72, Yb. Fishery Statistics.
- Hart, K.M., P. Mooreside y L.B. Crowder. 2006. Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: going with the flow. *Biological Conservation* 129(2): 283-290.
- Laloë, J.O., N. Esteban, J. Berkel y G.C. Hays. 2016. Sand temperatures for nesting sea turtles in the Caribbean: Implications for hatchling sex ratios in the face of climate change. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 474: 92-99.
- Márquez-Millán, R. y M. Garduño Dionate. 2014. *Tortugas marinas*. Inapesca. México.
- Márquez-Millán, R. 1996. *Las tortugas marinas y nuestro tiempo*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Miller, J.D. 1999. Determining clutch size and hatching success. En: Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (eds.). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN, SSC Marine Turtle Specialist Group Publication 4, pp.124-129.3
- Mrosovsky, N. 1994. Sex ratios of sea turtles. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology* 270(1): 16-27.
- Muñoz-Tenería, F., R.L. Herrera-Pavón, A.C. Negrete-Philippe, P.M. Work, V. Labrada-Martagón y M. González-Hernández. 2016. Evaluación de presencia de fibropapilomas en las tortugas marinas de Quintana Roo. Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Conanp. Procer/DRPYCM/261/2015.
- Pritchard, P.C.H. y J.A. Mortimer. 2000. Taxonomy, external morphology, and species Identification. En: Eckert, K., K. Bjorndal, F. Abreu-Grobois y M. Donnelly (eds.). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4, 1999. Pennsylvania, pp. 23-41.
- Santos, A.J.B., C. Bellini, D.H.G. Vieira, L.D. Neto y G. Corso. 2013. Northeast Brazil shows highest hawksbill turtle nesting density in the South Atlantic. *Endangered Species Research* 21(1): 25-32.
- SWOT Scientific Advisory Board. 2011. The State of the World's Sea Turtles (SWOT) Minimum Data Standards for Nesting Beach Monitoring, version 1.0. Handbook. Arlington, VA.
- Work, T.M. 2000. *Sea turtle necropsy manual for biologists in remote refuges*. National Wildlife Health Center, Hawaii Field Station. Hawaii.
- Zárate, P., K.A. Bjorndal, M. Parra, P.H. Dutton, J.A. Seminoff y A.B. Bolten. 2013. Hatching and emergence success in green turtle *Chelonia mydas* nests in the Galápagos Islands. *Aquatic Biology* 19(3): 217-229.