



WWF

INFORME

2019

CONJUNTO DE HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS RÁPIDO DE TIBURONES Y RAYAS



Este proyecto fue una colaboración entre el Centro para Pesquerías Tropicales y Acuicultura Sostenible (Centre for Sustainable Tropical Fisheries and Aquaculture, CSTFA) de la Universidad James Cook en Australia, los autores de capítulos que han dado su tiempo libremente, y WWF.



ACERCA DE WWF

El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés) es una de las organizaciones independientes de conservación más grandes y con más experiencia en el mundo, con más de 5 millones de socios y una red global activa en más de 100 países. La misión de WWF es detener la degradación del ambiente natural del planeta y construir un futuro en el que los seres humanos vivan en armonía con la naturaleza, conservando la diversidad biológica del mundo, garantizando el uso sostenible de los recursos naturales renovables, y promoviendo la reducción de la contaminación y del consumo desmedido. WWF trabaja para revertir el declive en poblaciones de tiburones a través de la iniciativa global *Tiburones: Restaurando el Balance*.

www.panda.org
sharks.panda.org



ACERCA DE CSTFA

El Centro para Pesquerías Tropicales y Acuicultura Sostenible (CSTFA por sus siglas en inglés) enfoca sus investigaciones no sólo en los sistemas acuáticos y de acuicultura que producen alimentos sino también en las industrias y comunidades que los utilizan. Las colaboraciones multidisciplinares entre nuestros investigadores proporcionan sinergias para abarcar problemas significativos de investigación en de una manera no factible para grupos individuales de investigadores. El CSTFA ofrece resultados de investigaciones sobre la producción alimentaria sostenible para administradores de recursos tanto locales, estatales, federales como internacionales, tanto en el sector público como el privado. Esto nos hace un actor clave para ayudar a asegurar una producción alimentaria en los trópicos para futuras generaciones.

www.jcu.edu.au/tropical-fisheries-and-aquaculture



WWF agradecen a Disney Conservation Fund y a Shark Conservation Fund por su apoyo económico y de otra índole para la elaboración y difusión de este conjunto de herramientas.

La traducción de esta publicación al español fue posible gracias al amable apoyo del Shark Conservation Fund. La impresión fue posible gracias al amable apoyo de WWF Alemania.

AUTORA PRINCIPAL:

Cassandra L Ribgy, Universidad James Cook

AUTORES:

TAXONOMÍA

Cassandra L Ribgy, Universidad James Cook
William T White, CSIRO National Research Colecciones Nacionales de Investigación Australia

GENÉTICA

Sharon Appleyard, CSIRO National Research Colecciones Nacionales de Investigación Australia

ESTUDIOS DE MERCADO Y DE CRIADEROS

Cassandra L Ribgy, Universidad James Cook
William T White, CSIRO National Research Colecciones Nacionales de Investigación Australia
Fran Humber, Conservación Blue Ventures
Victoria Jeffers, Conservación Blue Ventures

BRUVS

Michelle Heupel, Instituto Australiano de Ciencias del Mar
Colin Simpfendorfer, Universidad James Cook

ETIQUETADO Y SEGUIMIENTO

Michelle Heupel, Instituto Australiano de Ciencias del Mar

CIENCIA CIUDADANA

Andrew Chin, Universidad James Cook WWF

GERENTE DE PROYECTO:

Ian Campbell

LÍDER DE LA INICIATIVA WWF DE TIBURONES Y RAYAS:

Andy Cornish

DISEÑO Y PRODUCCIÓN:

Evan Jeffries, Catherine Perry – Swim2Birds Ltd www.swim2birds.co.uk

CITACIÓN RECOMENDADA:

Rigby, C., Appleyard, S., Chin, A., Heupel, M., Humber, F., Jeffers, V., Simpfendorfer, C., White, W., I Campbell (2019) Conjunto de Herramientas para el Análisis Rápida de Tiburones y Rayas. WWF Internacional y CSTFA, Universidad James Cook.

FOTOGRAFÍA DE PORTADA:

© Beneath the Waves // Diego Camejo

ACERCA

ACERCA DE ESTE CONJUNTO DE HERRAMIENTAS

Planes de Acción	8
Plan de Acción Internacional	8
Plan de Acción Nacional	8
Informe de Evaluación de Tiburones	8



DATOS

DATOS Y HERRAMIENTAS

Datos	10
Identificación de especies	10
Especies presentes	10
Abundancia y tamaño	10
Estructura de poblaciones	10
Hábitats críticos	10
Capturas, desembarques & descartes	11
Descripción y esfuerzo pesquero	11
Abundancia de capturas	11



HERRAMIENTA 1

TAXONOMÍA 13

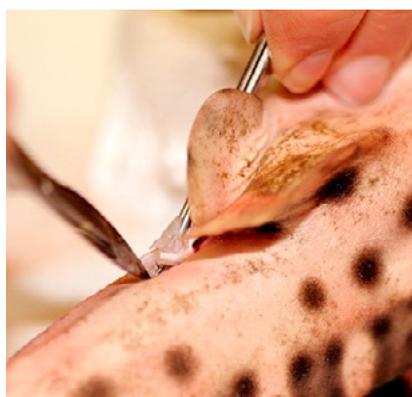
1.1 ¿Por qué utilizar esta herramienta?	13
1.2 ¿Qué es taxonomía?	16
1.3 Método	17
1.3.1 Procedimiento	18
1.3.2 Equipamiento	18
1.4 Nivel técnico	18
1.5 Costos	18
1.6 Sitios web de guías regionales de identificación de tiburones y rayas	19



HERRAMIENTA 2

GENÉTICA 21

2.1 ¿Por qué utilizar esta herramienta?	21
2.2 ¿Qué es genética?	22
2.3 Método	22
2.3.1 Procedimiento	27
2.3.2 Equipamiento	27
2.4 Nivel técnico	27
2.5 Costos	27
2.6 Información adicional	27



HERRAMIENTA 3

ESTUDIO DE MERCADO Y CRIADEROS 29

3.1 ¿Por qué utilizar esta herramienta?	29
3.2 ¿Qué son los estudios de mercado y de criaderos?	30
3.3 Método	32
3.3.1 Procedimiento	35
3.3.2 Equipamiento	35
3.4 Nivel técnico	35
3.5 Costos	35



HERRAMIENTA 4

SISTEMAS DE VIDEOS REMOTOS SUBMARINOS CEBADOS (BRUVS POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) 37

4.1 ¿Por qué utilizar esta herramienta?	37
4.2 ¿Qué son los BRUVS?	38
4.3 Método	37
4.3.1 Procedimiento	42
4.3.2 Equipamiento	42
4.4 Nivel técnico	42
4.5 Costos	42





CONTENIDO

HERRAMIENTA 5 ETIQUETADO Y SEGUIMIENTO 45

5.1 ¿Por qué utilizar esta herramienta?	45
5.2 ¿Qué es etiquetado y seguimiento?	45
5.3 Método	46
5.3.1 Procedimiento	52
5.3.2 Equipamiento	52
5.4 Nivel técnico	52
5.5 Costo	52



HERRAMIENTA 6 CIENCIA CIUDADANA 55

6.1 ¿Por qué utilizar esta herramienta?	55
6.2 ¿Qué es ciencia ciudadana?	55
6.3 Método	56
6.3.1 Procedimiento	59
6.3.2 Equipamiento	59
6.4 Nivel técnico	59
6.5 Costo	59



DATOS GESTIÓN DE DATOS 60



APÉNDICES APÉNDICE 61

Apéndice A: Receta DMSO	61
Apéndice B: Tarjetas Whatman® FTA® Elute - Extracción de ADN	62
Apéndice C: Ejemplo de cuestionario de criaderos	63

ÍNDICE AGRADECIMIENTOS Y REFERENCIAS 66



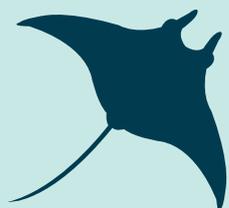


ACERCA DE ESTE CONJUNTO DE HERRAMIENTAS

DATOS CLAVES



507 ESPECIES DE TIBURONES



646 ESPECIES DE RAYAS Y RÁYIDOS



49 ESPECIES DE QUIMERAS

Todas las especies tienen diferentes distribuciones e historias de vida, lo que significa que están expuestas a diferentes niveles de presión de pesca y tienen diferentes respuestas a esta presión. Para poder gestionar los tiburones y las rayas de un país de forma sostenible a largo plazo, es fundamental conocer con precisión qué especies están presentes en las aguas de un país y qué especies se capturan en las pesquerías (es decir, la composición de las capturas).

El mundo necesita tiburones y rayas. Estos depredadores son una parte esencial de los ecosistemas marinos sanos y proporcionan seguridad alimentaria e ingresos a millones de personas, en particular en el mundo en desarrollo.

Pero los tiburones y las rayas están en crisis y su futuro está en duda. Crecen lentamente, demoran muchos años en madurar y producen relativamente pocas crías, lo que las hace particularmente vulnerables a la sobreexplotación. Después de siglos de coexistencia con los humanos, en los últimos años muchas poblaciones han disminuido significativamente debido a la sobrepesca, y una cuarta parte de todas las especies están en peligro de extinción.

RIESGO DE EXTINCIÓN DE TIBURONES Y RAYAS



- **En peligro crítico:** 25 especies **2,4%**
- **En peligro de extinción:** 43 especies **4,1%**
- **Vulnerable:** 113 especies **10,9%**
- **Casi amenazado:** 132 especies **12,7%**
- **Preocupación menor:** 241 especies **23,2%**
- **Datos insuficientes:** 487 especies **48,6%**

Fig 1: La situación de los tiburones y las rayas en la Lista Roja de la UICN. Datos de origen: Dulvy et al. 2014.



La acción es esencial para restablecer el equilibrio. Tenemos que gestionar las pesquerías que interactúan con los tiburones y las rayas, reducir la mortalidad insostenible y evitar una mayor sobrepesca.

Sin embargo, para ello, necesitamos una imagen clara de lo que está sucediendo. Actualmente carecemos de datos sobre casi la mitad de todas las especies de tiburones y rayas, y hay una falta de información sobre muchas pesquerías costeras en los países en desarrollo.

Por eso se ha creado este Conjunto de Herramientas para el Análisis Rápido. Ofrece un conjunto de herramientas sencillas para recopilar los rigurosos datos científicos necesarios para la conservación y la gestión sostenible de las poblaciones de tiburones y rayas. El conjunto ha sido diseñado para su uso en regiones con capacidad y recursos limitados, y contiene directrices prácticas paso a paso para la recopilación de datos mediante una serie de métodos. Se pueden seleccionar las herramientas adecuadas en función de las brechas de datos particulares relevantes para las aguas locales.

Los datos recopilados servirán de base para estudiar las tendencias futuras de las poblaciones de tiburones y rayas, de modo que las autoridades pesqueras puedan atender las áreas de especial preocupación y determinar la eficacia de sus esfuerzos de administración.

PLANES DE ACCIÓN

La preocupación por el futuro de los tiburones y las rayas ha aumentado desde hace un tiempo. En 1999, se adoptó un **Plan de Acción Internacional para la Conservación y Ordenación de los Tiburones (PAI)**. Su objetivo es garantizar la conservación y la gestión sostenible a largo plazo de los tiburones y las rayas de todas las especies y de todos los tipos de captura (objetivo, por captura, comercial, artesanal, recreativa).

El PAI anima a cualquier estado con pesquerías que capturan tiburones y rayas (ya sea como especie objetivo o por captura) a desarrollar e implementar su propio Plan de Acción Nacional (NPOA, o Plan de Tiburones). Esto debería tener como objetivo evaluar el estado de las poblaciones nacionales de tiburones y rayas y de las pesquerías, y proporcionar un marco estratégico para su gestión en el futuro.

LA IPOA TIENE CUATRO ELEMENTOS PRINCIPALES:

1. Las necesidades de conservación de algunas especies de tiburones y rayas
2. El mantenimiento de la biodiversidad a través de poblaciones viables de tiburones y rayas
3. La necesidad de protección del hábitat
4. La gestión sostenible de los recursos pesqueros de tiburones y rayas

EL PLAN PARA LOS TIBURONES DEBE TENER COMO OBJETIVO ALCANZAR 10 PRINCIPIOS:



- 1 Asegurar que las capturas de tiburones y rayas de las pesquerías dirigidas y no dirigidas sean sostenibles.
- 2 Evaluar las amenazas a las poblaciones de tiburones y rayas, determinar y proteger hábitats críticos e implementar estrategias de captura consistentes con los principios de sostenibilidad biológica y uso económico racional a largo plazo.
- 3 Identificar y brindar atención especial, en particular a las poblaciones de tiburones y rayas vulnerables o amenazadas.

- 4 Mejorar y desarrollar marcos para establecer y coordinar una consulta eficaz en la que participen todas las partes interesadas en las iniciativas de investigación, gestión y educación dentro de los Estados y entre ellos.
- 5 Minimizar la captura incidental no utilizada de tiburones y rayas.
- 6 Contribuir a la protección de la biodiversidad y la estructura y función de los ecosistemas.

- 7 Minimizar los desechos y descartes de las capturas de tiburones y rayas de acuerdo con el artículo 7.2.2(g) del Código de Conducta para la Pesca Responsable (por ejemplo, exigir la retención de los tiburones de los que se cercenan las aletas).
- 8 Incentivar el uso completo de tiburones y rayas muertos.
- 9 Facilitar la mejora de los datos sobre capturas y desembarques de especies específicas y el seguimiento de las capturas de tiburones y rayas.
- 10 Facilitar la identificación y la información de datos biológicos y comerciales específicos de cada especie



-  2. EVALUAR LAS AMENAZAS
-  3. APOYO
-  6. BIODIVERSIDAD
-  9. MONITOREO
-  10. DATOS

La recopilación de datos - y esta Guía de Evaluación Rápida - contribuye directamente a los principios 2, 3, 6, 9 y 10.

INFORME DE EVALUACIÓN DE TIBURONES

Para desarrollar un plan eficaz para los tiburones con objetivos apropiados, los países necesitan preparar un informe de evaluación de los tiburones. Se recopila información sobre las especies presentes y las pesquerías que las capturan, junto con cualquier dato sobre capturas, esfuerzo pesquero y medidas de ordenación existentes. También identifica los datos que faltan, lo que ayuda a guiar la recopilación de datos en el futuro dentro del marco más amplio de Plan de Tiburones.

PAI: GUÍA PRÁCTICA

La FAO de las ONU ofrece orientación sobre la elaboración del Plan de Tiburones y el Informe de evaluación de los tiburones, incluido el contenido sugerido.

[Haga clic aquí para ver esta información en línea.](#)

DATOS

Cualquier plan para conservar y gestionar de forma sostenible los tiburones y las rayas debe comenzar con buenos datos. Estos datos cubrirán estas áreas:

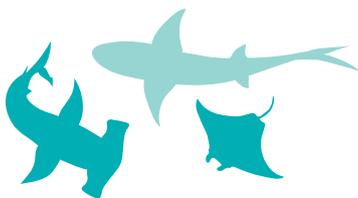
- Qué diferentes especies de tiburones y rayas están presentes en las aguas de un país
- Cuáles de estas especies son capturadas por las pesquerías
- Cuantos están siendo capturados
- Si esto tiene un impacto en las poblaciones de tiburones y rayas y en qué medida

Para construir este banco de datos, es necesario recopilar los siguientes tipos de datos esenciales:



IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

La identificación correcta de las diferentes especies de tiburones y rayas presentes en un área es el primer requisito para cualquier ejercicio de recolección de datos. Las especies pueden ser identificadas utilizando animales enteros y claves visuales (taxonomía) o mediante pruebas de laboratorio de muestras (genética).



ESPECIES PRESENTES

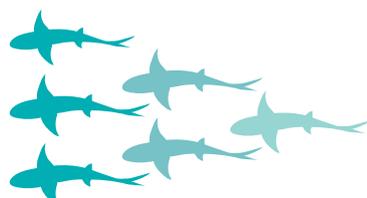
Conocer todas las especies presentes en un área da una medida de la diversidad de especies, que puede

ser comparada con otras áreas y utilizada como base de referencia para examinar las tendencias futuras. Una pesquería puede que no capture todas las especies presentes - otros métodos como los sistemas de videos submarinos cebados y la ciencia ciudadana también pueden ser necesarios para construir una imagen completa.



ABUNDANCIA Y TAMAÑO

Abundancia es el número de individuos presentes de una especie dada - esta es una información de referencia importante para evaluar las poblaciones. Las tendencias en la abundancia a lo largo del tiempo y las comparaciones en abundancia entre áreas ofrecen información crítica para monitorear la salud y el estado de los tiburones y las rayas. Los datos de tamaño (típicamente la longitud) se usan para estimar el estado de madurez de los especímenes - esto ayuda a revelar la estructura de la población, y también puede resaltar información crítica como la presencia de zonas de cría

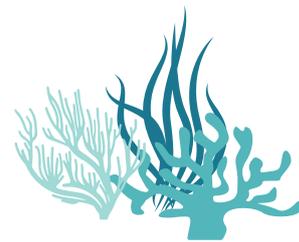


ESTRUCTURA DE POBLACIONES

Las especies de tiburones y rayas pueden formar poblaciones

separadas. Una población es un grupo de individuos de la misma especie que viven en la misma área al mismo tiempo. Las poblaciones en diferentes áreas se conocen como poblaciones separadas, porque tiende a haber poca mezcla entre ellas - si un stock está amenazado por la sobrepesca, es poco probable que los individuos de otro stock se muevan para reponerlo. Por esta razón, los administradores de pesquerías necesitan saber si hay poblaciones separadas de una especie: pueden entonces ser monitoreadas y administradas por separado

La situación de una población puede evaluarse con mayor precisión si también se conoce su estructura: por ejemplo, el sexo, el tamaño, la edad y el estado de madurez de los individuos que la componen



HÁBITATS CRÍTICOS

Muchas especies de tiburones y rayas tienen sitios que utilizan regularmente para alimentarse, aparearse y dar a luz. Estos sitios se conocen como "hábitats críticos", ya que el comportamiento que facilitan es esencial para la supervivencia de la especie y, por lo tanto, es muy importante que los administradores de las pesquerías sean conscientes de dónde se encuentran. Las zonas de cría, donde se encuentran regularmente animales recién nacidos o jóvenes -a menudo en regiones costeras poco profundas- son un ejemplo bien conocido..



