

Capítulo VI. Tiburones y rayas

AUTORES

Susana Perera-Valderrama, María del Pilar Blanco-Parra, Frida Lara-Lizardi, Edgar Mauricio Hoyos-Padilla, James Ketchum, 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, María del Carmen García-Rivas

Perera-Valderrama, S., M.P. Blanco-Parra, F. Lara-Lizardi, E.M. Hoyos-Padilla, J. Ketchum, 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 VI: Tiburones y rayas. 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. 141-155.

Los tiburones y las rayas tienen un papel esencial como depredadores tope y medianos, respectivamente, en los ecosistemas marinos que habitan, y ocupan los últimos eslabones de la cadena trófica (Heithaus *et al.*, 2008); desempeñan funciones de control sobre poblaciones de numerosas especies marinas (Myers *et al.*, 2007), con lo que contribuyen a mantener el equilibrio con sus competidores, garantizando así la diversidad de especies (Myers y Worm, 2005). Su presencia mantiene el equilibrio de las cadenas tróficas en los principales ecosistemas que habitan (Terborgh y Estes, 2010); por ejemplo, su eliminación en el arrecife desencadenaría el conocido efecto en cascada, pues dispararía la proliferación de sus competidores carnívoros, lo cual incidiría negativamente en las poblaciones de sus presas y de sus competidores carnívoros (peces) (Brunnschweiler, 2010). La ausencia de herbívoros, a su vez, conduciría a una proliferación de algas que compiten por el espacio con los corales. Esto podría contribuir a un cambio de fase en el ecosistema hacia un estado dominado por algas (Dulvy *et al.*, 2004).

La pesca de tiburones en México es una actividad importante desde el punto de vista económico y social: se encuentra entre los primeros diez países en producción

mundial y más de 90% de la producción es destinada al consumo nacional (DOF, 2007). Los tiburones, sin embargo, son un recurso pesquero vulnerable y susceptible a la sobrepesca, con un bajo potencial reproductivo, un reducido número de crías, largos periodos de gestación, crecimiento lento y una madurez sexual tardía (Castro, 1993). Por estos motivos, en México, numerosas especies han visto sus poblaciones disminuidas significativamente. A la vez, estas especies son utilizadas como atractivo turístico en varias zonas costeras de México, y su presencia ha sido motivo de creación de ANP en diferentes regiones del país (Hoyos *et al.*, 2014).

En el Caribe mexicano, los tiburones ocupan el cuarto lugar en la producción pesquera (Blanco-Parra *et al.*, 2016). En el estado de Quintana Roo, en 2013, los elasmobranquios representaron 6.5% de la captura total del estado en peso desembarcado (Blanco-Parra *et al.*, 2016). Los tiburones toro (*Carcharhinus leucas*), tigre (*Galeocerdo cuvier*) y martillo (*Sphyrna mokarran*) son tres de las siete especies más capturadas en el Caribe mexicano (Blanco-Parra *et al.*, 2016).

El conocimiento de los patrones de movimiento de los tiburones en el Caribe mexicano permanece incompleto debido a que la gran mayoría de las especies son difíciles de estudiar en su medio (Hoyos *et al.*, 2014). Aún se desconocen varios aspectos biológicos, el uso de hábitat y ecología trófica de estas especies.

El conocimiento de los factores biológicos, geográficos y ambientales responsables de los patrones de distribución, la diversidad y el uso del hábitat de los tiburones puede ayudar a informar a los tomadores de decisiones acerca de las estrategias de manejo (Barker y Schluessel, 2005). En este sentido, es necesario mantener acciones de monitoreo efectivas para estas especies, tanto en su hábitat natural como en sus áreas de reproducción y crianza, que constituyen hábitats críticos para mantener la continuidad del reclutamiento (Heupel *et al.*, 2007).

6.1 INDICADORES BIOLÓGICOS PARA EL MONITOREO DE TIBURONES Y RAYAS Y SUS PROTOCOLOS

6.1.1 Indicador IB1-OC5. Diversidad de especies

En la actualidad, los elasmobranquios (tiburones y rayas) son uno de los grupos de animales marinos más amenazados a nivel mundial (Lucifora *et al.*, 2011). Por esta razón, resulta de vital importancia el conocimiento adecuado de su diversidad (Camhi *et al.*, 2007). El diseño de estrategias de conservación para tiburones y rayas depende del conocimiento básico de la distribución y diversidad de las especies (Barker y Schluessel, 2005). Además, evaluar las poblaciones de tiburones y rayas nos ayuda a determinar qué sitios presentan una mayor complejidad ecológica (Heithaus *et al.*, 2008). Áreas con una riqueza moderada de especies de elasmobranquios han mostrado tener una alta riqueza funcional, lo cual indica que hay especies que tienen funciones únicas dentro de los ecosistemas y, por tanto, tienen una baja redundancia funcional (ecológica) (Hussey *et al.*, 2015). De esta forma, la presencia de varias especies que cumplen un mismo rol ecológico pueden ser indicadoras de una mayor resiliencia del ecosistema (Palumbi *et al.*, 2009).