CAPTURAS, DESEMBARQUES Y DESCARTES

La captura total - en número y/o peso por especie - debe ser medida o estimada para cada pesquería, mostrando la eliminación de individuos y biomasa del ecosistema. La captura total incluye todos los tiburones y rayas desembarcados, más los descartados en el mar porque no tienen valor comercial o no son aptos para el consumo doméstico. Incluso cuando se descartan vivos en el mar, algunos tiburones y rayas mueren debido al estrés de la captura: el destino de la captura descartada en el momento de la liberación es una información valiosa. Si es posible, la captura debe describirse por especie, localización, número/peso, sexo, talla y madurez.

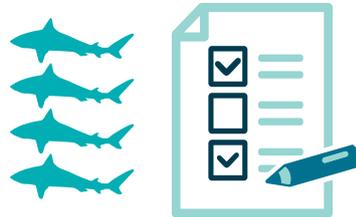


DESCRIPCIÓN DE LA PESQUERÍA Y ESFUERZO PESQUERO

Todo tipo de pesquerías interactúan con tiburones y rayas, y es necesario describirlas

claramente. Pueden ser comerciales, artesanales o recreativos; y pueden estar compuestos por una flota de embarcaciones similares en una sola zona, o una compleja gama de embarcaciones y equipos que trabajan en diferentes zonas. Varios tipos de buques y equipos capturan diferentes tamaños y especies de tiburones y rayas, por lo que mantenerse al día con estos datos es un aspecto importante de la administración de las pesquerías.

El esfuerzo pesquero -la cantidad de tiempo y equipo utilizado para capturar los tiburones y las rayas- también varía ampliamente, y es otra dimensión clave del seguimiento de la pesca.



ABUNDANCIA DE CAPTURAS

La tasa de captura, o captura por unidad de esfuerzo (CPUE, por sus siglas en inglés), es una medida indirecta de la abundancia del recurso y es particularmente valiosa para el seguimiento a largo plazo de los impactos de la pesca. Los cambios en la CPUE implican cambios en la abundancia del recurso: si con el tiempo se tarda más en capturar el mismo número de tiburones y rayas en una pesquería, esto indica que los recursos están disminuyendo. Sin embargo, también se necesitan estudios regulares

de los equipos y la zona de operaciones para confirmar que los cambios en la CPUE se deben a la abundancia y no a otros factores cambiantes. La CPUE debería calcularse por separado para cada stock, flota y tipo de equipos.



© Daniel Versteeg / WWF



TAXONOMÍA

Autores: Cassandra L. Rigby, Universidad James Cook; William T. White, CSIRO National Research Collections Australia



9. MONITOREO



10. DATOS



TIPOS DE DATOS:

Identificación de especies
Identificación de especies en los desembarques y descartes

OBJETIVOS DEL PLAN DE TIBURONES:

9. Mejorar los datos de captura y desembarque específicos de cada especie, mejorar el seguimiento de las capturas
10. Mejorar la forma en que se reportan los datos biológicos y comerciales de especies específicas

¿POR QUÉ USARÍAS HERRAMIENTA?

La taxonomía se utiliza para identificar con precisión las especies de tiburones y rayas. Una comprensión clara de las especies de tiburones y rayas presentes en las aguas de un país y capturadas en sus pesquerías proporciona importantes datos de referencia y de seguimiento para la conservación y la administración de las pesquerías.

¿DÓNDE USARÍAS ESTA HERRAMIENTA?

Este conjunto de herramientas está dirigido a la pesca costera, por lo que es probable que la mayoría de los tiburones y rayas identificados sean especies costeras. Las aguas costeras se definen típicamente como aquellas que se encuentran a una profundidad de hasta 40 metros. Sin embargo, en las zonas donde el fondo oceánico cae muy por debajo de los 200 m, los pescadores costeros pueden capturar especies de aguas profundas, por lo que es posible que sea necesario tenerlas en cuenta durante la identificación.

ESPECIES RARAS

Ocasionalmente, se identifican especies raras de tiburones y rayas, especies que no son comunes en la región en cuestión. Si esto ocurre, por favor informe al Grupo de Especialistas en Tiburones de la UICN en iucnshark@gmail.com – ellos pasarán la información a los científicos y proyectos relevantes.

¿QUÉ ES LA TAXONOMÍA?

Todos los organismos vivos se clasifican en función de las similitudes en sus estructuras y trayectorias evolutivas. El sistema está organizado en niveles: los organismos se dividen en grupos principales llamados reinos, que luego se subdividen en phylum, clase, orden, familia, género y especie.

Todos los tiburones y rayas pertenecen a la clase de los Condrictios, lo que significa que tienen un esqueleto cartilaginoso flexible. Dentro de esta clase, hay unas 34 familias de tiburones y 26 familias de rayas.¹

Todas las especies reciben nombres científicos en dos partes a través de un sistema internacionalmente aceptado. El primero es el nombre del género al que pertenece la especie, y está en mayúsculas. El segundo es el nombre específico y no está en mayúsculas. Ambos nombres están escritos en cursiva, y la combinación debe ser única para cada especie.



© WWF / James Morgan

Para fines de identificación es mejor utilizar nombres científicos de especies, ya que los nombres comunes pueden variar según la región y pueden cambiar con el tiempo.

Sin embargo, al tomar muestras para fines taxonómicos también es útil registrar el nombre común estándar en inglés y el nombre común utilizado en el área local, ya que puede ser el único nombre con el que los habitantes locales están familiarizados.

Las especies a veces se reclasifican en términos de género o familia, ya que los taxónomos recopilan más información sobre ellas. La fuente más precisa para comprobar el nombre científico actualmente aceptado de una especie es el Catálogo de Peces, disponible en línea en <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

RESUMEN

La taxonomía es la ciencia de la clasificación: en este conjunto de herramientas, significa identificar las especies de tiburones y rayas examinando sus características físicas visibles, las más importantes entre ellas son la forma (morfología) y el color. Esto se hace mejor comparando el animal entero - o una foto de buena calidad (ver p21) - para una guía de identificación o guía de campo (ver abajo) que muestra las diferentes especies y sus principales características distintivas. También se pueden enviar fotos a los expertos regionales para confirmar la identidad de una especie.

La clasificación taxonómica es un método simple, pero no siempre proporciona un resultado concluyente: algunas especies parecen similares y son difíciles de distinguir. En estos casos, puede ser necesario tomar una muestra de tejido para realizar pruebas

genéticas que permitan identificar correctamente la especie.

GUÍAS DE IDENTIFICACIÓN

El uso de la guía de identificación correcta para el área donde se ven o capturan los tiburones o rayas hace que la clasificación taxonómica sea más rápida y confiable.

Es mejor utilizar una guía de identificación regional si hay una disponible, ya que sólo incluirá las especies presentes en esa región, lo que reducirá considerablemente el número total de posibilidades que hay que considerar. Esto también reduce las posibilidades de identificar incorrectamente a un tiburón o a una raya como uno que de hecho no se encuentra en la región.

Como su nombre indica, las guías de campo están diseñadas para su uso en el campo - en puertos, mercados, embarcaciones. Son una versión concisa de las guías de identificación regional, y pueden ser impresas en papel impermeable con fotos de las especies locales.

Los tiburones y las rayas se utilizan para sus aletas, placas branquiales, carne, cartílago, piel e hígado, por lo que a veces el animal entero no está disponible para su identificación. Se dispone de guías de identificación visual para las aletas y placas branquiales de algunos tiburones y rayas que se utilizan en el comercio o que figuran en la lista de especies protegidas; aunque, al igual que en el caso de la carne, es posible que se necesiten cartílagos y herramientas genéticas de la piel para una identificación precisa a nivel de especie.

Muchas guías regionales de identificación de tiburones y rayas están disponibles gratuitamente en línea. Puede encontrar una lista de algunos de ellos al final de esta herramienta de Taxonomía.



Fig 2: Pasos para identificar tiburones y rayas

CÓMO USAR LAS CLAVES TAXONÓMICAS

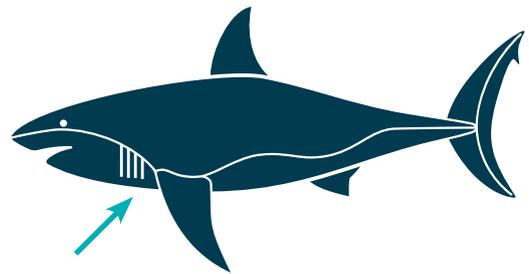
La mayoría de las guías de identificación de tiburones y rayas utilizan claves taxonómicas. Se trata de una serie de pasos enfocados en las características distintivas de un espécimen, generalmente con dos opciones: A o B. La mayoría de las claves utilizan ilustraciones, con flechas que apuntan a las características descritas en las opciones A y B.

Hacer la elección correcta en cada paso de la clave reduce gradualmente las opciones posibles y finalmente conduce a la identidad correcta de un espécimen. (Vale la pena señalar, por supuesto, que este método sólo funciona si la especie que está tratando de identificar está en la clave en primer lugar.)

EJEMPLO CLAVE DE TAXONOMÍA

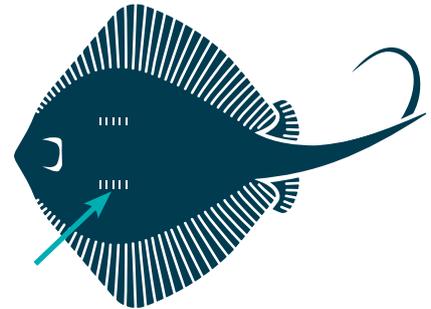
1A

Abertura de branquias en un lado de la cabeza; similar a la de un tiburón (Ir a 2)



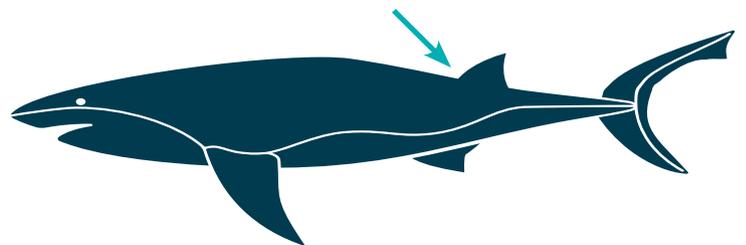
1B

Abertura de branquias en la parte inferior de la cabeza; cuerpo aplanado, similar a una raya (Ir a Rayas)



2A

Una sola aleta dorsal (Ir a 4)



2B

Dos aletas dorsales (Ir a 5)

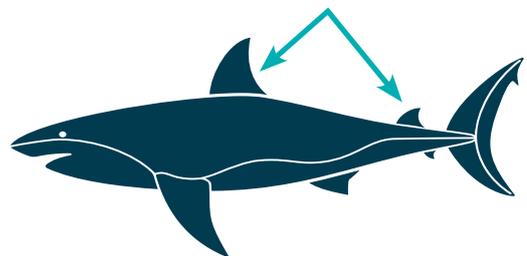


Fig 3: Ejemplo de las primeras etapas en la clave taxonómica típica de tiburones y rayas - no se muestran las etapas posteriores (cifras de White et al. 2006)

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS TIBURONES Y LAS RAYAS

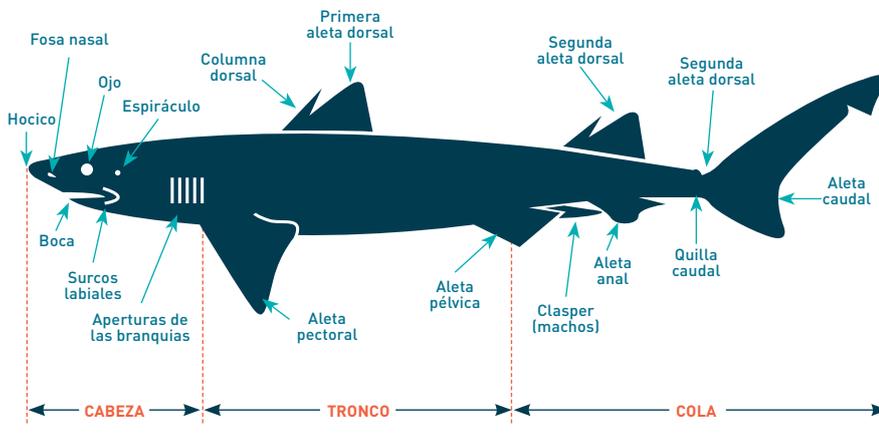


Fig 4: Principales características de los tiburones. Fuente: Compagno 2002

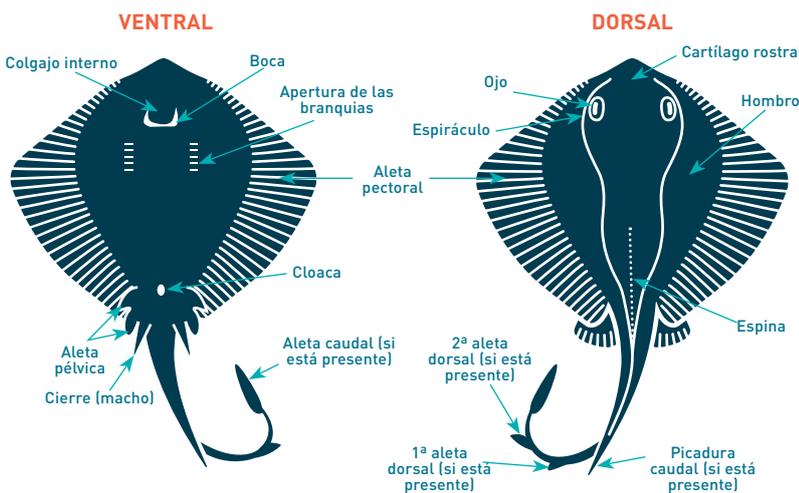


Fig 5: Características principales del rayo. Fuente: White et al. 2017

MÉTODO: IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

1 Siempre es una buena práctica registrar tanta información como sea posible sobre el tiburón o la raya que se va a identificar. Si ha sido capturado en una pesquería, intente registrar:

- Ubicación de la captura, incluyendo el nombre del lugar, latitud y

- longitud si está disponible
- Profundidad en la que fue capturado
- Fecha de captura
- Tipo de equipo utilizado
- Sexo del animal y talla si se mide (ver [Encuestas](#))
- Presunta identificación de especies
- Fecha de identificación
- Nombre de la persona que identificó el animal

2 Si es posible, tome una foto del animal, incluso si está identificado, en caso de que sea necesaria una verificación adicional. Si hay varios animales que deben ser identificados, cada animal debe recibir un identificador único de la muestra (USI, por sus siglas en inglés): escríbalo en una etiqueta e inclúyalo en la foto (ver [Encuestas](#), etiquetas).

Si no hay tiempo para identificar al tiburón o a la raya en el campo, tome buenas fotos del mismo con su USI. Si es posible, manténgalos juntos para su posterior identificación en el laboratorio, o si el animal no puede ser retenido, tome una muestra genética etiquetada (ver [Genética](#)).

Para todas las fotos, registre:

- Nombre del fotógrafo
- Ubicación
- Fecha

3 Comience con una guía de identificación del área donde se capturó el tiburón o la raya. Si no hay ninguna disponible, utilice una guía global. Siga la clave taxonómica de la guía y utilice las características clave para identificar al animal (ver **Figs 4 y 5**).

Si sólo se dispone de aletas o placas branquiales, utilice una guía de identificación visual de aletas y placas branquiales, pero lo ideal es que también tome una muestra de tejido.

4 Si las guías de identificación visual no ayudan a identificar con precisión las especies en cuestión, tome fotos y muestras genéticas (ver [Genética](#)). Las fotos se pueden enviar por correo electrónico a los especialistas para su identificación, y las muestras enviadas a los laboratorios

CÓMO TOMAR UNA BUENA FOTO PARA LA IDENTIFICACIÓN

Una buena foto puede ser usada para identificar una especie, o verificar una identificación. Trate de seguir estos sencillos pasos para obtener los mejores resultados:

- Tomar la foto desde arriba mirando directamente hacia abajo
- Utilizar un fondo liso, no coloreado y claro para que la forma y los detalles de la cabeza, las aletas y la cola se puedan ver claramente
- Incluya una etiqueta en la foto para ayudar a distinguir los diferentes animales. Si es posible, utilice un identificador de muestra único (ver [Encuestas](#), etiquetas), o lugar, fecha y nombre del animal.

TIBURONES

Una vista lateral es la mejor para fotografiar a un tiburón.* Ponga el tiburón de lado y enderece el cuerpo y todas las aletas. Es posible que sea necesario apoyarlos (por ejemplo, con piedras, papel, etc.) para que queden paralelos a la cámara. Asegúrese de que la cabeza no esté torcida (véase la **Fig 6**).