6.1.2 Indicador IB2-OC5. Abundancia relativa por especie

La abundancia poblacional es un indicador básico para el manejo de un recurso. En el estudio de tiburones y rayas se han desarrollado técnicas que calculan la abundancia relativa por especie, la cual representa la probabilidad de observación e indica su importancia como regulador del ecosistema (Santana-Garcon *et al.*, 2014). La abundancia relativa se calcula a partir de la relación que hay entre el número de individuos observados de una especie y un referente en tiempo, área, arte de pesca o esfuerzo pesquero (Brooks *et al.*, 2011) y es calculada con el fin de conocer el estado de

las poblaciones de tiburones y rayas en una región determinada (Bond *et al.*, 2012). El número de individuos de una población es un indicador del estado de salud de esta y representa un indicador del estado de los ecosistemas debido a las interacciones tróficas que se presentan (Kacev *et al.*, 2017). Cuando disminuye el tamaño de una población de tiburones y rayas se genera un efecto cascada en la cadena trófica y, por tanto, un cambio en la estructura de los ecosistemas con consecuencias para la conservación de la biodiversidad de estos (Myers *et al.*, 2007). Estudios en rayas han demostrado que después de una explotación prolongada ocurren cambios en la cantidad y en la variedad de las especies: especies de tallas grandes desaparecen y aumenta la cantidad de especies pequeñas (Dulvy *et al.*, 2000).

6.1.3 Indicador IB3-OC5.

Proporción de sexos y madurez sexual

En la historia de vida de los tiburones y las rayas, la proporción de sexos y la madurez sexual determinan determinan la resiliencia de sus poblaciones ante las amenazas antropogénicas y sirven como indicadores del riesgo que tienen las especies a la extinción o a la disminución drástica de sus poblaciones (Carrier *et al.*, 2012). La proporción de sexos permite conocer la capacidad de incremento de su población o potencial reproductivo (Smith *et al.*, 1998). Una proporción 1:1 entre machos y hembras adultas en determinado sitio puede indicar que se trata de una zona de apareamiento o un área de crianza (Salomón-Aguilar *et al.*, 2009). Además, es importante conocer si existe segregación por sexo, puesto que se ha comprobado que machos y hembras pueden tener una función trófica distinta en cada ecosistema (Mucientes *et al.*, 2009). Junto con la proporción de sexos, la madurez sexual ayuda a conocer el potencial reproductivo de las especies (Stehmann, 2002); brinda información sobre potenciales áreas de crianza

y zonas de reproducción (Heupel *et al.*, 2007); es un índice básico para manejar las poblaciones de tiburones y rayas en áreas prioritarias o vulnerables, y permite generar modelos poblacionales que permitan predecir el futuro de las especies (Stehmann, 2002).

6.1.4 Indicador IB4-OC5.

Estructura de tallas de la población

Conocer la conformación de tallas de una población es fundamental para predecir el efecto de actividades antropogénicas, como la sobrepesca, en estos organismos (Stevens *et al.*, 2000). Los tiburones y las rayas se caracterizan por tener un crecimiento lento, por lo que la pérdida de organismos de tallas grandes implica un riesgo elevado para la población (Kacev *et al.*, 2017). La estructura de tallas permite conocer las características estructurales de la población, en cuanto a grupos de edades, identificar zonas de distribución de neonatos, juveniles y adultos, e identificar zonas de crianza que requieren una protección especial (Cailliet *et al.*, 2006).

6.1.5 Indicador IB5-OC5.

Composición específica de la dieta

Los elasmobranquios son frecuentes depredadores tope de los ecosistemas en que habitan (Myers *et al.*, 2007). La posición de los tiburones en la parte superior de muchas redes alimentarias marinas juega un papel importante en la regulación (Baum y Worm, 2009). La información sobre la composición de sus dietas es esencial para entender las relaciones tróficas y los flujos de energía dentro de los ecosistemas (Weatherbee *et al.*, 2004). Asimismo, esta información sirve para entender la historia natural, la función en el ecosistema marino y el impacto en la depredación de una especie en particular (Kacev *et al.*, 2017). Un nicho trófico más amplio sugiere que la especie tiene la capacidad de buscar sus alimentos en un espacio geográfico más amplio y de fuentes distintas; por el contra-

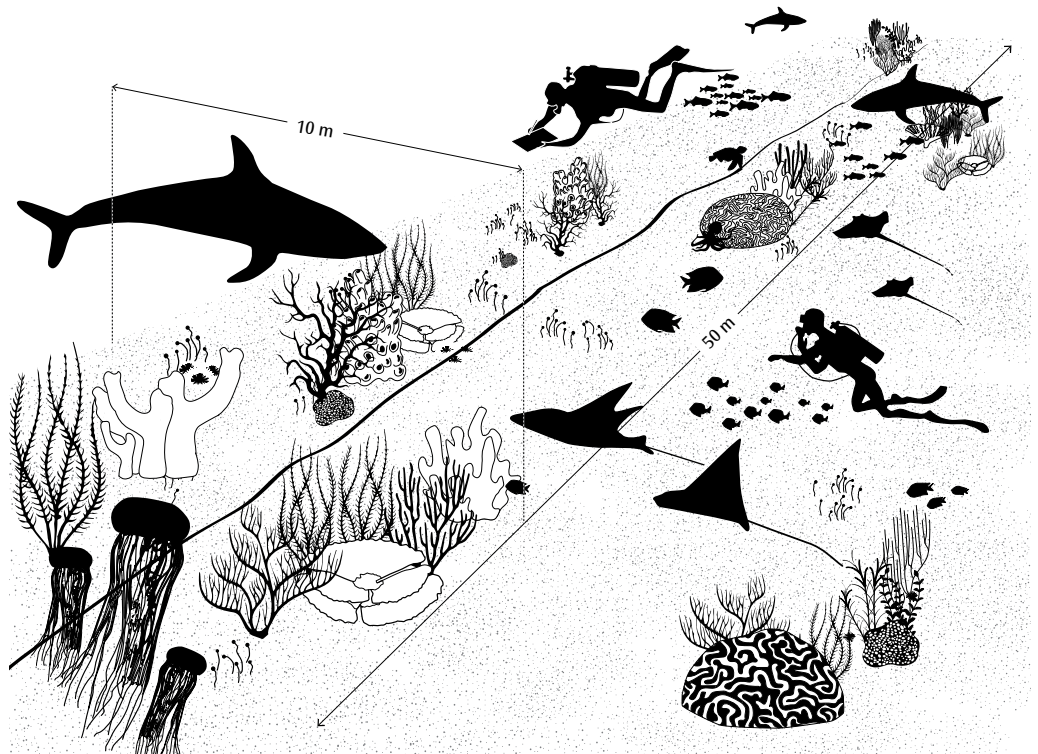


Figura 6.1 Transectos en banda de 50 metros para el monitoreo de tiburones.

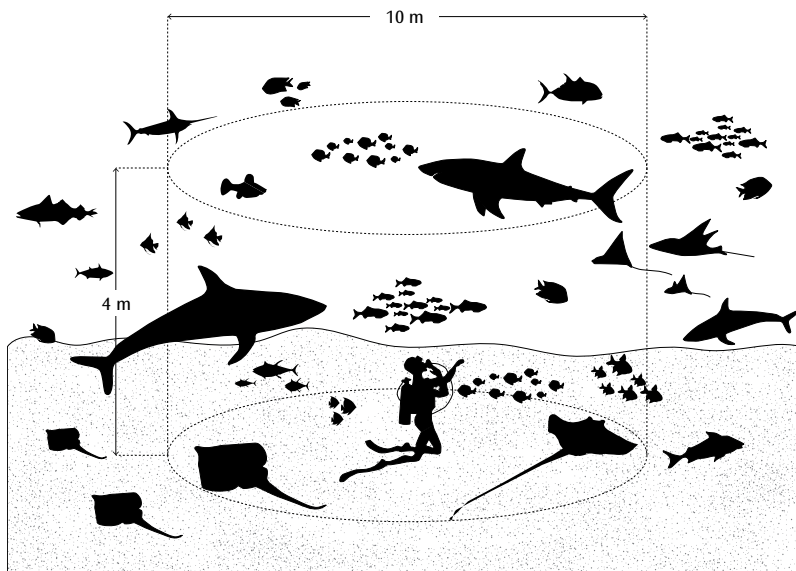


Figura 6.2 Censos de barrido para el monitoreo de tiburones.

rio, un nicho trófico más restringido indica que la especie es más vulnerable (Sunday *et al.*, 2015).

6.1.6 Protocolos para la medición de los indicadores del IB1-OC5 al IB5-OC5

6.1.6.1 Monitoreo de recorrido (submarino y aéreo)

1. Realizar, dos o tres veces al año (en diferentes épocas) en cada sitio. Utilizar dos observadores por transecto con equipo de buceo autónomo.
2. Realizar seis transectos en banda de 50 m de largo en línea recta por 10 m de ancho (figura 6.1). La distancia entre transectos y la ubicación de los mismos (paralelos o uno a continuación del otro) dependerá de las características del sitio de muestreo. Se recomienda mantener una distancia mínima de 5 m entre transectos.
3. Realizar además dos censos estacionarios en punto fijo (figura 6.2), al inicio y al final de cada transecto, los cuales consisten en registrar todos los tiburones y las

**Cuadro 6.1 Planilla de registro de datos de tiburones y rayas.
Censos submarinos**

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): Si ____ 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 ____	
Tipo de fondo: Arrecife ____ Pastos marinos ____ Algas ____ Arena ____	
Fuerza de la corriente: Fuerte ____ Media ____ Regular ____	

Especie	Sexo	Madurez	Talla estimada	Posición respecto al observador	Distancia respecto al observador	Número foto

rayas que están presentes dentro de un cilindro de 10 m de diámetro y 4 m de altura, durante 5 minutos. De esa forma se estimará la diversidad, abundancia y densidad de tiburones para cada sitio.

4. Si se puede realizar el censo aéreo, utilizar un vehículo no tripulado o dron en transectos de 15 minutos en la misma área donde se realicen los censos submarinos. Con una ruta definida será posible determinar la abundancia y densidad de tiburones en cada sitio.

5. En cada recorrido anotar la siguiente información (cuadro 6.1):

- Fecha del recorrido.
- Hora del recorrido.
- Coordenadas iniciales del sitio de monitoreo.
- Temperatura superficial del mar.
- Fuerza de corriente.

- Visibilidad estimada en metros.
 - Tiempo de vuelo y distancia recorrida (para recorrido aéreo).
6. Registrar para cada individuo (tiburones y rayas) (cuadro 6.1):
- Especie. Debe contar con una guía de campo para la identificación de las especies. Se deberá tomar fotografías para apoyar la identificación.
 - Sexo. De acuerdo con la presencia de gonopterigios en machos (figura 6.3).
 - Madurez. De acuerdo con la talla y marcas de reproducción.
 - Talla estimada. La talla furcal, es decir, del morro a la base de la aleta caudal. Se utilizarán dos láser para calcular la talla mediante fotometría.
 - Posición y distancia del individuo con respecto al observador.
 - Fotografía del individuo.