Las imágenes secundarias a menudo también son útiles si la identificación no es segura. Éstos varían dependiendo del grupo, pero pueden incluir:

- Parte inferior de la cabeza, incluidas las aletas pectorales si es posible
- Primer plano de cada aleta dorsal y caudal
- Detalle de los dientes

*Los tiburones ángel, los tiburones sierra y los tiburones alfombra son la excepción: utilice una imagen dorsal (arriba) para estos. (Ver **Fig 7**)



Fig 6: Tiburón de bancos de arena (*Carcharhinus plumbeus*) (Fuente: C. Rigby)



Fig 7: Tiburón Ángel Oriental (*Squatina albipunctata*) (Fuente: C. Rigby)

RAYAS

Una vista dorsal (superior) es la mejor para fotografiar un rayo. Si la raya está sucia, enjuague el cuerpo pero tenga cuidado de no lavar ningún color - esta es la capa mucosa. Coloque el rayo plano con todas las aletas desplegadas. Para las rayas comunes, rayas similares a tiburones y rayas eléctricas, alinee las aletas dorsal y caudal. Para aquellos con colas largas (por ejemplo, mantarrayas, rayas águila, rayas gavián), deje la cola recta



Fig 8: Raya Café (*Batthytoschia lata*) (Fuente: C. Rigby)

hasta la espina dorsal y luego doble el resto de la cola hacia arriba, hacia el hocico, lo más cerca posible del ápice del disco - sólo debe haber una curva en la cola, cerca de la espina dorsal, y luego recta de nuevo. (Ver **Fig 8**)

Las imágenes secundarias útiles pueden incluir:

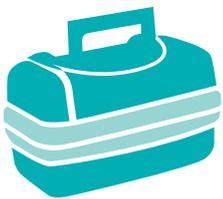
- Parte inferior del disco
- Boca y fosas nasales
- Vista lateral de la cola (cuando se encuentra caudal o hay pliegues cutáneos presentes)

GUÍAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ALETAS DE TIBURÓN

Se han elaborado varias guías para ayudar a identificar las especies de tiburones por sus aletas. Estas guías se centran en las especies que son más comunes en el comercio internacional de aletas, o que son motivo de preocupación debido a su estado de conservación. Utilizan características clave de las aletas dorsal, pectoral y caudal; e incluyen fotos de aletas frescas a parcialmente secas. Las guías de las aletas han sido recopiladas y están disponibles en línea para su descarga gratuita en <https://www.cites.org/esp/prog/shark/resources.php>

GUÍAS DE IDENTIFICACIÓN DE LAS PLACAS BRANQUIALES

Las placas branquiales de algunas rayas mobula son intercambiadas. Las rayas Mobulid incluyen dos especies de mantarrayas y seis especies de rayas diablo - se pueden distinguir visualmente las placas branquiales de las mantarrayas y las rayas diablo. Hay una guía gratuita de identificación de campo disponible en <https://cites.unia.es/cites/file.php/1/files/pew-manta-ray-gill-plate-id-guide.pdf>



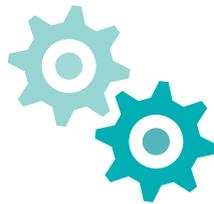
EQUIPO

La identificación taxonómica no requiere mucho equipamiento. En el campo es importante registrar tantos datos como sea posible, y vale la pena preparar las fichas técnicas y las etiquetas con anticipación



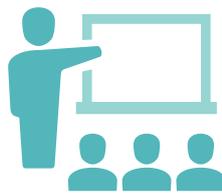
LISTA DE CONTROL

- Cinta métrica
- Guantes
- Guía(s) de identificación
- Guía(s) de campo regional(es)
- Fichas técnicas y portapapeles impermeables
- Etiquetas impermeables
- Lápiz y goma de borrar
- WMarcador impermeable para etiquetas
- Cámara con baterías, cargador (adaptador si es necesario), tarjetas de memoria o teléfono móvil para fotos



NIVEL TÉCNICO - FÁCIL

Es útil tener alguna formación en el uso de las claves taxonómicas, y el conocimiento de las principales características de los tiburones y rayas. Usted debe familiarizarse con las guías de identificación de una región antes de tratar de usarlas en el campo. Sería útil recibir capacitación en fotografía con fines de identificación y registrar notas útiles de campo y de laboratorio.



CAPACITACIÓN: IDENTIFICACIÓN DE ALETAS DE TIBURÓN

Se recomienda la capacitación para la identificación de las aletas de tiburón, en particular para los agentes (por ejemplo, los funcionarios de aduanas) que están obligados a hacer cumplir las regulaciones sobre el comercio de aletas. Las Organizaciones No Gubernamentales especializadas y la Organización de las

Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) pueden ofrecer asesoramiento y asistencia en este tipo de formación.



COSTO - BAJO

La identificación visual mediante guías de identificación taxonómica es la opción más sencilla y de menor costo para la clasificación de las especies de tiburones y rayas. Muchas guías se pueden descargar gratuitamente de los sitios web.

Los costos de identificación de las aletas de tiburón pueden ser mayores a medida que se necesite capacitación. Sin embargo, los costos pueden ser minimizados al capacitar a los capacitadores - los representantes regionales viajan a un lugar central para capacitarse, y luego capacitan a más agentes en sus respectivas regiones.



RECURSOS EN LÍNEA

GUÍAS REGIONALES DE IDENTIFICACIÓN DE TIBURONES Y RAYAS

Existen numerosas guías regionales de identificación de tiburones y rayas. Estos sitios web ofrecen descargas gratuitas:

Portal de tiburones y rayas de CITES:

🔗 <https://www.cites.org/esp/prog/shark/resources.php>

El sitio web de CITES organiza las guías por zona geográfica, especie e idioma de la FAO.

Plan de acción internacional para la conservación y ordenación de los tiburones de la FAO:

🔗 <http://www.fao.org/lipoa-sharks/tools/lipoa-sharks-documents/es/>

El sitio web del IPOA de la FAO organiza las guías por fecha de publicación.

Programa de Identificación y Datos de Especies Fishfinder de la FAO:

🔗 www.fao.org/fishery/fishfinder/publications

El sitio web de la FAO FishFinder incluye guías de muchas especies, y las organiza mediante guías regionales, guías de campo, guías de bolsillo y guías a bordo, sinopsis de especies y hojas informativas.

Referencias sobre tiburones:

🔗 <http://shark-references.com>

El sitio de Referencias de Tiburones proporciona descripciones detalladas de las especies con enlaces a literatura relevante y guías de identificación.

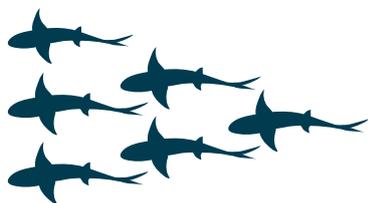


GENÉTICA

Autor: Sharon Appleyard, CSIRO
Colecciones Nacionales de
Investigación de Australia



**ANÁLISIS GENÉTICO
PROPORCIONA UNA
IDENTIFICACIÓN PRECISA
DE LAS ESPECIES**



**MÉTODOS GENÉTICOS
PROPORCIONAR DATOS
ÚNICOS SOBRE LA
ESTRUCTURA DE LA
POBLACIÓN (INCLUIDO EL
PARENTESCO), EL TAMAÑO
DE LA POBLACIÓN Y SU
DISTRIBUCIÓN**

TIPO DE DATOS:

Identificación de especies
Identificación de los desembarques y descartes de especies
Estructura de la población

OBJETIVOS DEL PLAN DE TIBURONES:

2. Evaluar las amenazas a las poblaciones de tiburones
3. Identificar y prestar especial atención, en particular a las poblaciones de tiburones vulnerables o amenazadas
9. Facilitar la mejora de los datos de capturas y desembarques específicos de cada especie y el seguimiento de las capturas de tiburones
10. Facilitar la identificación y comunicación de datos biológicos y comerciales específicos de cada especie

¿POR QUÉ USARÍAS ESTA HERRAMIENTA?

El análisis genético proporciona una identificación precisa de las especies a partir de una pequeña muestra de tejido. Se puede utilizar cuando un animal individual es difícil de identificar a través de un examen visual (ver [Taxonomía](#)), o si ya no se puede acceder a la totalidad del animal. La genética también se utiliza para confirmar que una identificación visual es correcta.

Además, el análisis genético es la principal herramienta utilizada para identificar especies de productos de tiburones y rayas, incluyendo aletas de tiburón, placas branquiales de mobula, carne, cartílago, aceite de hígado y piel.

La genética se puede utilizar para identificar la mayoría de las especies con certeza y es un método rápido, fiable y relativamente económico. La composición de las capturas, los desembarques y los descartes de las pesquerías pueden controlarse rigurosamente utilizando la genética. Numerosos países lo han utilizado para detectar especies de tiburones procesadas mal identificadas en sus pesquerías; y es una herramienta eficaz para monitorear y hacer cumplir la ley en el comercio nacional e internacional de productos de tiburón.²

Los métodos genéticos pueden proporcionar datos únicos sobre la estructura de los recursos, así como sobre el tamaño de la población y la distribución geográfica.³ Esto puede ser útil para los administradores de pesquerías en la identificación, evaluación y respuesta a las amenazas que pesan sobre los recursos pesqueros, pero las técnicas involucradas en estos análisis son más complicadas que en la identificación de las especies, y no se describen en esta guía.

CITES

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) tiene como objetivo proteger las especies de tiburones y rayas amenazadas por el comercio internacional. El comercio de productos de las especies incluidas en la lista se gestiona a través de un sistema de permisos y certificados para garantizar que el producto tiene una procedencia legal y que el comercio no será perjudicial para la supervivencia de la especie.

Más de 20 especies de tiburones y rayas están incluidas en los tres Apéndices de la Convención. Incluyen peces sierra, tiburones martillo, tiburones azotador, tiburón peregrino, tiburón blanco, marrajo sardinero, tiburón sedoso, tiburón oceánico de puntas blancas, rayas mobula, mantarrayas de agua dulce y tiburón ballena. Los listados de CITES se actualizan regularmente y se pueden consultar en

🔗 <https://www.cites.org/es/plapp/appendices.php>.

El análisis genético de los productos de tiburones y rayas puede utilizarse para separar las especies de CITES de las que no figuran en los Apéndices de CITES para hacer cumplir los reglamentos comerciales.

¿QUÉ ES EL ANÁLISIS GENÉTICO?

El código genético de una especie -la información que hace que se desarrolle de manera diferente a todas las demás especies- está controlado por el ADN (ácido desoxirribonucleico). El ADN se encuentra en cada célula del cuerpo de un animal.

El ADN es como una cadena hecha de unidades repetitivas de cuatro bases de nucleótidos: adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T). El orden de estas cuatro bases es único para cada especie, y es este orden el que se examina para determinar la identificación de las especies.

El análisis genético implica la secuenciación de una parte particular del ADN, generalmente la subunidad 1 de la citocromo c oxidasa, conocida como COI (Por sus siglas en inglés). La secuenciación es el proceso de determinar el orden preciso de las cuatro bases de nucleótidos dentro del COI. Una vez que se ha establecido una secuencia de COI, se puede comparar con las bases de datos

internacionales de secuencias de COI, que contienen especies conocidas de tiburones y rayas.

Las bases de datos más utilizadas son la Base de Datos de Códigos de Barras de la Vida (BOLD –

🔗 www.boldsystems.org) y el Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI –
🔗 www.ncbi.nlm.nih.gov).

MUESTRAS GENÉTICAS

Las muestras genéticas para la extracción de ADN pueden recogerse de tejido húmedo o seco. El método de muestreo dependerá del país y del acceso a las muestras, las soluciones de conservación y los congeladores.

Los tejidos húmedos, como las pinzas de aletas de animales recién capturados o el tejido muscular y hepático, se conservan generalmente en etanol, en soluciones con alto contenido en sal o congelados antes de ser utilizados para la extracción de ADN. Los tejidos secos - generalmente un pequeño fragmento tomado de una aleta de tiburón - no tienen que ser almacenados en ningún conservante antes del análisis.

MÉTODO: GENÉTICA

Un muestreo de tejido eficaz es crucial para el éxito del análisis de ADN. Es importante tener en cuenta los siguientes puntos:

- Tomar una muestra tan pronto como sea posible después de la recolección o del acceso a los animales; tratar de mantener el tejido de la muestra frío y seco
- Muestras limpias de los tejidos para evitar la contaminación. El cuchillo/bisturí/hoja/tijeras utilizado debe limpiarse entre cada muestra, utilizando agua o etanol al 70%.
- Sólo incluya una muestra de tejido (cubo de 5 mm o 150 mg) de cada tiburón o raya por tubo o sobre de muestra.
- Coloque una etiqueta con un identificador único de muestra (USI) en cada tubo de muestra. Si es posible, la ficha técnica que acompaña a la muestra debe contener la fecha de captura, la latitud y longitud del lugar, el nombre de la persona que tomó la muestra, el sexo del animal y la longitud, si se ha medido, y la presunta identificación de la especie.
- Determinar el método más adecuado para la conservación y almacenamiento de la muestra. En general, si un pañuelo está húmedo, debe almacenarse en etanol, DMSO, aplastado sobre una tarjeta Whatman® FTA® Elute o congelado. Si el tejido está seco, no requiere ningún tratamiento adicional y puede almacenarse en un tubo o en un pequeño sobre de papel. Si está en un tubo, asegúrese de que la tapa a rosca esté apretada.

TARJETAS WHATMAN FTA ELUTE

Una opción para preservar y almacenar muestras de tejido húmedo es utilizar las especialmente desarrolladas tarjetas de muestreo Whatman FTA Elute. Estos están diseñados para simplificar el manejo y procesamiento del ADN, y pueden ser utilizados con poca capacitación - ver más abajo para más detalles.

MUESTREO DE TEJIDO HÚMEDO

Los tejidos húmedos más comunes muestreados de tiburones y rayas incluyen aletas frescas, tejido de placas branquiales, músculo, hígado, corazón, ojos y tejido alrededor de las vértebras.

- 1 Tenga mucho cuidado de no tocar el tejido con los dedos - use guantes si es posible.
- 2 Corte un pequeño trozo de tejido del animal: un cubo de 5mm o 150 miligramos será suficiente. El tejido puede provenir de cualquier parte del tiburón o de la raya, pero una manera fácil es tomar una forma de V desde el borde de la abertura branquial con tijeras, o a través de la piel más suave cerca de la aleta pélvica usando una hoja de bisturí. Las tijeras son las mejores para extraer fragmentos de las aletas de tiburón frescas.
- 3 Colocar la muestra en un tubo con tapón de rosca.
- 4 Cubra el tejido con 70-100% de etanol (asegúrese de que el etanol no contenga metanol). Alternativamente, cubra el tejido con una solución con alto contenido de sal, por ejemplo, DMSO (ver Receta DMSO en el Apéndice A). El tejido no debe ser más de un tercio del volumen del preservante en el tubo. El agua en sí misma es dañina para el ADN; el etanol o las soluciones con alto contenido en sal deshidratan el tejido y ayudan a preservar el ADN.

Si hay acceso a un congelador de -20°C , los pañuelos de papel pueden almacenarse congelados hasta por un año; al enviarlos para su análisis, es importante encontrar una empresa de transporte que pueda transportar los productos congelados.

- 5 Asegúrese de que la muestra está etiquetada con su identificador único de muestra (USI, por sus siglas en inglés). Escriba o imprima el USI en una etiqueta impermeable y colóquela en el tubo con la muestra. Si se utiliza etanol como conservante, utilice únicamente lápiz.
- 6 Asegúrese de que la tapa de rosca esté bien apretada.

MUESTREO DE TEJIDO HÚMEDO - TARJETAS WHATMAN FTA ELUTE

Si están disponibles, las tarjetas Whatman FTA Elute ofrecen una serie de ventajas:

- Muestreo y almacenamiento de tejidos en un solo paso
- Adecuado para ser utilizado en el campo y en áreas de energía limitada, sin congelador ni acceso a soluciones de conservación
- Reduce los costos de mano de obra y transporte
- Almacenamiento a temperatura ambiente, sin necesidad de congelación ni soluciones amortiguadoras
- La aplicación y el procesamiento pueden realizarse en el campo o en el laboratorio
- Tecnología rápida para el análisis del ADN



Fig 1: Muestra de tejido de tiburón - no toque la muestra de tejido. (Fuente: Sharon Appleyard, CSIRO)



Fig 2: Coloque el pañuelo en un tubo con tapa de rosca. (Fuente: Sharon Appleyard, CSIRO)



Fig 3: Tejido muscular de tiburón en un tubo con tapa de rosca que contiene etanol. (Fuente: Sharon Appleyard, CSIRO)



Fig 4: Fragmento de aleta de tiburón (con un USI en la etiqueta) en un tubo con tapa de rosca que contiene etanol. (Fuente: Sharon Appleyard, CSIRO)

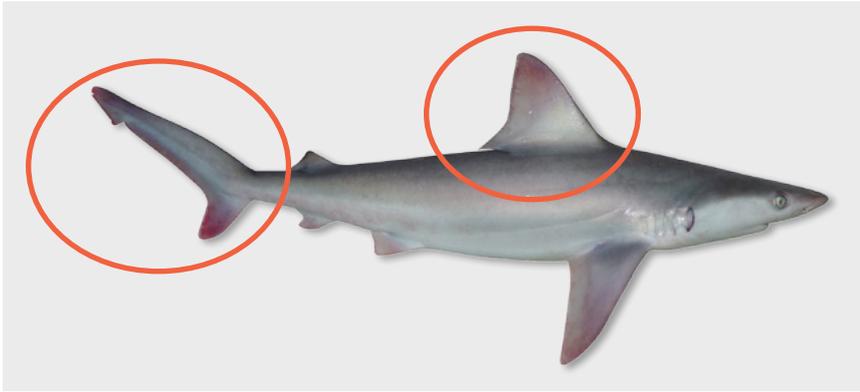


Fig 5: Aletas caudal y dorsal de un tiburón. (Fuente: C. Rigby)

CÓMO USAR LAS TARJETAS:

- 1 Frote la tarjeta FTA Elute sobre la aleta caudal o dorsal del tiburón, o tome un trozo pequeño y delgado de tejido (por ejemplo, aleta, branquias, músculo, hígado, corazón, raspaduras de piel). Las aletas de tiburones capturados recientemente también pueden ser sometidas a muestreo de esta manera; mientras que las aletas o carne de tiburón congeladas deben ser descongeladas y secadas antes del muestreo. Las tarjetas no son aptas para su uso con aletas secas.
- 2 Utilice pinzas de punta roma para aplastar el tejido muestreado en un círculo en la tarjeta Elute de la FTA. Limpie las pinzas entre cada toma de muestras, utilizando agua o etanol al 70%.
- 3 Si utiliza toda la tarjeta con cuatro círculos para un individuo, tome al menos dos muestras. Si corta la tarjeta por la mitad para utilizarla con dos ejemplares, asegúrese de que la información de la muestra correcta se almacena con cada uno de ellos. Es mejor no cortar la tarjeta en cuatro, ya que esto no deja suficiente espacio alrededor de cada círculo para describir la muestra.
- 4 Después de presionar las muestras sobre la tarjeta, déjala abierta para que se seque al aire libre durante 2 ó 3 horas.
- 5 Cuando la muestra esté seca, cierre la tarjeta y escriba la

información de la muestra en el espacio provisto:

- Presunta identificación de especies, si la hay
 - Número USI
 - Fecha de captura
 - Ubicación de la captura (nombre del lugar, latitud y longitud si es posible)
 - Nombre de la persona que recolectó la muestra
- 6 Las tarjetas FTA Elute se pueden mantener en almacenamiento a largo plazo antes de extraer el ADN, pero es importante mantenerlas secas. Las tarjetas deben guardarse a temperatura ambiente en un armario o cajón oscuro y seco hasta que se necesiten, preferiblemente en una carpeta de papel con pequeños paquetes de gel de sílice. Nunca guarde las tarjetas en bolsas de plástico con cierre de cremallera. En climas tropicales, las tarjetas deben guardarse en todo momento en una habitación con aire acondicionado.