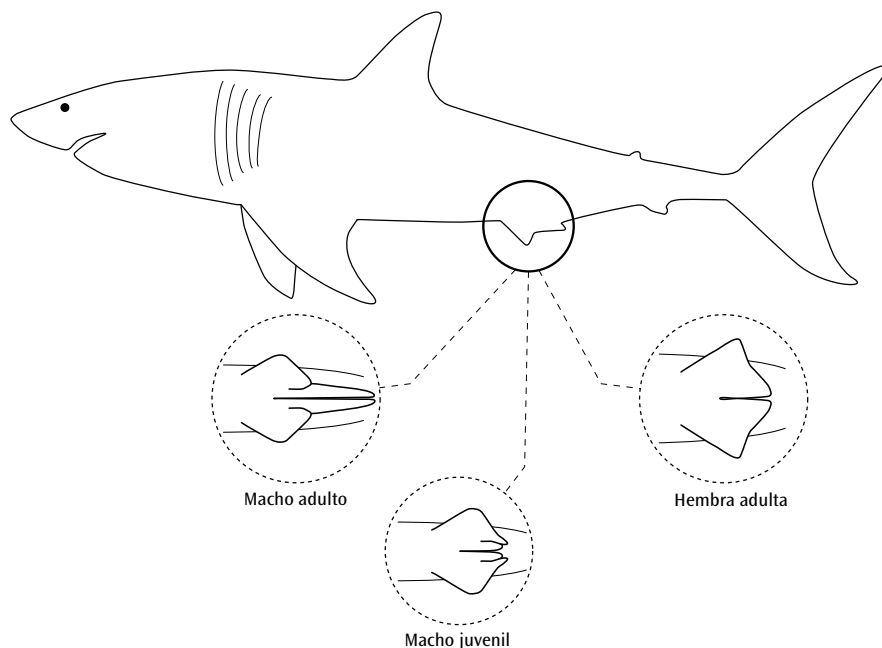


Figura 6.3 Dimorfismo sexual en tiburones y rayas.

Cuadro 6.2 Planilla de registro de datos de tiburones y rayas. Monitoreo mediante análisis de capturas

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 ___): _____ Profundidad 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): Si ___ 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 ___
 Tipo de fondo: Arrecife ___ Pastos marinos ___ Algas ___ Arena ___
 Volumen de captura: ___ Esfuerzo de pesca: ___

Especie	Sexo	Peso	Tiburones				Rayas			Número de foto	Longitud del gonopterio	Estado del gonopterio	Presencia de ovocitos fecundados	Diámetro de ovocito >	Número de embriones	Sexo embriones
			L	L	L	L	L	A	L							

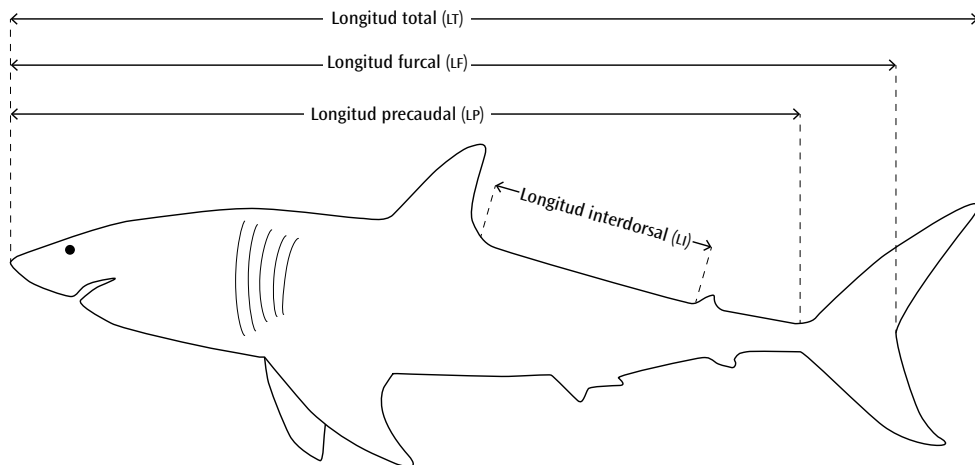


Figura 6.4 Mediciones morfológicas en tiburones. Longitud total (LT), longitud furcal (LF), longitud precaudal (LP), longitud interdorsal (LI).

6.1.6.2 Monitoreo mediante análisis de capturas

Este monitoreo se puede realizar de dos maneras: acompañando cuando sea posible a los pescadores en las jornadas de pesca o en los sitios de desembarco de las pesquerías costeras.

1. De cada viaje de pesca anotar (cuadro 6.2):
 - Volumen de captura (kg).
 - Fauna acompañante de la captura
 - Esfuerzo de pesca (tamaño del arte, número de anzuelos, tiempo de calado).
2. Durante el levante del arte (palangre o red de enmalle) o en los desembarcos, registrar para cada individuo (tiburones y rayas) (cuadro 6.2):
 - Fecha de la captura.
 - Hora de la captura.
 - Especie.
 - Fotografía de la especie.
 - Peso.
 - Morfometría (tiburones) (figura 6.4).
 - Longitud total (LT).
 - Longitud furcal (LF).
 - Longitud precaudal (LP).
 - Longitud interdorsal (LI).
 - Morfometría (rayas) (figura 6.5).
 - Longitud del disco (LD).
 - Ancho del disco (AD).
 - Longitud total (LT) en el caso de especies con pedúnculo caudal.

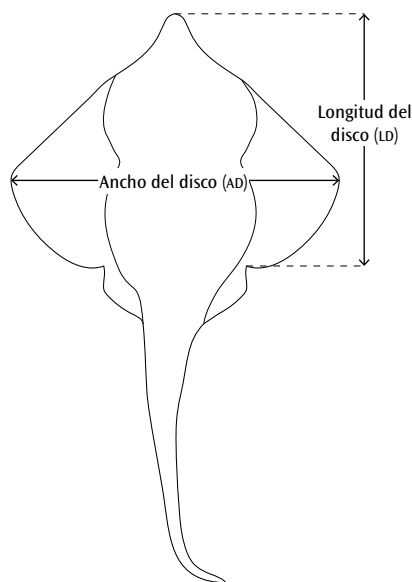


Figura 6.5 Mediciones morfológicas a rayas. longitud del disco (LD), ancho del disco (AD).

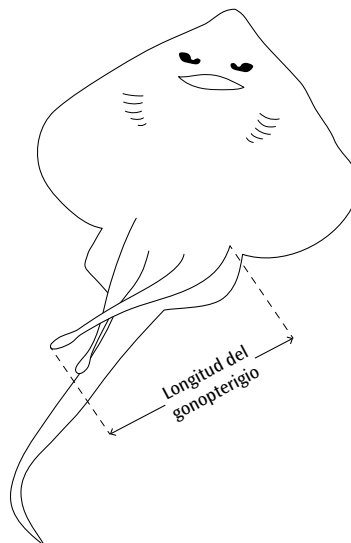


Figura 6.6 Longitud del gonopterigio.

Figura 6.7 Presencia de ovocitos maduros en los tiburones y rayas capturados (para hembras).
FOTO: ALEXEI RUIZ ABIERNO

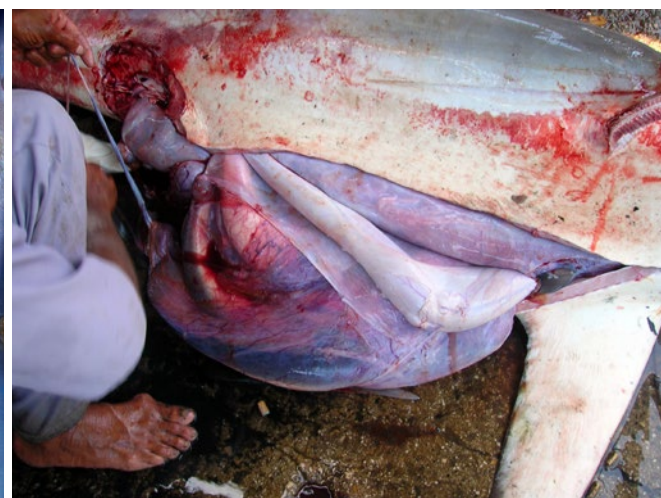
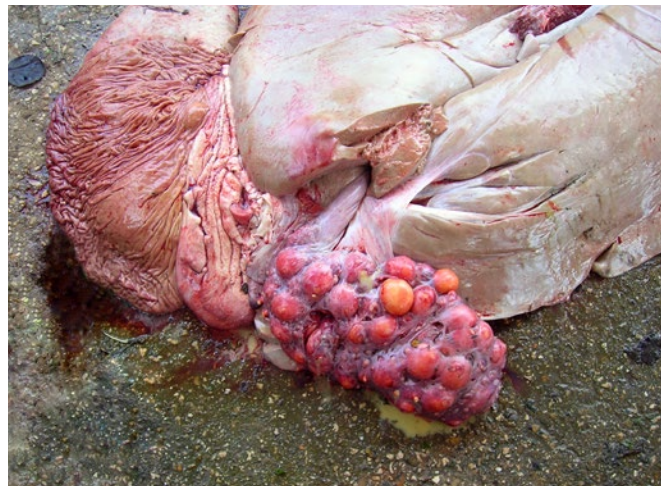


Figura 6.8 Presencia de embriones en hembras de tiburones capturados. FOTOS: ALEXEI RUIZ ABIERNO

- Peso.
- Sexo (figura 6.3).
- Longitud del gonopterigio (para machos) desde el punto de inserción en la aleta o cloaca hasta la punta (figura 6.6).
- Grado de calcificación del gonopterigio (para machos).
- Presencia de ovocitos fecundados (para hembras) (figura 6.7).
- Diámetro de ovocito más grande (para hembras).
- Número de embriones (para hembras) (figura 6.8).
- Sexo de los embriones (para hembras)
- Tamaño de los embriones y del saco vitelino si está presente.

6.1.6.3 Monitoreo utilizando dispositivos remotos de video con carnada (BRUVS)

Con el fin de evaluar la presencia de los tiburones en diferentes ambientes, se utilizarán dos tipos de dispositivos: 1) bentónicos y 2) pelágicos a la deriva.

Los BRUVS bentónicos se ubicarán en sitios de monitoreo que incluyan diferentes hábitats, desde lagunas arrecifales hasta pendientes arrecifales. Se pueden colocar sobre el fondo marino o a un metro de este. Consisten en una estructura que sirve de base para el sistema de grabación de video (por lo general, cámara GoPro), una pesa de plomo, un contenedor con carnada para atraer a las especies de peces, tiburones y rayas (ej. tiburón toro, gata, gris de arrecife, raya



blanca, etc.) y un sistema de líneas y boyas que mantiene el dispositivo a la vista desde la superficie (Shortis *et al.*, 2007; figura 6.9).