Para obtener información sobre la extracción de ADN de las tarjetas Whatman FTA Elute, consulte el Apéndice B.

MUESTREO DE TEJIDO SECO

Las muestras de tejido seco son más comúnmente fragmentos recolectados de aletas de tiburón secas.

- 1 Los fragmentos de aletas secas

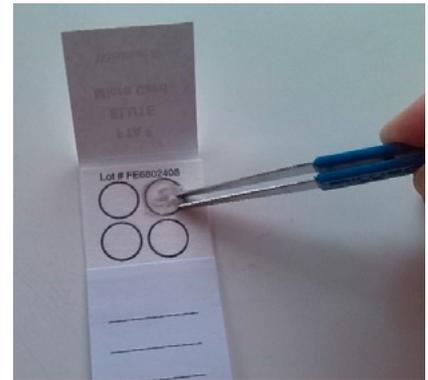


Fig 6: Aplastar un pequeño trozo de papel sobre la tarjeta. (Fuente: Sharon Appleyard, CSIRO)

deben tomarse con tijeras.

- 2 Coloque el fragmento de aleta en un tubo con tapa de rosca o en un sobre de papel pequeño. Utilice un sobre por muestra. No hay necesidad de conservantes líquidos para las muestras de aletas secas, aunque no se dañarán si se almacenan en etanol o DMSO.
- 3 Al igual que con todas las muestras, asegúrese de que las tijeras se limpien con agua o etanol entre una toma de muestras y otra, y utilice un USI para cada muestra.

ADN AMBIENTAL (EDNA POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Se está investigando y desarrollando una nueva técnica para la identificación de especies utilizando ADN ambiental (eDNA) para tiburones y rayas. Utiliza el ADN de la piel, el moco y otros tejidos y células que quedan en el agua. La técnica no es destructiva, lo que significa que los animales mismos no necesitan ser muestreados directamente: pueden ser detectados a partir del análisis de ADN de una muestra del agua en la que han estado presentes recientemente. El método está actualmente más allá del alcance de este conjunto de herramientas, pero puede ser útil en el futuro cuando haya sido refinado y simplificado.

MUESTRAS DE EMPAQUE PARA PRUEBAS

Una vez obtenidas las muestras genéticas, se pueden enviar para su análisis en el laboratorio.

Cada muestra deberá colocarse en una caja debidamente etiquetada y empaquetada. Los fragmentos de aletas secas y las tarjetas Whatman se pueden colocar en un sobre.

Incluya tanta información relevante como sea posible para cada muestra. Esto podría incluir:

- USI
- Presunta identificación de especies
- Lugar donde se capturó el tiburón o la raya (nombre del lugar, latitud y longitud si es posible)
- Fecha de captura
- Profundidad en la que fue capturado
- Tipo de equipo utilizado
- Fecha de identificación

- Nombre de la persona que identificó al animal
- Sexo del animal y longitud si se mide
- Nombre y datos de contacto de la persona que recogió la muestra
- Conservante (si se usa) y dilución, y Ficha de datos de seguridad del material (MSDS, por sus siglas en inglés)*

* Si se utiliza etanol como conservante, asegurarse de que el paquete cumple la Normativa Especial 180 de la IATA para el envío de muestras no infecciosas por vía aérea con pequeñas cantidades de etanol (ONU 1170) (Normativa Especial de la IATA sobre Mercancías Peligrosas - véase más adelante).

EMPRESAS DE SECUENCIAMIENTO

Las muestras preparadas pueden enviarse a una empresa de "pago por servicio" para la secuenciación de ADN en un laboratorio, el primer

paso en la identificación genética. Los costos y procedimientos varían, por lo que es importante ponerse en contacto con las compañías primero para averiguar qué es lo que se requiere.

Algunas compañías de secuenciación son:

- BOLD (www.boldsystems.org)*
- BGI (www.bgi.com/global)
- Ramaciotti Centre for Genomics (www.ramaciotti.unsw.edu.au/sequencing/sanger-sequencing)
- AGRF (www.agrf.org.au)

* Si se envía una muestra para la verificación genética de una presunta identificación visual, la ficha de taxonomía del sitio web de BOLD Systems tiene detalles de los laboratorios de secuenciación disponibles para especies particulares:

www.boldsystems.org/index.php/TaxBrowser_Home.

DISPOSICIÓN ESPECIAL DE LA NORMATIVA SOBRE MERCANCÍAS PELIGROSAS DE LA IATA

A180 Los especímenes no infecciosos, como los mamíferos, las aves, los anfibios, los reptiles, los peces, los insectos y otros invertebrados que contienen pequeñas cantidades de los números ONU 1170, 1198, 1987 o 210, no están sujetos a estos Reglamentos, siempre que se cumplan los siguientes requisitos de empaquetado y etiquetado:

(a) son los especímenes:

1. Envuelto en una toalla de papel y/o una estameña humedecida con alcohol o una solución alcohólica y luego colocado en una bolsa de plástico termosellada. Cualquier líquido libre en la bolsa no debe exceder los 30 ml; o
2. Colóquelo en frascos u otros recipientes rígidos que no contengan más de 30 ml de alcohol o una solución alcohólica;

(b) las muestras preparadas se colocan en una bolsa de plástico que se sella con calor;

(c) los especímenes empaquetados se colocan dentro de otra bolsa de plástico con material absorbente y se sellan con calor;

(d) la bolsa terminada se coloca en un embalaje exterior resistente con el material de amortiguación adecuado;

(e) la cantidad total de líquido inflamable por embalaje exterior no debe ser superior a 1 L; y

(f) el paquete completo lleva la indicación "especímenes de investigación científica, sin restricción, Se aplica la disposición especial A 180".

Las palabras "sin restricción" y la disposición especial número A180 deben incluirse en la descripción del sustento en la Guía Aérea, tal como se exige en el punto 8.2.6, cuando se expide una Guía Aérea.

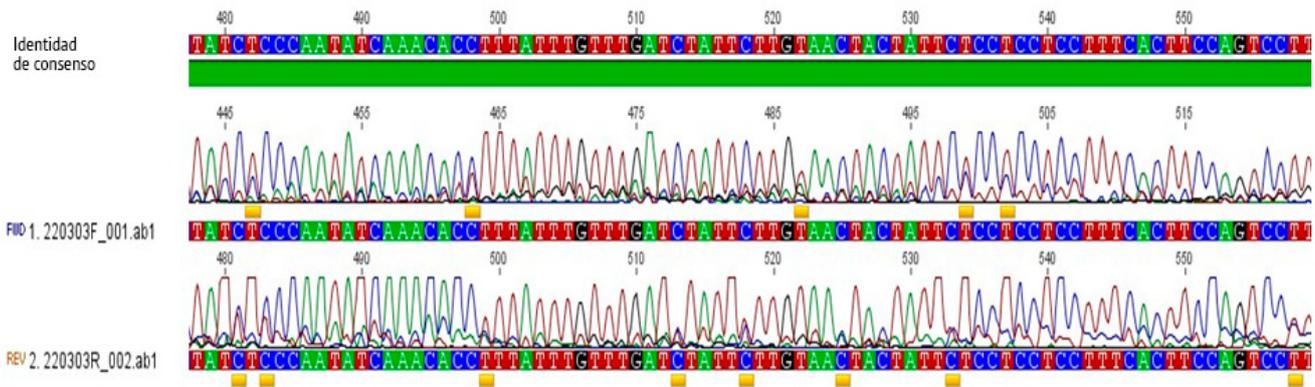


Fig 7: Secuenciación de mtADN CO1 en el ADN de los tiburones - Secuencias de avance y retroceso. (Fuente: Sharon Appleyard, CSIRO)

ANÁLISIS DE ADN: EL PROCESO

La identificación de una especie a partir del ADN en una muestra de tejido implica tanto análisis de laboratorio como de software.

1 Primero, el ADN es secuenciado en un laboratorio para determinar el orden único de sus cuatro bases de nucleótidos. Esto produce secuencias F(adelante) y R(reversa) sin procesar. La mayoría de las compañías de secuenciación proporcionan a los clientes estas secuencias de F y R sin procesar.

2 Estas secuencias F y R deben fusionarse para generar un código de barras COI, utilizando un software de secuenciación como Geneious (www.geneious.com).

3 El código de barras COI de la muestra puede entonces adaptarse a las secuencias COI almacenadas en bases de datos internacionales de libre uso como BOLD y NCBI. Esto identificará genéticamente la especie exacta de tiburón o raya de la que se tomó la muestra.

4 Como control final, verifique que el USI de la identificación genética coincida con la muestra recolectada

Ayuda si hay fotos del espécimen del que se tomó la muestra, con el USI en una etiqueta. Este paso final se realiza mejor con una persona que tenga experiencia en la identificación de tiburones.

Si no hay experiencia en el país para generar el COI y compararlo con una base de datos internacional, la muestra de tejido o el ADN extraído puede enviarse a BOLD

(www.boldsystems.org), quien se encargará del proceso a cambio de una cuota. Por lo general, las empresas de secuenciación no realizan análisis de muestras individuales; a menudo se requiere un mínimo de 48 muestras.

CITES

Si una muestra de tejido es recolectada de una especie de tiburón o raya incluida en la lista de CITES y necesita ser enviada fuera de un país para el propósito (no comercial) de identificación de especies, existen excepciones a los requisitos de los permisos de exportación. La Autoridad Administrativa de CITES (MA) puede proporcionar la documentación apropiada

Las muestras de tejido deben ser enviadas desde una institución científica registrada por CITES en el país en cuestión. Una lista de instituciones científicas registradas en todo el mundo está disponible en https://www.cites.org/es/common/regls_si.html. Si no hay instituciones registradas en el país desde las que se deban enviar tejidos, póngase en contacto con la autoridad competente de CITES del país para solicitar asesoramiento.

Las muestras de tejido de las especies incluidas en los Apéndices de la CITES también deben ser enviadas a instituciones científicas registradas, por lo que es importante verificar el estado de las compañías de secuenciación genética.

La CITES está estudiando actualmente disposiciones para simplificar aún más la exportación de muestras científicas: para obtener información y asesoramiento actualizado, póngase en contacto con la autoridad competente.



EQUIPO

El muestreo genético requiere equipo para tomar las muestras y almacenarlas. En el campo es importante registrar tantos datos como sea posible, y vale la pena preparar las fichas técnicas y las etiquetas con antelación.

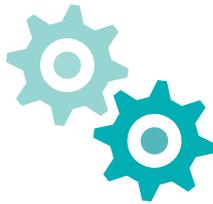


LISTA DE CONTROL:

- Cuchillo/bisturí/tijeras
- Tabla para cortar
- Pinzas de punta sin filo
- Etanol al 70% para la limpieza de implementos (puede usar una botella plástica rociadora)
- Pañuelos o toallitas para la limpieza y secado de implementos
- Sobres de papel y tubos con rosca; cajas de muestras para los tubos
- Tarjetas Whatman FTA Elute; tarjeta clásica no indicadora
- 70-100% etanol (sin metanol) para la preservación de tejidos
- Solución DMSO
- Pipeta plástica desechable para llenar tubos con solución conservadora
- Fichas técnicas y portapapeles a prueba de agua
- Lápiz y borrador
- Etiquetas impermeables
- Marcador resistente al agua para las etiquetas
- Cámara con baterías, cargador (con adaptador de baterías en caso de que se necesiten), tarjetas de memoria o teléfono celular para las fotos

Para extraer ADN de las tarjetas FTA Elute, se necesitará equipo de laboratorio:

- Herramienta de perforación y colchoneta suministradas con tarjetas
- Tubos de microfuga de 1,7 ml
- Agua esterilizada
- Bloque térmico
- Centrifugadora
- Geles de agarosa



NIVEL TÉCNICO - MEDIO

El muestreo de tejidos es en sí mismo un proceso sencillo, y puede llevarse a cabo tras una capacitación básica sobre la toma de muestras, el registro de datos, el almacenamiento y el transporte de las muestras. Un aspecto clave es recolectar las muestras limpiamente para evitar la contaminación cruzada y mantenerlas separadas entre sí en todo momento. Es muy importante que la USI de la muestra acompañe al tejido y que se mantengan estrictamente los metadatos (datos sobre las especies de tiburones y la ubicación asociada con la muestra de tejido).

La posterior extracción de ADN requiere un laboratorio molecular especializado (véase el [Apéndice B](#)) y personal técnico especializado. La secuenciación y el análisis del ADN para la identificación de especies requiere conocimientos y capacitación especializada, equipo de laboratorio específico, software, recursos informáticos que incluyen acceso a Internet y repositorios de datos.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para obtener más información sobre la herramienta Genética, por favor póngase en contacto con la Dra. Sharon Appleyard, Colección Nacional de Peces de Australia, Colecciones Nacionales de Investigación de Australia.

T: +61 3 6232 5458 **E:** sharon.appleyard@csiro.au
W: www.csiro.au/en/Research/Collections/ANFC



COSTO - MEDIO

La recolección de muestras de tejido tiene costos relacionados mínimos. El tejido seco (por ejemplo, los fragmentos de aletas) es el más barato de recolectar, ya que no se necesitan conservantes ni tarjetas FTA Elute.

El etanol es el mejor conservante para las muestras de tejido genético, pero puede ser caro y difícil de obtener en algunos países. En tales casos, la solución DMSO es una buena alternativa, aunque no es aconsejable el almacenamiento a largo plazo en DMSO y se recomienda la transferencia a etanol. Los precios del etanol y de la solución DMSO varían de un país a otro. Los tubos con tapa de rosca y las cajas para contener 100 frascos también varían en precio internacionalmente.

Las tarjetas Whatman FTA Elute pueden obtenerse de las compañías proveedoras de productos químicos, aunque los precios pueden variar.

Por ejemplo:

US\$115 POR 25 TARJETAS
US\$525 POR 100 TARJETAS

El costo de obtener la identificación de una especie a partir de una muestra de tejido o de un extracto de ADN varía según el proveedor, la especie y la calidad de la muestra de tejido. Algunas especies estrechamente relacionadas pueden necesitar un segundo indicador para confirmar su identificación (por ejemplo, NADH2 además de COI). Las muestras de tejido más viejas o mal almacenadas pueden requerir varios análisis, lo que puede aumentar el costo. La mayoría de los proveedores de secuenciación realizan los análisis en lotes de muestras, como 48 o 96. El envío de un gran lote de muestras es más rentable.



ESTUDIOS DE MERCADO Y DE CRIADEROS

Autor: Cassandra L. Rigby, James Cook University; William T. White, CSIRO National Research Collections Australia; Victoria Jeffers, Fran Humber, Blue Ventures Conservation



ESTUDIOS EN CRIADEROS



ESTUDIOS DE MERCADO

TIPO DE DATOS:

Especies presentes
Estructura de la población
Abundancia de capturas
Desembarques y descartes
Descripción de la pesquería y esfuerzo pesquero

OBJETIVOS DEL PLAN DE TIBURONES:

2. Evaluar las amenazas a las poblaciones de tiburones
3. Identificar y prestar especial atención, en particular a las poblaciones de tiburones vulnerables o amenazadas

¿POR QUÉ USARÍAS ESTA HERRAMIENTA?

Los criaderos y los estudios de mercado recopilan información sobre los tiburones y las rayas que se pescan en un país, y controlan las capturas a lo largo del tiempo para detectar cualquier cambio en las poblaciones.

- **Los estudios de los criaderos** (también conocidos como estudios de pesca o estudios de lugares de desembarque) tienen por objeto evaluar el estado del recurso que se pesca y estimar la captura y el esfuerzo de los pescadores. Los datos recopilados incluyen la zona de pesca, los artes de pesca, la composición de la captura de especies, la talla/peso de las especies, el esfuerzo realizado para capturar especies, los costos de la pesca, y los ingresos recibidos por la venta de la captura. Son una forma de muestreo que depende de la pesca, ya que las especies y el tamaño de los tiburones y las rayas que se capturan dependerán de los equipos utilizados y de la zona de pesca.⁵
- **Los estudios de mercado** tienen por objeto recopilar datos sobre las capturas en el momento de su venta. La información se obtiene de quienes venden tiburones y rayas directamente al público o a los comerciantes, ya sea con fines de subsistencia o comerciales. Al igual que los estudios de los criaderos, los estudios de mercado recogen datos sobre la composición de las capturas de las especies y la longitud o el peso de las mismas, pero se centran en el valor económico de la captura y no en la descripción y el esfuerzo de la pesquería.

Ambos métodos son particularmente adecuados para la pesca a pequeña escala en los países en desarrollo, ya que son baratos, requieren un equipo mínimo y pueden proporcionar datos informativos. Existen otros métodos de estudio de la pesca, como los observadores a bordo y los estudios de investigación, pero éstos son más intensivos en recursos y se utilizan normalmente en los países desarrollados y en las pesquerías comerciales a gran escala.

USO DE DATOS

Los datos de estos estudios pueden utilizarse para evaluar el grado de amenaza de las pesquerías para las poblaciones de tiburones y rayas mediante el seguimiento de las especies capturadas, el número y peso tomado, y el nivel y la zona de presión de la pesca. Los cambios en los precios a lo largo del tiempo pueden revelar fluctuaciones en la demanda de productos de tiburón. Los estudios también proporcionan datos sobre la estructura de la población de la especie capturada mediante el registro de su sexo, tamaño y estado de madurez.

Estos datos biológicos y de pesca combinados sirven de base para las evaluaciones de las poblaciones. Éstos proporcionan información científicamente

sólida a los administradores de pesquerías para la regulación de las pesquerías con el fin de garantizar que las poblaciones de tiburones y rayas se pescan de forma sostenible. Los estudios de mercado y de los criaderos también son útiles para evaluar la importancia de los tiburones y las rayas para las comunidades, regiones y países. La información sobre la medida en que la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia dependen de los tiburones y las rayas es esencial para elaborar planes de ordenación pesquera sostenible.

DISEÑO DE UNA ENCUESTA EFICAZ

Los estudios de lo criadero y de mercado se enfocan en la recopilación de datos de poblaciones y capturas en las pesquerías costeras para asesorar a los administradores de las pesquerías, a los pescadores y a las comunidades locales sobre la situación de los tiburones y las rayas en su zona. Esta información puede servir de base para las acciones y las estrategias de gestión. Es importante definir claramente el propósito de una encuesta, junto con la forma en que se utilizará la información y quién la utilizará.

Las pesquerías, los mercados y los protocolos culturales varían mucho, y es importante señalar que no existe tal cosa como un criadero genérico o un estudio de mercado: cada uno debe adaptarse a su contexto local y ser apropiado para los entrevistados. Esta herramienta describe los tipos de datos de pesca y captura que pueden ser importantes de recolectar, junto con algunos procedimientos básicos para recolectarlos, pero también hay recursos específicos de la región que incluyen cuestionarios de encuestas y métodos para acercarse a los comuneros, los pescadores y los comerciantes.



RECURSOS ÚTILES

Algunos ejemplos incluyen :

White et al. 2014; Glaus et al. 2015; Kaly et al. 2016; Humber et al. 2017; SEAFDEC 2017; Johnson et al. 2018; Martins et al. 2018.

MÉTODO: CRIADERO Y ESTUDIOS DE MERCADO

1 Definir los objetivos de la encuesta y decidir si es mejor abordarlos mediante un criadero o un estudio de mercado, o ambos.

2 Diseñe la(s) encuesta(s). Determine qué información se debe recopilar y qué preguntas se deben responder para obtenerla (véase el [Apéndice C](#)).

Considerar cuántos estudios repetidos serán necesarios para detectar tendencias en los datos de pesca y captura. Rara vez es posible inspeccionar todos los lugares de desembarque y mercados: una encuesta bien diseñada elegirá lugares representativos para ofrecer una visión general realista.

Identificar los principales sitios de desembarque de tiburones y rayas en la zona. Si hay varios, seleccione los que sean más accesibles, tengan espacio para trabajar y donde haya cooperación de pescadores y comerciantes locales. También se necesitará el permiso de las autoridades locales. Investigue el mercado para asegurarse de que conoce, por ejemplo, la hora habitual de los desembarques. Es posible que se necesiten contactos locales para este propósito.

3 Planificar la logística: ¿quién hará qué y cuándo? Además de realizar entrevistas y recopilar datos, considerar cómo se recopilarán, analizarán, almacenarán, resumirán y presentarán los datos a los

administradores de las pesquerías. Identificar a los miembros del equipo, asignar responsabilidades, capacitarlos si es necesario. Elaborar un plan de trabajo y un calendario. ¿Existe un presupuesto suficiente para cubrir todos los recursos necesarios?

Los miembros de la comunidad local suelen ser muy buenos recolectores de datos, pero al elegir un equipo debe tener en cuenta factores como la alfabetización, la educación, la edad, la posición social y otras consideraciones culturales.

4 Diseñar y preparar las fichas técnicas Dependiendo del contexto y de la infraestructura local, los datos pueden registrarse en papel o a través de una aplicación de telefonía móvil. Cuando se utiliza adecuadamente, la monitorización móvil puede acelerar la entrada de datos y producir resultados listos para el análisis en tiempo real, evitando el riesgo de un atraso de papeleo para procesar.

5 Lleve a cabo las encuestas (ver abajo para los componentes de datos a incluir). Al comienzo de cada encuesta, explique claramente el propósito y asegúrese de obtener el consentimiento informado previo de los participantes. Nótese que los protocolos culturales varían mucho y hay que ser consciente de lo que es apropiado: por ejemplo, en Fiji, puede ser necesario pedir permiso al jefe de la aldea para entrevistar a los pescadores, quien designa a los pescadores que participarán.⁶ Si es probable que tenga que hacer visitas repetidas, considere si puede ofrecer algo a cambio de una cooperación continua.

6 Verificar y analizar los datos y comunicar los resultados. Este paso - que por supuesto depende de la naturaleza y el propósito de la encuesta - está fuera del alcance de esta herramienta. Por favor, consulte la sección de recursos para obtener más información.

DATOS DE LA ENCUESTA

INFORMACIÓN GENERAL

Los siguientes datos deben registrarse siempre:

- Nombre y ubicación del lugar de desembarque o mercado (nombre del lugar y latitud/ longitud si es posible)
- Fecha
- Nombre del pescador/vendedor (opcional, para mantener la confidencialidad)
- Género del pescador/vendedor
- Hora de la encuesta
- Nombre del recopilador de datos

DATOS DE PESCA

El objetivo es describir las flotas pesqueras, los caladeros y la importancia de la pesquería para la comunidad/región/país.

La información relevante incluye:

- Número de buques
- Puerto base y nacionalidad del buque
- Características de equipo y selectividad (por ejemplo, altura y tamaño de la malla de la red de enmalle; tipo y tamaño del anzuelo, distancia entre anzuelos y cebos, si se utiliza traza de alambre; dimensiones de la red de arrastre, tamaño de la malla del copo)
- Patrones de temporada en la pesca
- Localidad de pesca en relación con la distribución de las poblaciones de tiburones y rayas y otras flotas
- Tipo de hábitat de pesca (por ejemplo, costero, arrecife de coral, oceánico)
- Potencia y tamaño de los buques
- Medios de ayuda a la navegación para la pesca (por ejemplo, GPS) (e.g. GPS)
- Capacidad de congelación y enfriamiento

Investigación de antecedentes sobre la pesca:

- Dependencia económica y social

de la pesca

- Costos y beneficios para la comunidad/región/país
- Acceso a la pesca/propiedad
- Historia de la pesca y nombres locales de las zonas de pesca
- Identidad de los responsables de la toma de decisiones en materia de pesca
- Desafíos/problemas percibidos a los que se enfrenta la comunidad de pescadores

Datos individuales del buque/ pescador:

- Fecha(s) de pesca
- Lugar(es) de pesca
- Profundidad(s) de pesca
- Si pesca solo o con otros (si es así, ¿cuántos?)
- Nombre del pescador principal (opcional)
- Frecuencia de las viaje de pesca
- Características del equipo y selectividad (altura y tamaño de la malla de la red de enmalle; tipo y tamaño del anzuelo, distancia entre anzuelos y cebos, si se utiliza traza de alambre; dimensiones de la red de arrastre, tamaño de la malla del copo)
- Pesca de día o de noche
- Duración de la pesca, incluido el tiempo de inmersión de las redes y los palangres o de la pesca de arrastre a distancia
- Si se utilizan equipos específicos para la captura de tiburones o rayas
- Número promedio y peso de tiburones y rayas capturados por viaje de pesca
- Especies de tiburones y rayas capturadas
- Proporciones de captura por sexo - ¿qué proporciones son macho/ hembra?
- Destino y número de tiburones y rayas descartados (por especie si es posible, incluyendo tamaño y sexo)
- Lugar y frecuencia de desembarque de tiburones y rayas
- Costos de pesca
- Ingreso promedio de la captura de tiburones y rayas

DATOS DE CAPTURA

La información clave a registrar es el número de cada especie, el lugar y la fecha. El sexo, la duración y la madurez también son importantes. Si es posible, cada tiburón o raya desembarcada debe ser examinada, pero cuando hay un gran número se puede identificar, medir y pesar una submuestra. El tamaño óptimo de la submuestra dependerá de los recursos y del número de barcos y animales involucrados.

Los tiburones son a veces procesados en el mar y pueden ser descabezados, eviscerados y aleteados en el momento del desembarque. Se debe anotar la forma en que se desembarcan, particularmente cuando se usan pesos para registrar la captura: luego se pueden aplicar factores de conversión para estimar la biomasa capturada. Cuando sea posible, identifique la especie: si es necesario, se pueden tomar fotos para la identificación de expertos y muestras de tejido para el análisis genético (ver [Herramientas de Taxonomía](#) y [Genética](#)).

ESTUDIOS DE MERCADO

Los estudios de mercado deben recoger datos que normalmente incluyen:

- Fuente de tiburones y rayas para la venta
- Forma de captura: entero, troncos, aletas, etc.
- Si el vendedor paga por los tiburones y las rayas - y si es así, ¿cuánto?
- Precio de cada especie de tiburón o raya (entero o en producto)
- Costos de comercialización: alquiler del puesto/ electricidad/ salarios, etc.
- Si el vendedor procesa los tiburones y rayas
- ¿Cuánto tiempo lleva vendiendo tiburones y rayas?
- Si el vendedor vende tiburones y rayas en otros lugares - y si es así, donde
- ¿Qué porcentaje de los ingresos del vendedor proviene de la venta de tiburones y rayas?

RECOLECCIÓN DE DATOS CLAVE SOBRE ESPECÍMENES INDIVIDUALES DE TIBURONES Y RAYAS

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

Siempre que sea posible, identificar los tiburones y las rayas que se capturan o comercializan por especies (véase la [herramienta de Taxonomía](#)). Registre los nombres locales y compárelos con los nombres científicos para desarrollar una lista confiable de las especies presentes.

¿MACHO O HEMBRA? TAMAÑO

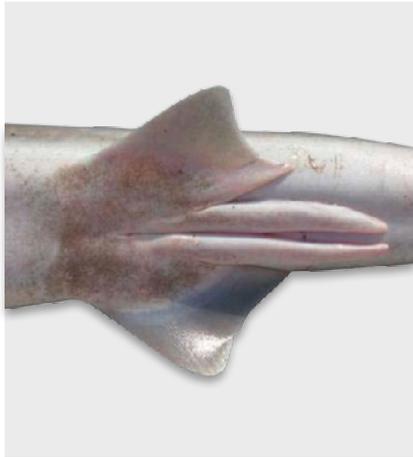


Fig 1: Tiburón macho con clasificadores. (Fuente: NOAA)



Fig 2: Tiburón hembra. Claspers ausentes. (Fuente: NOAA)

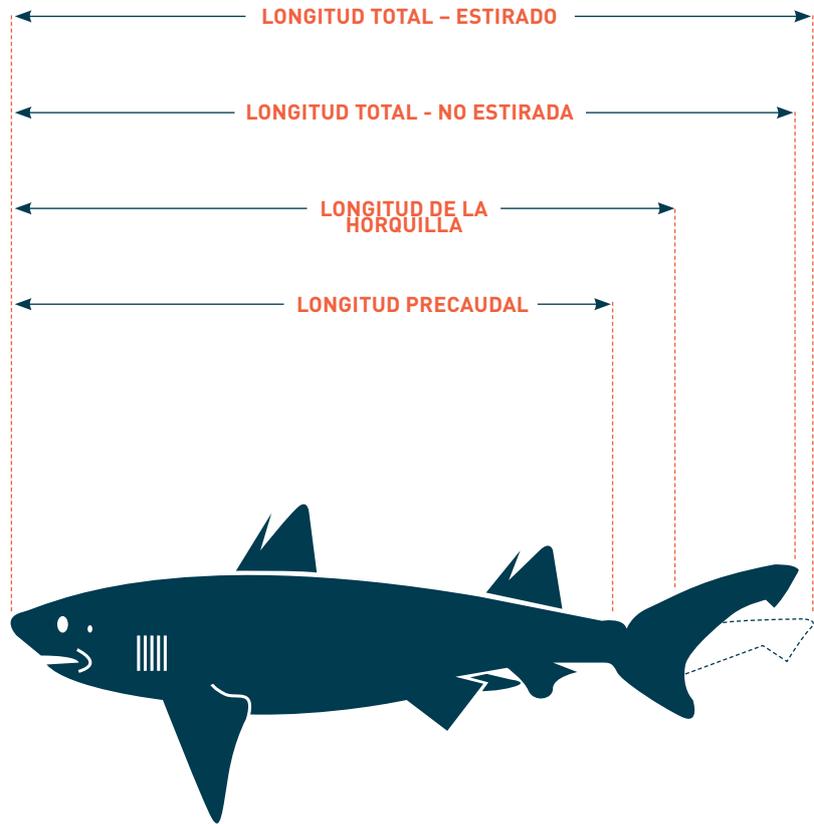


Fig 3: Medidas de talla de un tiburón.

Longitud - tiburones

Hay diferentes maneras de medir la longitud de un tiburón. La longitud total (estirado) es más común, donde el cuerpo del tiburón se endereza con la parte superior de la cola en línea con el cuerpo. La longitud de la horquilla se utiliza en algunos tiburones más grandes con colas menos flexibles, mientras que la longitud precaudal se puede utilizar si la cola está dañada. En todos los casos, la cinta debe estar plana, no a lo largo del cuerpo (este último curvará la cinta y dará una medida inexacta).

Las especies costeras cuya longitud total se mide incluyen todos los

tiburones, peces sierra (Pristidae), rhinidae, peces guitarra (Rhinobatidae), peces guitarra gigantes (Glaucostegidae) y rayas eléctricas (Narcinidae, Narkinidae, Hypnidae, Torpedinidae).

Ancho del disco - rayos

Asegúrese de que la raya esté plana, con el lado dorsal (superior) hacia arriba. Las rayas costeras para las que se mide la anchura de los discos son rayas de agujón (Dasyatidae), las rayas águila (Myliobatidae), las rayas águila pelágica (Aetobatidae), las rayas mariposa (Gymnuridae), las rayas rhinopteridae, las mantas y las rayas diablo (*Mobula mobular*).

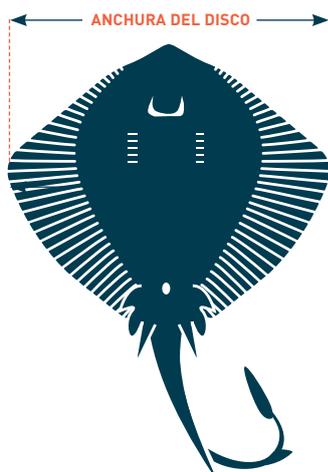


Fig 4: Medición del ancho de disco de un rayo.

PESO

Para tiburones y rayas de hasta 10 kg de peso, lo mejor es una balanza colgante - se puede utilizar una cesta, con la balanza ajustada a su peso. Para las especies grandes, los pesos se estiman - asegúrese de que las estimaciones se anoten como tales.

MADUREZ

Existen diferentes procesos para determinar el estado de madurez de los especímenes machos y hembras.

En caso de duda, tome fotos para la confirmación de los expertos - no olvide etiquetar claramente cada espécimen con un número de muestra único (ver [Etiquetas](#)).

MACHO

Un examen externo de los clasificadores es la forma más sencilla de determinar la madurez del macho. Se trata de dos criterios:

- 1 La longitud del cierre en relación con la punta de la aleta pélvica
- 2 El grado de desarrollo (dureza) del cláspero

Esto indicará uno de los tres estados de madurez del macho:

- 1 **Juvenil, inmaduro** – cláspero muy corto, sin extenderse más allá de la punta de la aleta pélvica, flexible

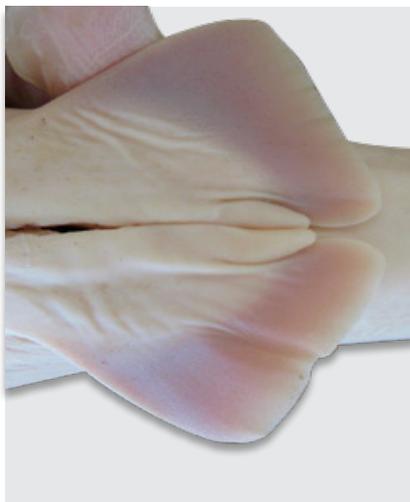


Fig 5: 1. Macho juvenil inmaduro. (Fuente: W. White y L. Baje 2014)

- 2 **Adolescente, en proceso de maduración** – cláspero que se extiende más allá de la punta de la aleta pélvica, no completamente duro, aún flexible



Fig 6: 2. Adolescente varón inmaduro. (Fuente: White. W. y Baje. L 2014)

- 3 **Adulto, maduro** – cláspero que se extiende más allá de la punta de la aleta pélvica, duro a lo largo de toda la longitud



Fig 7: 3. Adulto macho maduro. (Fuente: C. Rigby)

HEMBRA

La madurez femenina no puede ser determinada externamente - se requiere la disección para examinar los órganos reproductivos internos. Típicamente, se registrará una de las cinco etapas de madurez:

- 1 **Juvenil, inmaduro** – útero muy delgado, ovarios pequeños y sin óvulos yema (amarillos)

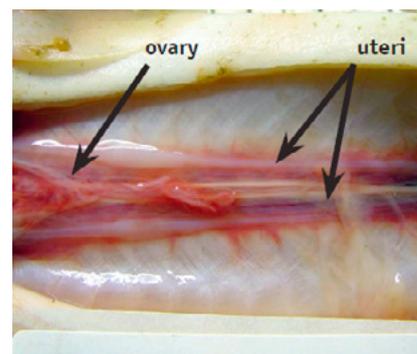


Fig 8: 1. Hembra juvenil inmadura

- 2 **Adolescente, madura** – úteros ligeramente agrandados en un extremo, ovarios cada vez más grandes y pequeños óvulos con yema visibles

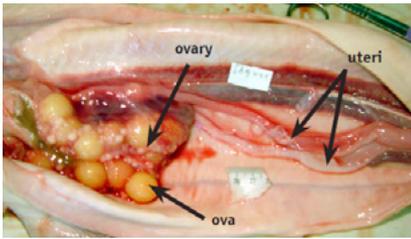


Fig 9: 2. Adolescente, hembra en proceso de maduración

3 Adulta, madura – útero grande a lo largo de toda la longitud, ovarios que contienen óvulos con yema grande

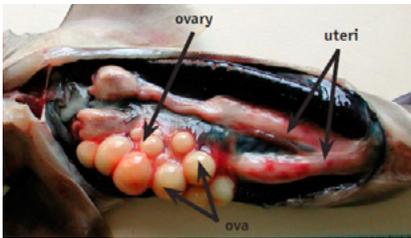


Fig 10: 3. Hembra adulta madura

4 Embarazadas – úteros que contienen embriones o huevos grandes

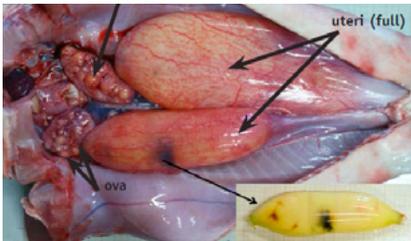


Fig 11: 4. Hembra embarazada

5 Posparto – útero muy grande pero sin embriones (el nacimiento ocurrió recientemente)



Fig 12: 5. Posparto hembra

Hembras embarazadas: Si se descubre que un ejemplar hembra está embarazada en la disección, es importante registrar los datos en la camada:

- Número de embriones en cada útero
- Número de embriones machos y hembras
- Longitud de cada embrión

MUESTRAS BIOLÓGICAS

Algunos estudios incluyen la recolección de vértebras o espinas de aleta dorsal para el envejecimiento en un laboratorio.