Los BRUVS pelágicos (en inglés, mid-water BRUVS), a diferencia de los BRUVS bentónicos, se colocan en la columna de agua y se desplazan en dirección de la corriente (figura 6.10). Consisten en sistemas de estabilización, flotación, grabación de video y un contenedor de carnada. La estabilización es proporcionada por las boyas superficiales, unidas mediante una línea madre y pesos en el extremo de la base, los cuales mantienen estables los equipos a una profundidad de 10 m, dependiendo de la velocidad de la corriente. De una a tres boyas mantienen las plataformas a flote, y están conectadas a la base. El sistema de video consiste en una cámara de video Go-Pro con dos láser paralelos a una distancia de 50 cm, para la obtención de tallas

en un posterior análisis (figura 6.11). Este tipo de BRUVS permite evaluar ambientes completamente pelágicos y registrar especies como el tiburón zorro, tiburón piloto, marlín rayado, pez vela.

- Durante la ubicación de los dispositivos, anotar (cuadro 6.3):
 - Temperatura.
 - Hábitat.
 - Profundidad.
 - Fuerza de corriente.
 - Visibilidad.
 - Oxígeno disuelto.
 - Salinidad.
- Durante el análisis de los videos que se hace cuadro a cuadro, anotar (cuadro 6.3):
 - Número de individuos por especie.

A partir de los videos obtenidos se calcula la abundancia máxima relativa, dada

Figura 6.9 Dispositivos remotos (BRUVS) bentónicos: a) dispositivo, b) colocación de un dispositivo desde la embarcación y c) imágenes obtenidas del dispositivo colocado en el fondo de un arrecife. FOTOS: DORKA COBIÁN ROJAS/PNG

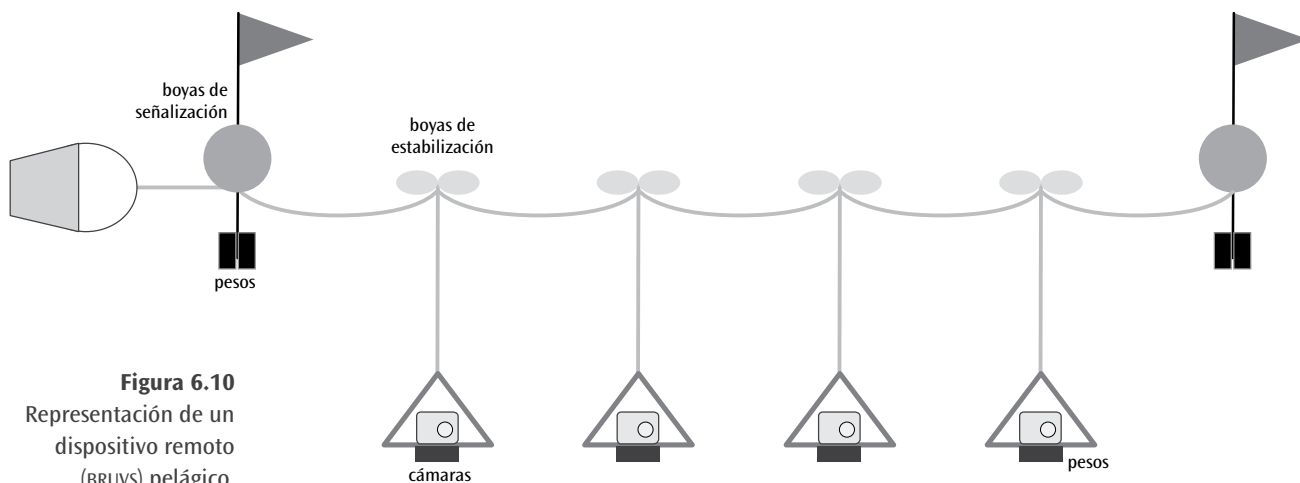


Figura 6.10
Representación de un
dispositivo remoto
(BRUVS) pelágico.

Cuadro 6.3 Planilla de registro de datos de tiburones y rayas. BRUVS

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/-): _____		
Hora lance: ____ Hora recogida: ____		
Profundidad (m __ / ft __): ____ Profundidad 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 __		
Tipo de fondo: Arrecife __ Pastos marinos __ Algas __ Arena __		
Fuerza corriente: ____ Oxígeno disuelto: ____ Salinidad: ____		
<i>Especie</i>	<i>Número de individuos</i>	<i>Minuto del video</i>

por el número máximo de individuos de cada especie que aparecen juntos al mismo tiempo en una toma o cuadro (MaxN).

Una vez obtenida la abundancia relativa (MaxN) en cada video, es posible realizar una estimación de la diversidad de especies, considerando el número de tibu-

rones y rayas por especie y número total, registrados en cada sitio.

Con base en los individuos en los que es posible determinar el sexo, se calculará una proporción entre machos y hembras.

De acuerdo con la talla, las marcas de apareamiento y la presencia de gonopter-

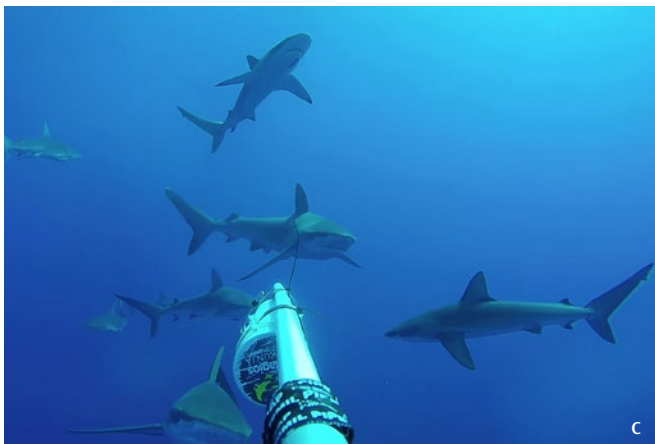
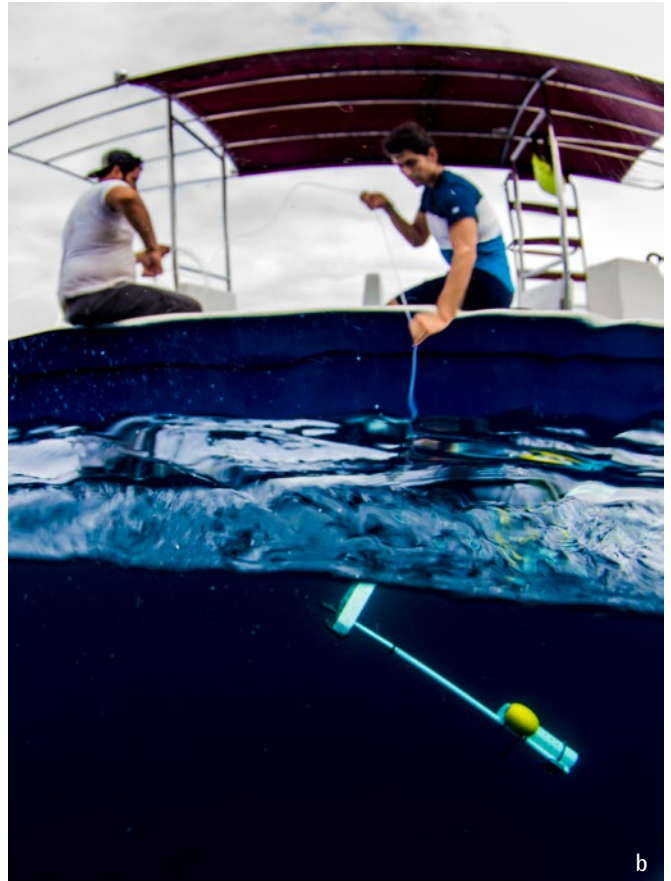


Figura 6.11
Dispositivos remotos (BRUVS) pelágicos a) Materiales necesarios para armar el dispositivo; b) lance del dispositivo, y c) tipo de resultado en video. FOTOS: MIGUEL GRAU

gios desarrollados (en el caso de los machos), será posible establecer la proporción de individuos adultos y juveniles para cada sitio.

Utilizando los datos de los censos submarinos y las estimaciones mediante BRUVS, será posible realizar una estimación general de la estructura de tallas de la población.

La precisión de los indicadores dependerá de cuántos individuos son registrados para cada especie y cuántos pudieron ser medidos de manera precisa. En caso de que se observe solo un individuo, su medición no es representativa de la población. En cambio, cuando se tienen varias mediciones, es posible estimar la estructura de tallas de la población.

6.1.6.4 Monitoreo ciudadano (guías de buceo o pescadores)

Para realizar este monitoreo se solicita a guías de buceo o pescadores con experiencia

en el área de estudio que, en caso de avistar individuos de tiburones o rayas durante su salida de buceo o de pesca, reporten la siguiente información (cuadro 6.4):

- Fecha del avistamiento o de la captura.
- Hora del avistamiento o de la captura.
- Nombre del sitio de avistamiento.
- Coordenadas del sitio de captura.
- Nombre común de la especie.
- Número de individuos.
- Fotografía de la especie.
- Morfometría.
 - Longitud total (LT).

6.2 MATERIALES Y EQUIPO NECESARIOS

- Equipo de buceo libre o autónomo
- Cinta métrica
- Tabla de anotar

Cuadro 6.4 Planilla de registro de datos de tiburones y rayas.
Monitoreo ciudadano (buzos)

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 __): _____	Profundidad 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): Si ____ 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 ____	
Tipo de fondo: Arrecife ____ Pastos marinos ____ Algas ____ Arena ____	

Especie	Longitud total estimada

- Pesas de plomo (2 libras cada una)
- Línea cúbica de plástico tipo palangre
- Cabos para los BRUVS
- Tubos de PVC
- GPS
- Sonda de conductividad, temperatura y profundidad (CTD)
- Boyas
- Anzuelos
- Cámaras (GoPro)
- Armazón de acero inoxidable para cámaras remotas
- Carnada
- Cemento

REFERENCIAS

Barker, M.J. y V. Schluessel. 2005. Managing global shark fisheries: suggestions for prioritizing management strategies. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15(4): 325-347.

Baum, J.K. y B. Worm. 2009. Cascading top-down

effects of changing oceanic predator abundances. *Journal of Animal Ecology* 78(4): 699-714.

Blanco-Parra, M.P., C.A. Niño-Torres, A. Ramírez González y E. Sosa Cordero. 2016. Tendencia histórica de la pesquería de elasmobranquios en el estado de Quintana Roo, México. *Revista Ciencia Pesquera* 24: 115-120.

Bond, M.E., E.A. Babcock, E.K. Pikitch, D.L. Abercrombie, N.F. Lamb y D.D. Chapman. 2012. Reef sharks exhibit site-fidelity and higher relative abundance in marine reserves on the Mesoamerican Barrier Reef. *PLoS one* 7(3): e32983.