Para extirpar vértebras:

- 1 Después de extirpar los órganos internos, las vértebras son visibles a lo largo de la cavidad del cuerpo.
- 2 Con un cuchillo afilado, corte cualquier lado de las vértebras por debajo de la primera aleta dorsal.
- 3 Cortar (aprox.) cinco vértebras.
- 4 Recorte el exceso de carne y coloque las vértebras en una bolsa plástica ziplock con una etiqueta y USI (vea [Etiquetas](#)).
- 5 Si es posible, congele las vértebras. Si no, limpie las vértebras de la carne tan pronto como sea posible - dependiendo del tamaño, de 5 a 10 minutos en un blanqueador de uso doméstico acelerará el proceso.

Si se requiere una muestra genética para la encuesta, consulte la herramienta [Genética](#).

ETIQUETAS

Es esencial etiquetar los tiburones y las rayas cuando se toman muestras o cuando se mantienen animales enteros para su posterior examen. Las etiquetas también deben incluirse cuando se toman fotos de especímenes en los lugares de desembarque o mercados (ver Herramienta de [taxonomía](#) - foto).

Cada animal o muestra individual necesita una USI para que los datos biológicos y de sitio puedan ser vinculados a especímenes individuales para su posterior procesamiento.

Se debe utilizar el mismo sistema de numeración en toda la encuesta, y funcionar de igual manera para animales enteros, fotos y partes tales como fragmentos de aletas o embriones.

EJEMPLO

Nombre de la ciudad y del puerto:

utilice dos iniciales para representar el lugar, por ejemplo AB

Fecha: día, mes, año, ej. 01052018

Número del animal: empiece por 1 y dé a cada animal un número secuencial único

AB-01052018-1 es el USI para el primer animal individual muestreado en Puerto AB el 1 de mayo de 2018.

Escriba cada USI en la ficha técnica y en las etiquetas impermeables que se guardan con cada espécimen o muestra. Para las fotos, escriba el USI en un lápiz oscuro en una etiqueta y colóquelo al lado del animal - asegúrese de que sea visible en la imagen.



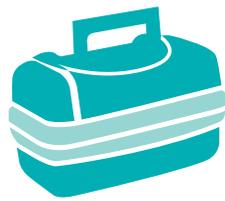
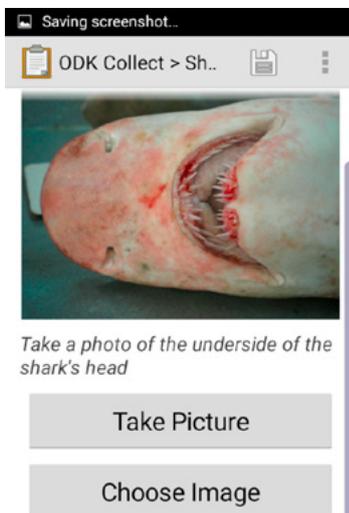
Fig 13: Mielga picuda (*Squalus megalops*) con etiqueta. (Fuente: C. Rigby)

SEGUIMIENTO MÓVIL

Hay muchas aplicaciones y programas disponibles para grabar datos en teléfonos móviles o tabletas. Algunas opciones gratuitas pueden tener restricciones en el número de usuarios o en el envío de formularios, por lo que es importante tener en cuenta el tamaño y el alcance de la encuesta antes de elegir la herramienta que se va a utilizar.

Las opciones incluyen:

- **Open Data Kit (ODK, por sus siglas en inglés)** ofrece un conjunto gratuito de herramientas de recopilación de datos de fuente abierta para utilizar, incluida la aplicación ODK, llamada ODK Collect. ODK ofrece una plantilla de Excel para la creación de formularios - una guía paso a paso gratuita está disponible en los conjuntos de **herramientas de Blue Ventures**. La guía también incluye consejos sobre la selección y capacitación de recolectores de datos, la selección de equipos y la resolución de problemas en regiones rurales.
- **Ona** (<https://ona.io>) y **Survey CTO** (www.surveyccto.com) permiten crear formularios de una manera rápida y sencilla y luego conectarlos a un servidor en línea.
- Se desarrollaron seguimientos para los pescadores de atún a pequeña escala en los países del Pacífico para registrar los datos de la pesquería, pero también se pueden usar para registrar los detalles de un gran número de especies de tiburones capturadas de forma incidental.



EQUIPO

No se necesita ningún equipo especializado para llevar a cabo un estudio de criaderos o de mercado.



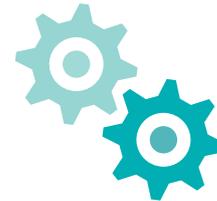
LISTA DE CONTROL

- Guía(s) de identificación
- Guía(s) de campo regional(es)
- Cintas métricas, además de calibradores o tablas de medición de peces para muestras más pequeñas
- Escalas
- Mapas o fotos aéreas de las zonas de pesca
- Hojas de datos y portapapeles impermeables
- Etiquetas impermeables
- Lápiz y borrar
- Marcador impermeable para etiquetas
- Cámara con baterías, cargador (adaptador si es necesario), tarjetas de memoria o teléfono móvil para fotos

Para disecciones

- Cuchillo afilado
- Fundas plásticas ziplock

Fig 12: Ejemplo de preguntas de la aplicación OKD para el teléfono. Estas preguntas se repiten según el número de tiburones capturados por pescador. (Fuente: Blue Ventures)



NIVEL TÉCNICO - FÁCIL

Es aconsejable nombrar a un líder del equipo de encuesta y asegurarse de que cada miembro del equipo haya recibido algún tipo de capacitación en su función. Los voluntarios pueden realizar entrevistas si siguen los protocolos culturales apropiados



COSTO - MEDIO

Muchas guías de identificación pueden descargarse gratuitamente de los sitios web. Los costos de mano de obra, los gastos de traslado a los sitios de mercado y de estudio dependerán del alcance del trabajo, pero pueden ser elevados en algunos casos. Es probable que el otro coste principal de los estudios esté relacionado con el funcionamiento de los teléfonos y la concesión de licencias de software.



SISTEMAS DE VIDEOS REMOTOS SUBMARINOS CEBADOS (BRUVS POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Autor: Michelle Heupel, Instituto Australiano de Ciencias del Mar; Colin Simpfendorfer, Universidad James Cook



BRUVS
PROPORCIONA UN REGISTRO VISUAL PERMANENTE DE LA COMUNIDAD DE LA ESPECIE

TIPO DE DATOS:

Especies presentes
 Abundancia y tamaño

OBJETIVOS DEL PLAN DE TIBURONES:

- 6. Contribuir a la protección de la biodiversidad y de la estructura y función de los ecosistemas.
- 10. Facilitar la identificación y comunicación de datos biológicos y comerciales específicos de cada especie.

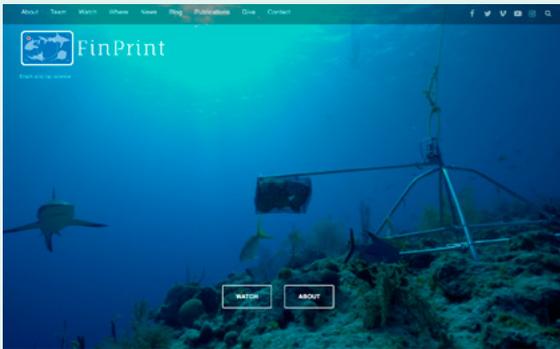
¿POR QUÉ USARÍAS ESTA HERRAMIENTA?

Los estudios BRUVS son una herramienta valiosa para determinar qué especies están presentes en un área y estimar la abundancia relativa entre áreas. Son un método de muestreo no destructivo que es fácil de repetir, fiable y rentable; y son particularmente útiles para el muestreo a gran escala de tiburones y rayas en un tiempo relativamente corto.

BRUVS toma muestras de tiburones y rayas en un área sin humanos en el agua, cuya presencia podría alterar el comportamiento de los animales. Esta característica única del método de muestreo lo diferencia del muestreo visual tradicional por medio de censos visuales subacuáticos (UVC). Los BRUVS tienen un impacto mínimo en el medio ambiente. La herramienta BRUVS proporciona un registro visual permanente de la composición de la comunidad de especies. También se puede utilizar para estudiar el hábitat en el área de muestreo. Debido a su facilidad de uso en una variedad de hábitats, BRUVS puede registrar la presencia de especies de tiburones y rayas en áreas que no han sido cubiertas por los estudios de pesca.

BRUVS puede ser usado para estudiar los efectos de la pesca y las áreas marinas protegidas (AMP) comparando la diversidad y abundancia de tiburones y rayas dentro de una AMP con aquellos en hábitats cercanos similares expuestos a la presión de la pesca. Los BRUVS con dos cámaras (BRUVS estéreo) pueden utilizarse para medir con precisión el tamaño de tiburones y rayas. Los datos de talla son útiles para estimar el estado de madurez, lo que da una idea de la estructura poblacional de la especie en el área.

FINPRINT GLOBAL



El proyecto Global FinPrint documenta las poblaciones de tiburones y rayas en los ecosistemas de arrecifes de coral tropicales de todo el mundo. Proporciona importantes datos de referencia sobre la diversidad, abundancia y distribución de las especies en un gran número de países y arrecifes.

Los datos de BRUVS pueden ser usados para comparar arrecifes con diferentes características para determinar los factores (por ejemplo, tipo de hábitat, presión de pesca, densidad de presas) que influyen en la diversidad y abundancia de tiburones y rayas. Global FinPrint ha recopilado información valiosa para la conservación y gestión de tiburones y rayas, y puede ponerse a disposición para su uso local.

VENTAJAS:

- Barato de construir y usar
- Recopilar grandes cantidades de datos
- BRUVS estéreo puede medir el largo de los individuos

LIMITACIONES:

- Los resultados están sesgados hacia las especies atraídas por el cebo, lo que puede significar que otras especies no están siendo apreciadas
- El video no funciona bien en aguas turbias
- El análisis de imágenes requiere mucha mano de obra
- Los BRUVS estéreo requieren calibración y un software potencialmente costoso

¿QUÉ SON BRUVS?

Las unidades BRUVS combinan el cebo para atraer tiburones y rayas y una cámara de vídeo submarina para registrar qué animales vienen a alimentarse con el cebo. Las propias unidades constan de una estructura con carcasa para alojar una cámara. Un brazo de cebo está unido a la estructura, que incluye una bolsa de cebo llena de pescado azul triturado.

Los BRUVS se colocan en el fondo marino con un flotador de superficie para su recuperación. Su estructura es pesada para asegurar que no floten o se muevan. Los BRUVS se dejan típicamente en el fondo marino



Fig 1: BRUVS sobre fondo marino con brazo de cebo y bolsa de cebo. (Fuente: Michelle Heupel)

durante 60-90 minutos y luego se recuperan. Los observadores pueden ver el video para determinar la especie y el número de individuos filmados.

Los BRUVS estéreo son más complicados que los BRUVS de cámara única, con una cámara montada a cada lado del brazo de cebo. También requieren la calibración de la cámara antes de su uso, por lo que se necesita un cubo de calibración.

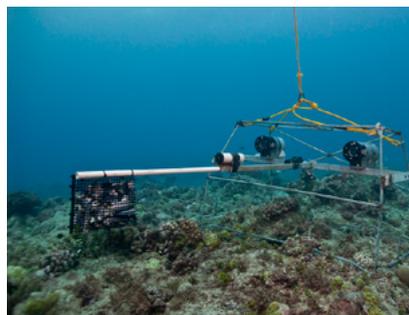


Fig 2: Stereo-BRUVS. (Fuente: Steve Lindfield, UWA, NOAA - Imagen cortesía de pifsc.noaa.gov)

MÉTODO: BRUVS



DISEÑO DEL PROGRAMA



CONSTRUIR BRUVS



DESPLIEGUE DE LOS BRUVS



VISUALIZACIÓN DEL VIDEO

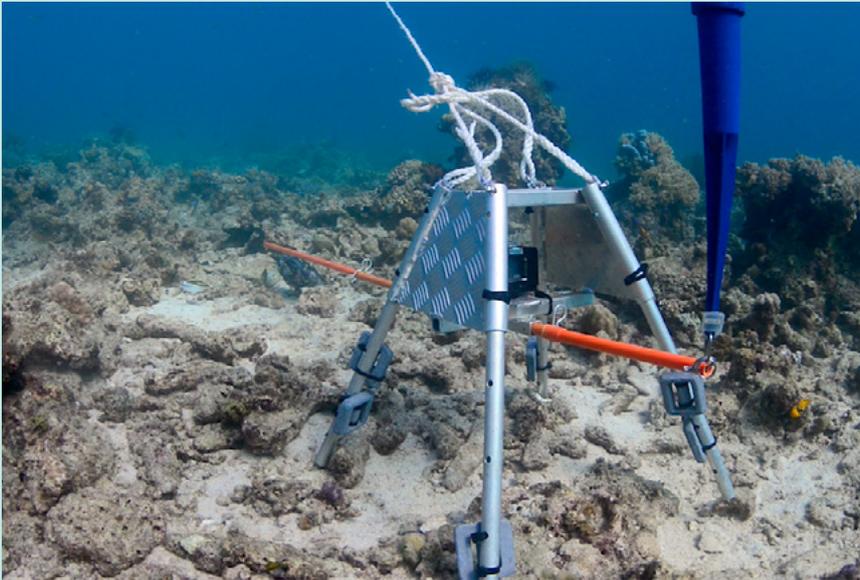


Fig 3: Bastidor de acero inoxidable BRUVS con patas desmontables atadas con cable en su sitio. Las pesas de buceo están atadas con cable en cada pata. Se han perforado agujeros en las patas para permitir que el marco se fije a diferentes alturas. Un medidor de corriente está conectado a la parte trasera del brazo de cebo. (Fuente: Christian Sloater, Scubazoo)



Fig 4: BRUVS acrílicos con una cámara dentro de cada tubo de drenaje de plástico. (Fuente: Vanessa Jaiteh)



DISEÑO DEL PROGRAMA

Diseñar el programa de muestreo de BRUVS para abordar los objetivos del estudio. Considerar los recursos disponibles para el equipo, los buques, los despliegues de BRUVS y el análisis de las imágenes. Esto afectará al tipo de BRUVS utilizado, al número de BRUVS y al número de veces que pueden desplegarse.

Los diseños de muestreo varían: por ejemplo, una comparación de la diversidad y abundancia de especies entre áreas abiertas y cerradas a la pesca requerirá un diseño diferente a una evaluación de la diversidad y abundancia de especies en todos los hábitats de un área. Las pruebas entre zonas de pesca y no pesca simplemente requieren el mismo número de despliegues de BRUVS en cada lugar, mientras que la asociación de la abundancia con el hábitat requiere un número representativo de despliegues de todos los tipos de hábitat disponibles.

Para todos los diseños de muestreo es importante considerar el tipo de hábitat, ya que esto puede tener una fuerte influencia en las especies presentes. Es probable que los

complejos hábitats de los arrecifes de coral tengan tipos y números de especies de tiburones y rayas diferentes a los que se encuentran en las zonas arenosas abiertas. El tipo de hábitat debe ser registrado, de lo contrario es difícil determinar si alguna diferencia en la diversidad se debe al hábitat u otro factor como el nivel de presión de pesca.



CONSTRUYENDO UNIDADES DE BRUVS

Una unidad BRUVS se compone de una estructura, un palo de cebo, una bolsa de cebo y una cámara. Todas las unidades desplegadas en un levantamiento deben ser idénticas en tamaño y altura con respecto al fondo: la mayoría de los BRUVS están diseñados para estar a 1 m o menos sobre el sustrato, e idealmente el sustrato debe ocupar la mitad del campo visual. La bolsa de cebo puede colocarse en la parte inferior o levantarse en la columna de agua.

ESTRUCTURA

La estructura BRUVS puede ser de cualquier tamaño y estilo y puede construirse con una variedad de materiales fácilmente obtenibles como

acero inoxidable, varilla de refuerzo, tubería de PVC, acrílico, plástico o madera. Las patas desmontables facilitan el transporte.

La estructura necesita tener pesas fijadas a sus patas para mantenerlo firme en el fondo del mar. Se necesitan más pesas para estructuras más ligeras y para las corrientes más fuertes - los marcos más cortos son más estables en estos últimos. Se necesitan puntos de fijación para la cuerda y el flotador de superficie.

Finalmente, la estructura requiere una carcasa para la cámara. Esto debe mantenerlo estable durante el despliegue, pero debe incluir un método sencillo de fijación y extracción.

BOLSA DE CEBO, POSTE Y CEBO

Las bolsas de cebo pueden estar hechas de malla plástica, metal o tubería de PVC con agujeros. En áreas con muchos tiburones grandes, el uso de metal puede impedir que los tiburones saquen la bolsa de cebo del poste. Las bolsas de cebo suelen estar atadas con cables al poste de cebo.

El poste de cebo puede ser de cualquier material y normalmente se extiende 1-1.5m desde la cámara.

HERRAMIENTA 4

Cualquier tipo de pescado azul es un buen cebo, pero siempre utilice cebo fresco para cada despliegue y asegúrese de que se procese de la misma manera para todos los lanzamientos de un estudio (por ejemplo, picado, triturado o picado para liberar aceite y aumentar la atracción). Es importante planificar la cantidad de cebo que se necesitará para cada viaje de estudio, de dónde se obtendrá y cómo se puede almacenar en un buque.

CÁMARA

En BRUVS se puede utilizar cualquier tipo de cámara de vídeo submarina, pero las cámaras GoPro son especialmente populares. Las imágenes deben ser lo suficientemente claras para que los espectadores puedan identificar de forma fiable los tiburones y las rayas que contiene.