Brooks, E.J., K.A. Sloman, D.W. Sims y A.J. Danylchuk. 2011. Validating the use of baited remote underwater video surveys for assessing the diversity, distribution and abundance of sharks in the Bahamas. *Endangered Species Research* 13(3): 231-243.

Brunnschweiler, J.M. 2010. The Shark Reef Marine Reserve: a marine tourism project in Fiji involving local communities. *Journal of Sustainable Tourism* 18(1): 29-42.

Cailliet, G.M., W.D. Smith, H.F. Mollet y K.J. Goldman. 2006. Age and growth studies of chondrichthyan fishes: the need for consistency in terminology,

- verification, validation, and growth function fitting. *Environmental Biology of Fishes* 77(3-4): 211-228.
- Camhi, M.D., S.V. Valenti, S.V. Fordham, S.L. Fowler y C. Gibson. 2007. *The Conservation Status of Pelagic Sharks and Rays: Report of the IUCN Shark Specialist Group Pelagic Shark Red List Workshop*. IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group. Newbury.
- Carrier, J.C., J.A. Musick y M.R. Heithaus. 2012. *Biology of sharks and their relatives*. CRC press.
- Castro, J. 1993. The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Env. Biol. Fish.* 38: 37-48.
- DOF. 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. Ciudad de México, México.
- Dulvy, N.K., R.P. Freckleton y N.V. Polunin. 2004. Coral reef cascades and the indirect effects of predator removal by exploitation. *Ecology letters* 7(5): 410-416.
- Dulvy, N.K., J.D. Metcalfe, J. Flanville, M.G. Pawson y J.D. Reynolds. 2000. Fishery stability, local extinctions, and shifts in community structure in skates. *Conservation Biology* 14(1): 283-293.
- Heithaus, M.R., A. Frid, A.J. Wirsing y B. Worm. 2008. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends in ecology & evolution* 23(4): 202-210.
- Heupel, M.R., J.K. Carlson y C.A. Simpfendorfer. 2007. Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. *Marine Ecology Progress Series* 337: 287-297.
- Hoyos, M., J. Loria, L. Lombardo, A. Maklovic y A. Antoniou. 2014. *Informe de las actividades del proyecto: Patrones de movimiento del tiburón toro (Carcharhinus leucas) en Quintana Roo y sus áreas de crianza en el Caribe mexicano*. Proyecto No. Conanp/Procedes/3051/2014. Conanp. Cancún, México.
- Hussey, N.E., M.A. MacNeil, M.C. Siple, B.N. Popp, S.F. Dudley y A.T. Fisk. 2015. Expanded trophic complexity among large sharks. *Food Webs* 4: 1-7.
- Kacev, D., T.J. Sippel, M.J. Kinney, S.A. Pardo y C.G. Mull. 2017. An introduction to modelling abundance and life history parameters in shark populations. *Advances in marine biology* 78: 45-87.
- Lucifora, L.O., V.B. García y B. Worm. 2011. Global diversity hotspots and conservation priorities for sharks. *PLoS One* 6(5): e19356.
- Mucientes, G.R., N. Queiroz, L.L. Sousa, P. Tarroso y D.W. Sims. 2009. Sexual segregation of pelagic sharks and the potential threat from fisheries. *Biology Letters* rsbl-2008.
- Myers, R.A., J.K. Baum, T.D. Shepherd, S.P. Powers y C.H. Peterson. 2007. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science* 315(5820): 1846-1850.
- Myers, R.A. y B. Worm. 2005. Extinction, survival or recovery of large predatory fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 360(1453): 13-20.
- Palumbi, S.R., P.A. Sandifer, J.D. Allan, M.W. Beck, D.G. Fautin, M.J. Fogarty, J.J. Stachowicz. 2009. Managing for ocean biodiversity to sustain marine ecosystem services. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7(4): 204-211.
- Salomón-Aguilar, C.A., C.J. Villavicencio-Garayzar y H. Reyes-Bonilla. 2009. Shark breeding grounds and seasons in the Gulf of California: fishery management and conservation strategy. *Ciencias Marinas* 35(4).
- Santana-Garcon, J., M. Braccini, T.J. Langlois, S.J. Newman, R.B. McAuley y E.S. Harvey. 2014. Calibration of pelagic stereo-BRUVs and scientific longline surveys for sampling sharks. *Methods in Ecology and Evolution* 5(8): 824-833.
- Smith, S.E., D.W. Au y C. Show. 1998. Intrinsic rebound potentials of 26 species of Pacific sharks. *Marine and Freshwater Research* 49(7): 663-678.
- Stehmann, M.F. 2002. Proposal of a maturity stages scale for oviparous and viviparous cartilaginous fishes (Pisces, Chondrichthyes). *Archive of Fishery and Marine Research* 50(1): 23-48.
- Stevens, J.D., R. Bonfil, N.K. Dulvy y P.A. Walker. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* 57(3): 476-494.
- Sunday, J.M., G.T. Pecl, S. Frusher, A.J. Hobday, N. Hill, N.J. Holbrook y R.A. Watson. 2015. Species traits and climate velocity explain geographic range shifts in an ocean-warming hotspot. *Ecology letters* 18(9): 944-953.
- Terborgh, J. y J.A. Estes. 2010. *Trophic Cascades: Predators, Prey and the Changing Dynamics of Nature*. Island Press, Washington D.C.
- Wetherbee, B.M., E. Cortés y J.J. Bizzarro. 2004. Food consumption and feeding habits. En: Carrier, J.C., J.A. Musick y M.R. Heithaus (eds.). *Biology of Sharks and their Relatives*. CRC press. 225-246.