La filmación en modo de alta definición de 1080p y 30 fotogramas por segundo proporciona una buena resolución. Grabar durante 90 minutos con esta configuración ocupará 20-25 GB de espacio de almacenamiento en una tarjeta de memoria.

Si se van a instalar varios BRUVS al mismo tiempo, se necesitarán varias cámaras, tarjetas de memoria y baterías, por lo que la planificación es importante. Paquetes de baterías adicionales pueden permitir que la misma cámara se utilice varias veces en un solo día. Si el BRUVS se va a instalar en días consecutivos, será necesario descargar el vídeo de las tarjetas de memoria y recargar las baterías de la cámara durante la noche. Los cargadores multipuerto son útiles para cargar varias baterías a la vez (**Fig 6**).

Los BRUVS estéreo tienen dos cámaras montadas en ángulo - típicamente 7-8 grados - a cada lado del brazo de cebo. Debido a

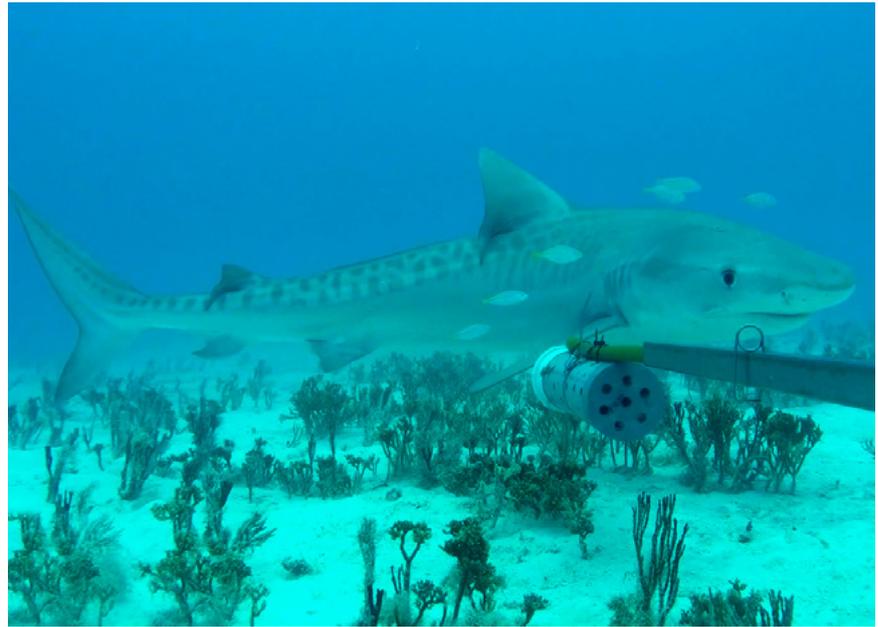


Fig 5: Tubo de PVC y tapas con agujeros para que el cebo se disperse y atraiga a un tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*). (Fuente: Tonga-watch)



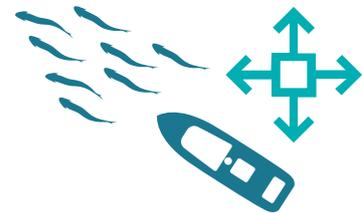
Fig 6: Cargador multipuerto. (Fuente: Samm Sherman)



Fig 7: Desplegando un BRUVS. (Fuente: Cordio East Africa-watch)

que estos sistemas se utilizan para realizar mediciones precisas, las cámaras deben estar bien ajustadas dentro de la carcasa para que no puedan moverse.

La tecnología de las cámaras sigue avanzando a medida que disminuyen los costos. Los vídeos submarinos Fullspherical (FS) pueden grabar un campo visual de 360°, por lo que es probable que desempeñen un papel en muchos BRUVS en el futuro.



DESPLIEGUE

Los BRUVS se despliegan normalmente desde un barco. Después del despliegue, es sensato mantener el barco al menos a 200 metros de distancia del BRUVS para minimizar los efectos potenciales del ruido del barco sobre el comportamiento de los tiburones y las rayas.

Se debe seguir un procedimiento operativo estándar en cada estudio para minimizar los efectos de los factores incontrolables. Los factores clave para estandarizar son el tiempo de despliegue, la cantidad de cebo y el rango de profundidad.

Los tiempos de despliegue son generalmente de 60 a 90 minutos en el fondo del mar. Cada despliegue suele utilizar alrededor de 1 kg de cebo. Los rangos de profundidad varían dependiendo de la pregunta de la investigación - los despliegues a más de 50m requieren una estructura pesada y una fuente de luz, y puede ser necesario un cabrestante para recuperar la unidad. La longitud de la cuerda desde el BRUVS hasta el flotador de superficie debe ser aproximadamente 1,5 veces mayor que la profundidad de despliegue. En corrientes fuertes, puede ser necesario aumentar esta longitud para asegurar que el flotador de la superficie no se hunda.

Si se despliegan varios BRUVS al mismo tiempo, es necesario separarlos lo suficiente para minimizar la posibilidad de que los tiburones y las rayas naden entre ellos, lo que provoca que los individuos sean contados más de una vez. La distancia entre despliegues dependerá de los objetivos del estudio - en el proyecto Global FinPrint hubo una separación mínima de 500m.



VISUALIZACIÓN DEL VIDEO

Un método estándar de grabación de especies y conteo de individuos debe ser usado cuando se ve el video. Los métodos varían de un estudio a otro, pero el más utilizado es el registro de MaxN (el número



Dependiendo del tipo de cámara utilizado, los archivos de video pueden necesitar ser unidos antes de ser vistos y analizados. Por ejemplo, los archivos de video Go Pro se segmentan durante la grabación y se guardan por separado en la tarjeta de memoria. Existen programas de software gratuitos y/o de bajo costo para unir segmentos de video en un solo archivo para su visualización, pero esto debe hacerse antes del análisis.

máximo de animales visibles en un momento dado).

- 1 Registre el tipo de hábitat en el que se asentó el BRUVS y estime la visibilidad del agua.
- 2 Ejecute el video, y páuselo cuando se observe un tiburón o una raya.
- 3 Identifique la especie y el sexo si es posible. Si es difícil identificar exactamente al animal, identifíquelo al nivel más bajo de taxonomía posible - por ejemplo, registre el género del tiburón martillo (*Sphyrna*) en lugar de la especie del tiburón martillo común (por ejemplo, *Sphyrna lewini*).

4 Registre MaxN cuando haya tiburones o rayas presentes en el recuadro. El MaxN de una especie se comprueba continuamente durante la visualización, pero sólo aumenta si se ven más individuos de una especie en un solo recuadro. Para el análisis se utiliza el MaxN más alto para cada especie de cada video. MaxN se utiliza para evaluar la abundancia relativa de especies y puede compararse entre despliegues, tipos de hábitat y ubicaciones. Esta es una estimación conservadora de la abundancia porque puede haber más individuos presentes en el área pero no se contarán si no están en el campo visual al mismo tiempo.

Debido a la necesidad de medir individuos, el análisis de BRUVS estéreo requiere un software específico. Una opción de uso común es EventMeasure (www.seagis.com.au).

- 5 Haga copias de seguridad de cada

video BRUVS en caso de que algo ocurra con el video original. Los discos duros portátiles son una buena opción para ello.



Fig 8: Alimentación del ocelado rayo de águila (*Aetobatus ocellatus*). (Fuente: FinPrint)

ETIQUETAS

Planificar un sistema de etiquetado eficaz antes del inicio del viaje. Es probable que esto incluya las iniciales del viaje y el lugar, la fecha y los números consecutivos de cada despliegue de BRUVS (ver [Encuestas](#) – etiquetas). Pegue la etiqueta del sitio al principio de cada lanzamiento de BRUVS utilizando una pizarra informativa (**Fig 9**).

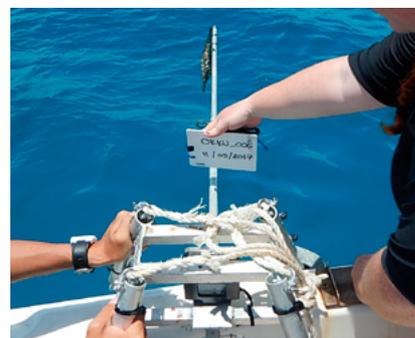


Fig 9: Etiqueta del sitio filmada en un tablero de pizarra al principio de la caída de BRUVS. (Fuente: Samm Sherman)

FICHAS TÉCNICAS

Asegúrese de que las fichas técnicas estén listas para su uso en el campo. Las inclusiones estándar de BRUVS son:

- Fecha
- Ubicación (nombre del lugar y latitud/ longitud si es posible)
- Etiqueta BRUVS (también filmada al principio de una caída de BRUVS)
- Profundidad
- Tiempo dentro (cuando BRUVS aterriza en el fondo marino)
- Tiempo fuera (cuando BRUVS abandona el fondo marino)
- Estado de la marea
- Hábitat
- Tipo de cebo
- Comentarios



LISTA DE CONTROL DE EQUIPO:

- Marcos BRUVS, brazos de cebo, bolsas de cebo, cuerdas y flotadores de superficie
- Equipo para el montaje de los BRUVS (si es necesario)
- Cámaras de vídeo submarinas, baterías de cámara, tarjetas de memoria y cargadores
- Carcasas para cámaras
- Cebo
- Pesos
- GPS para registrar la ubicación de lanzamiento
- Sonda de profundidad (u otro método para medir la profundidad de despliegue)
- Fichas técnica y portapapeles impermeables
- Etiquetas impermeables
- Tablero de pizarra
- Además - Software para la creación de archivos de vídeo

BRUVS estéreo

- Marco BRUVS modificado
- Cámaras de vídeo, baterías, tarjetas de memoria emparejadas
- Cubo de calibración
- Software BRUVS estéreo para análisis de tamaño



NIVEL TÉCNICO - FÁCIL A MEDIO

Los estudios BRUVS se realizan normalmente en equipo, incluyendo a alguien que conduzca el barco, alguien que despliegue y recupere el BRUVS, alguien que registre los datos, etc. Los jefes de equipo deben tener alguna experiencia con los estudios BRUVS - si no, entonces se recomienda la capacitación en el diseño, implementación y análisis de las tomas de muestras de BRUVS. Los lectores de vídeo requieren un buen conocimiento de las especies de tiburones y rayas, o acceso a una guía de identificación fiable.



COSTE - VARIABLE

El costo de los estudios BRUVS variará considerablemente dependiendo de la ubicación y la escala del proyecto. Es probable que los costos principales sean los costos de viaje al lugar del estudio, el tiempo del buque y el personal. El coste de las propias unidades BRUVS dependerá de los materiales utilizados.

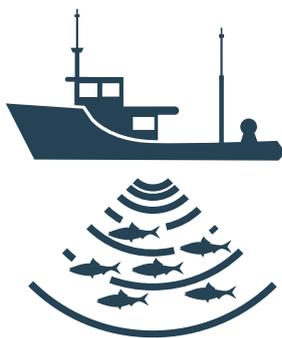
Una buena calidad de vídeo de alta resolución se puede obtener ahora con cámaras relativamente baratas. Sin embargo, el análisis de los vídeos requiere mucha mano de obra y puede llevar un tiempo considerable, dependiendo del número de despliegues y del número de tiburones y rayas observados en los vídeos. El software específico, como EventMeasure, puede ayudar con la grabación de datos de vídeo (y es esencial para la calibración y las mediciones BRUVS estéreo), pero con un precio aproximado de 3.500 dólares australianos para el software de análisis de vídeo y 2.000 dólares australianos para el software de calibración, es una inversión significativa.





ETIQUETADO Y SEGUIMIENTO

Autor: Michelle Heupel, Instituto Australiano de Ciencias Marinas



ETIQUETADO
AYUDA A ESTUDIAR EL NÚMERO DE TIBURONES Y LOS PATRONES DE MOVIMIENTO

TIPO DE DATOS:

Estructura de la población
 Hábitats críticos

OBJETIVOS DEL PLAN DE TIBURONES:

2. Evaluar las amenazas a los tiburones y rayas, determinar y proteger los hábitats críticos
3. Identificar y prestar especial atención, en particular a las poblaciones de tiburones y rayas vulnerables o amenazadas.
6. Contribuir a la protección de la biodiversidad y de la estructura y función de los ecosistemas

¿POR QUÉ USARÍAS ESTA HERRAMIENTA?

El etiquetado y el seguimiento proporcionan datos valiosos sobre el tamaño de la población, la estructura de la población y el uso del hábitat de tiburones y rayas. Todas estas son consideraciones importantes en la gestión de la pesca, cuyo objetivo es garantizar la sostenibilidad de la pesca.

La comprensión de la estructura de la población es esencial. Una población de especies a menudo se divide en diferentes grupos de individuos en áreas separadas: los datos de etiquetado y seguimiento pueden identificar estas poblaciones, determinar el alcance del movimiento de los individuos y si se produce una mezcla. También proporcionan información sobre la distribución, el área de distribución (donde viven y se mueven regularmente los tiburones y las rayas), las vías de migración y el uso del hábitat.

Los tiburones desempeñan un papel importante en el ecosistema marino, y la comprensión de los comportamientos asociados con su movimiento permite mejorar la protección del ecosistema. Los datos de etiquetado y seguimiento ayudan a las partes interesadas a comprender e identificar el uso crítico del hábitat de las especies amenazadas para una planificación eficaz de la conservación. El uso del hábitat puede determinarse superponiendo los datos de posición de movimiento a la información sobre el hábitat.

Los datos de etiquetado y seguimiento también pueden utilizarse para examinar los movimientos de las poblaciones de tiburones y rayas en relación con la distribución espacial de una pesquería. Esto ayuda a evaluar el nivel de amenaza que representa una pesquería para las poblaciones, a identificar las poblaciones amenazadas y a tomar medidas para protegerlas.

FORMAS DE ETIQUETADO Y SEGUIMIENTO

Hay una variedad de maneras de estudiar el número de tiburones en un área y entender sus patrones de movimiento. Tres de las opciones principales son el etiquetado externo, el seguimiento acústico y el seguimiento por satélite. Cada uno proporciona diferentes tipos de datos.

- **El etiquetado externo** se usa para determinar qué tan lejos viaja un individuo entre el punto de liberación y el punto de recaptura. Los datos informan la escala de movimiento de una especie y a veces se utilizan para estimar el tamaño de la población.
- **El seguimiento acústico** El seguimiento acústico se utiliza para examinar los patrones de movimiento de los individuos dentro de un área definida. El seguimiento acústico pasivo de tiburones y rayas puede proporcionar datos de

seguimiento a largo plazo sobre el movimiento, la residencia y el uso del hábitat de individuos y poblaciones. Los receptores acústicos se despliegan en el área de estudio, luego los individuos son equipados con transmisores que los receptores registran cuando el transmisor está dentro del alcance

Con el seguimiento acústico activo, un receptor es llevado en un barco. Aquí un individuo es seguido por el barco, que registra datos sobre su ubicación para representar el patrón de movimiento del individuo seguido. El seguimiento activo proporciona información detallada sobre el movimiento de un individuo, pero las limitaciones de tiempo suelen significar que los datos son a corto plazo (generalmente de 24 a 36 horas).

- **El seguimiento por satélite** se utiliza para estudiar los movimientos a larga y amplia escala de tiburones y rayas. Algunas etiquetas satelitales informan en tiempo real cuando el transmisor rompe la superficie del agua, mientras que otras almacenan datos sobre la temperatura y el nivel de luz, que sólo se entregan cuando la etiqueta sale del animal a una hora preprogramada. Las etiquetas satelitales recogen datos sobre el movimiento a grandes distancias, en contraste de la limitada cobertura espacial que suele ofrecer el seguimiento acústico.

¿CÓMO FUNCIONAN EL ETIQUETADO Y EL SEGUIMIENTO?

ETIQUETADO EXTERNO

Las etiquetas de identificación se adhieren externamente al tiburón o a la raya. Estos tienen un número visible, un número de contacto o el nombre del instituto, único para la etiqueta que puede ser utilizado para identificar a un individuo cuando es recapturado. Comparando la posición y fecha de liberación con la posición y fecha de recaptura es posible determinar la distancia que el animal etiquetado se ha movido en ese tiempo. Cuando se vuelve a capturar un animal, póngase en contacto con el número o instituto y comuníquese el número, la fecha y el lugar.

✓ VENTAJAS:

- Las etiquetas de identificación externa son de bajo costo y fáciles de aplicar.

✗ LIMITACIONES:

- Sólo se obtiene información de liberación y recaptura, no se obtiene información sobre lo que el animal hizo entre el etiquetado y la recaptura.
- Las tasas de recaptura por lo general son bajas, lo que limita los datos recopilados.

SEGUIMIENTO ACÚSTICO

Los transmisores acústicos, también conocidos como etiquetas acústicas, se suelen implantar quirúrgicamente en tiburones y rayas. Cada transmisor emite una secuencia única de pulsos o pulsos ultrasónicos. Estas señales únicas pueden ser detectadas cuando un tiburón o una raya marcados nadan dentro del alcance de un receptor acústico estacionado en el fondo marino. El receptor registra el código de identificación del individuo etiquetado y la fecha y hora. Estos datos se utilizan luego para determinar adónde se trasladan los individuos y cuánto tiempo pasan en determinadas áreas. El rango de detección del receptor depende del transmisor y de las condiciones del hábitat.

Los transmisores acústicos pueden equiparse con sensores adicionales para transmitir información sobre temperatura, profundidad y aceleración, aumentando el rango de conducta que se puede estudiar.

✓ VENTAJAS:

- Se puede recopilar una gran cantidad de datos para definir los patrones de movimiento y el uso del hábitat de los individuos dentro del sitio de estudio.
- Un individuo puede ser rastreado hasta por 10 años, aunque el tiempo de transmisión depende de la duración de la batería del transmisor.
- Numerosos individuos pueden ser rastreados simultáneamente para entender los movimientos a nivel de población.
- Los datos a largo plazo revelan la

presencia y residencia de individuos dentro de un área para identificar la dependencia del hábitat, monitorear la conducta a nivel de la población, y estimar la mortalidad en algunos casos.

✗ LIMITACIONES:

- Los receptores y transmisores acústicos son más caros que las etiquetas externas.
- Los receptores necesitan ser desplegados y la mayoría necesitan ser recuperados para obtener los datos que se guardan.
- No se recopilan datos si un individuo se mueve fuera del alcance de los receptores.

SEGUIMIENTO ACÚSTICO ACTIVO

El seguimiento acústico activo utiliza el tipo de transmisores descritos anteriormente, pero la velocidad de pulso es mucho más rápida para permitir que un individuo sea seguido. Se utiliza un receptor montado en el barco en lugar de un receptor desplegado. La señal del transmisor guía al barco a seguir la trayectoria de movimiento del individuo equipado con el transmisor. El seguimiento activo también puede obtener datos sobre la profundidad y la temperatura por la que un individuo está nadando.

La naturaleza de trabajo intensivo de seguir continuamente a un individuo a través de condiciones climáticas potencialmente cambiantes significa que la mayoría de los estudios de seguimiento activos son a corto plazo y no se utilizan para el monitoreo. Debido a esto, los transmisores se conectan externamente. Esto disminuye la cantidad de tiempo que se maneja a un individuo, reduciendo el estrés, y también significa que el transmisor puede desprenderse después de un corto período de tiempo, ya que ya no será necesario.

✓ VENTAJAS:

- Se requiere menos equipo que para el rastreo acústico pasivo, lo que reduce el costo del equipo.
- Se pueden obtener datos

detallados sobre la ubicación exacta de los individuos.

X LIMITACIONES:

- El proceso es muy laborioso en términos de mano de obra y puede resultar costoso en función del personal y del tiempo del buque.
- Los datos recopilados son para una sola persona en un corto período de tiempo.

SEGUIMIENTO SATELITAL

Las etiquetas satelitales se adhieren externamente al tiburón o a la raya. Hay dos tipos principales:

- **Etiquetas Archivadoras** conocidas como etiquetas archivadoras desprendibles conectadas por satélite (etiquetas PSAT o PAT, por sus siglas en inglés)
- **Etiquetas montadas en las aletas**, conocidas como etiquetas inteligentes de transmisión de posición y temperatura (SPOT tags)

Las etiquetas PSAT están programadas para liberarse del animal en una fecha predeterminada y flotar en la superficie. Una vez que llegan a la superficie, transmiten datos resumidos a un satélite. Si se recuperan físicamente, se puede descargar su registro completo de

datos sin procesar. Las etiquetas PSAT registran los datos de luz, profundidad y temperatura. Los datos de posición se pueden calcular en base a los niveles de luz registrados, aunque esto puede tener errores de 60-80km. Las etiquetas PSAT se utilizan principalmente para estudiar movimientos a gran escala y preferencias de temperatura y profundidad

Las etiquetas SPOT montadas en las aletas siguen el movimiento enviando una señal a un satélite cada vez que la aleta/etiqueta atraviesa la superficie del agua. Miden datos de profundidad y temperatura, pero no archivan datos. Las etiquetas SPOT proporcionan datos de posición relativamente precisos de <250m-5km. Sin embargo, no registran ni transmiten datos cuando los tiburones o las rayas están por debajo de la superficie, por lo que puede haber brechas en los datos en función del comportamiento del animal. Las etiquetas SPOT se fijan mediante pernos a través de la aleta que eventualmente se corroen para permitir que la etiqueta se caiga. Este es un sistema de rastreo particularmente bueno para las especies que salen a la superficie

regularmente y se mueven a grandes distancias, como los tiburones tigre (*Galeocerdo cuvier*).

Ambos tipos de etiquetas tienen una antena que envía una señal a un satélite ARGOS utilizado para rastrear animales. La transmisión de datos se retransmite a una estación terrestre donde se procesa y se envía al investigador. Sin embargo, el uso de un satélite puede ser un gasto considerable.

✓ VENTAJAS:

- Una sola marca puede proporcionar datos sobre movimientos de largo alcance
- Las etiquetas PSAT almacenan datos y cargan automáticamente datos de resumidos a un satélite.
- Las etiquetas no tienen que ser recuperadas físicamente para obtener sus datos.

X LIMITACIONES:

- Las etiquetas satelitales son caras, y el tiempo de satélite produce un costo adicional.
- La resolución de los datos es a veces deficiente, por lo que estas etiquetas se utilizan mejor para definir los movimientos de tipo migración y son menos eficaces para los estudios locales.

MANEJO SEGURO DE TIBURONES Y RAYAS

Los procedimientos de etiquetado varían, pero hay algunos puntos básicos a recordar en todos los casos para garantizar la seguridad de los animales:⁷



- Etiquetar un tiburón o una raya a menudo involucra a un equipo y requiere práctica, así que planifique con anticipación. Designar roles para quién va a capturar, marcar, liberar, recolectar datos biológicos y registrar.
- Incluso los tiburones pequeños pueden causar lesiones, por lo que los miembros del equipo con experiencia en el manejo y etiquetado de tiburones deben entrenar a otros antes de que comience un proyecto.
- Minimizar la manipulación durante el proceso de etiquetado, no agarrar al tiburón a través de las branquias, y mantener el tiempo que el tiburón o la raya está fuera del agua al mínimo posible. .
- Elija la etiqueta de tamaño adecuado para el tiburón, y tómese su tiempo para insertarla correctamente. Espere hasta que el animal se tranquilice antes de marcarlo.

HOJA DE CÁLCULO DE LA ETIQUETA

Fecha	USI	Tipo de Etiqueta	Especie	Sexo	Largo (cm)	Lat/long	Profundidad (m)	Método de captura	Nombre
02102018	AB-02102018-1	Fin	C. leucas	M	120	153.32-27.29	15	Line	C. Rigby

Es esencial mantener un registro cuidadoso. La siguiente información debe ser registrada para todos los animales etiquetados

- Número(s) único(s) de etiqueta
- Tipo de etiqueta(s)
- Especie
- Sexo
- Longitud
- Fecha de etiquetado
- Localización de la captura (nombre del lugar, latitud y longitud)
- Profundidad de captura
- Método de captura
- Nombre y datos de contacto de la persona o institución que etiquetó al animal(es)



Fig 1: Aplicador de etiquetas para etiquetas de aletas. (Fuente: Michelle Heupel)



Fig 2: Rototag macho (arriba) y hembra (abajo)



Fig 3: Rototag en su lugar en una aleta de tiburón. (Fuente: Michelle Heupel)

MÉTODO: ETIQUETADO EXTERNAL

Se utilizan dos tipos de etiquetas externas en tiburones y rayas similares a tiburones: etiquetas de aleta y etiquetas de dardo. En el caso de las especies de rayas, es muy común el uso de etiquetas cinch. Cada etiqueta tiene un número de identificación único junto con los datos de contacto de la persona que etiquetó al animal. Cuando un animal que ha sido etiquetado externamente es recapturado, se puede contactar a esta persona o institución y proporcionarle el número de etiqueta y la ubicación de la recaptura.

A. ETIQUETAS DE ALETAS

- 1 Los tiburones o las rayas similares a los tiburones (por ejemplo, el pez sierra, Rhinidae) pueden llevar etiquetas para las aletas. Los individuos capturados pueden ser retirados del agua (<120 cm TL) o restringidos junto al barco (>120 cm TL).
- 2 Una vez que un individuo está asegurado o a bordo del buque, medir y registrar su identificación de especie, talla y sexo (ver [Estudios](#)).
- 3 Cuando el animal está tranquilo, haga un agujero en la mitad superior de la aleta dorsal con una herramienta de perforación de agujeros de cuero.

4 Aplique una etiqueta a la aleta usando un aplicador especialmente diseñado (**Fig. 1**). La etiqueta tiene dos piezas, macho y hembra (**Fig. 2**), que se sujetan entre sí a través del agujero de la aleta. Para tiburones o rayas similares a tiburones de menos de 120 cm TL (**Fig. 3**) utilice un Rototag Dalton, y para individuos de más de 100-120 cm TL utilice una etiqueta Superflex ligeramente más grande.

5 Registrar el número de etiqueta y cualquier detalle adicional en la hoja de datos.

B. ETIQUETAS DE DARDO

- 1 Las etiquetas de dardo se usan principalmente en tiburones y rayas similares a tiburones y se aplican en la base de la aleta dorsal. Los individuos capturados pueden ser retirados del agua (<120 cm TL) o restringidos junto al barco (>120 cm TL).
- 2 Una vez que un individuo está asegurado o a bordo del buque, medir y registrar su identificación de especie, talla y sexo (ver [Estudios](#)).
- 3 Insertar la etiqueta de dardo en la parte posterior del tiburón en la base de la aleta dorsal de modo que la lengüeta de la etiqueta se enganche en el cartilago de soporte de la aleta (las etiquetas de dardo insertadas sólo en el tejido muscular tienen una tasa de retención baja). El acceso a la aleta

dorsal de las rayas. Puede ser difícil y las etiquetas de dardo se utilizan en tiburones de hasta 200 cm de longitud total. Por encima de este tamaño, las etiquetas de las aletas suelen ser más eficaces.

- 4 Registrar el número de etiqueta y cualquier detalle adicional en la ficha técnica.

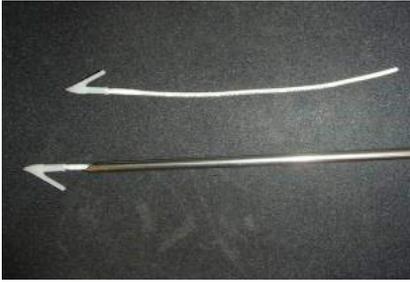


Fig 4: Etiqueta para dardos con cabeza de plástico (de aproximadamente 10 cm de largo) y aguja de etiquetado hueca. (Fuente: Michelle Heupel)



Fig 5: Etiqueta de dardo en un tiburón nariz aguda del Atlántico (*Rhizoprionodon terraenovae*). (Fuente: Michelle Heupel)

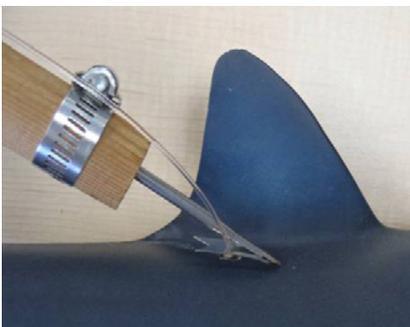


Fig 6: Etiqueta de dardo con aguja en el soporte de etiquetado y puntos de etiquetado orientados hacia abajo. (Fuente: Programa Cooperativo de Etiquetado de Tiburones NOAA NFMS (NOAA 2017))

CABEZA DE ETIQUETAS DE DARDO

Las etiquetas de dardos pueden tener dos tipos de cabeza: de plástico o de acero inoxidable. Las etiquetas de dardos con cabezas de plástico se insertan con una aguja hueca de acero inoxidable que penetra en la piel y el músculo (**Fig. 4**). La etiqueta permanece en su lugar cuando se retira la aguja (**Fig. 5**). Si la piel es difícil de perforar con la aguja de etiquetado, se puede hacer una pequeña incisión con una cuchilla para permitir la inserción de la etiqueta.

Las etiquetas de dardos de acero inoxidable pueden desplegarse en el músculo y no necesariamente tienen que estar ancladas en el cartílago de la aleta dorsal. Una cabeza de dardo de acero inoxidable encaja en un punto ranurado de una aguja de acero inoxidable. Estos pueden ser montados en un poste, lanza de mano o arpón. La etiqueta se inserta en inclinada hacia la cabeza del tiburón con un empuje fuerte y rápido.⁸ Los dos puntos traseros de la cabeza del dardo deben mirar hacia abajo en el músculo al momento de la inserción (**Fig. 6**). Este método se utiliza cuando los animales son demasiado grandes para manipularlos o cuando es preferible no meterlos en el barco.

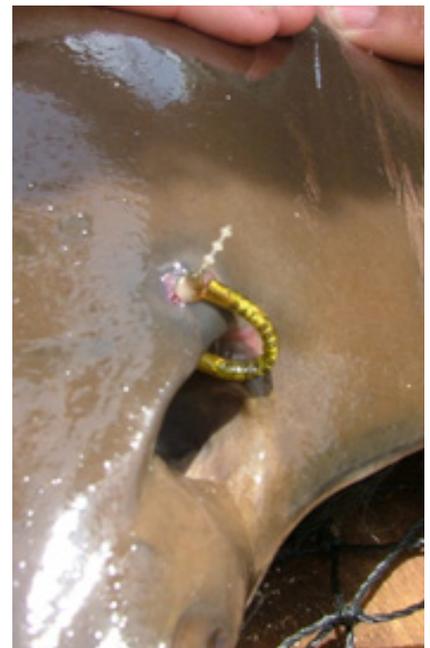
C. ETIQUETAS DE CINCHO

- 1 Las etiquetas Cinch se usan principalmente en rayas y se aplican a través del espiráculo. Las rayas se retiran del agua con una red de inmersión (<70 cm DW) o se retienen junto al barco (>70 cm DW). Tenga cuidado con las espinas dorsales de la raya cuando manipule a los individuos y tome precauciones para evitar lesiones (por ejemplo, se puede agarrar una toalla por encima de la espina dorsal).

- 2 Una vez que un individuo esté asegurado o a bordo del buque, medir y registrar su identificación de especie, longitud o anchura de disco, y sexo (ver [Estudios](#)).

- 3 Inserte la etiqueta cinch en un lado del espiráculo y sáquela del otro, luego ciérrela para que forme un bucle (**Figs 7**). Las etiquetas cinch se aplican con aplicadores de aguja hueca similares a los utilizados para las etiquetas de dardos.

- 4 Registrar el número de etiqueta y cualquier detalle adicional en la hoja de datos



Figs 7: Rayos con etiquetas cinch. (Fuente: Michelle Heupel)

Agradecemos a  por proporcionar estas imágenes



Fig 8: Los transmisores acústicos vienen en varios tamaños y configuraciones. (Fuente: Innova Sea Systems Inc)



Fig 9: Receptor acústico. (Fuente: Innova Sea Systems Inc)

MÉTODO: SEGUIMIENTO ACÚSTICO

La mayoría de los transmisores acústicos se implantan de forma quirúrgica internamente en tiburones y rayas, especialmente para estudios de seguimiento a largo plazo. Los transmisores acústicos externos pueden seguir utilizándose, pero existe el riesgo de que se caigan o se dañen. Además, los transmisores externos pueden contaminarse y causar daños a los tejidos.

- 1 Los tiburones y rayas similares a los tiburones pueden ser retirados del agua (<120 cm TL o 70 cm DW) o sujetados junto al barco (>120 cm TL o 70cm DW).
- 2 Una vez que un individuo esté asegurado o a bordo del buque, medir y registrar su identificación de especie, talla y sexo (ver [Estudios](#)). Registre el número de identificación impreso del transmisor acústico antes de insertarlo o adjuntarlo.
- 3 Los transmisores acústicos externos pueden pegarse a las etiquetas de las aletas externas usando gel epoxi o

fijarse a las etiquetas de los dardos. Esto debe hacerse en el laboratorio, antes de llevar las etiquetas al campo. La etiqueta de aleta o de dardo se fija a la aleta dorsal del tiburón o espiráculo de la raya utilizando los procedimientos descritos anteriormente.

- 4 Para los transmisores internos, los tiburones a menudo entran en un estado de inmovilidad tónica cuando se les hace rodar sobre su espalda, y esto puede ser usado para inmovilizarlos para el manejo y procedimientos quirúrgicos. Ponga el tiburón o la raya boca abajo, en un tanque o tina de agua si está a bordo del buque. Asegúrese de que sus branquias estén sumergidas, o use una manguera para mantener el flujo de agua de mar sobre las branquias.
- 5 Existen diferentes tipos y tamaños de transmisores acústicos (**Fig. 8**). Seleccione el tamaño correcto del transmisor en relación con el tamaño de la especie en estudio.
- 6 La implantación interna requiere entrenamiento en sutura de heridas antes del trabajo de campo. Para insertar el transmisor acústico, haga una incisión de 3-4 cm de longitud

en el abdomen con un bisturí esterilizado. Coloque el transmisor en la incisión y empújelo en la dirección de la cabeza hasta que esté completamente dentro de la cavidad corporal. Para aliviar el daño interno y disminuir el rechazo del transmisor, éste puede ser recubierto con una combinación de parafina y cera de abeja. Cierre la incisión con suturas quirúrgicas con agujas de corte. Use suturas nuevas y esterilizadas para cada individuo.

- 7 Una vez finalizada la cirugía, el individuo puede ser recuperado en el baño de agua aireado con oxígeno (si es necesario). Si está asegurado junto al bote, el animal puede ser volcado para permitir que se recupere.
- 8 Los tiburones y rayas equipados con transmisores acústicos también suelen llevar etiquetas de dardo o aleta en el exterior para ayudar a su identificación.

RECEPTORES ACÚSTICOS

Los tiburones y las rayas pueden ser seguidos activamente en un barco después del etiquetado. Un hidrófono

y un receptor se utilizan para localizar la señal del transmisor acústico, y su posición se registra regularmente. Esto es, sin embargo, un trabajo intensivo - sólo se puede seguir a un animal marcado a la vez, y la presencia del buque puede influir en la forma en que el individuo se mueve. A menudo, los receptores acústicos de

registro de datos se colocan dentro de un sitio de estudio para permitir el seguimiento pasivo de los movimientos de los tiburones y las rayas (**Fig. 9**). Los patrones de despliegue dependen de la cuestión de la investigación que se va a probar, desde las rejillas que cubren un área entera hasta las puertas que monitorean el paso a través de un lugar

específico.⁹

Los datos de los receptores acústicos deben descargarse regularmente. Algunas requieren recuperación física, mientras que otras pueden descargar datos a través de un módem o un enlace vía satélite; estas últimas opciones son más costosas que la recuperación manual.

ETIQUETADO SATÉLITE

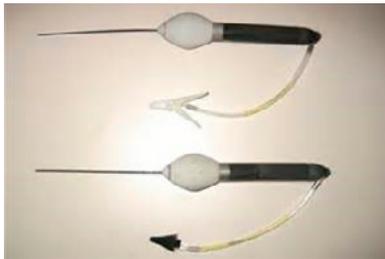


Fig 10: Etiquetas satelitales desmontables, incluyendo las etiquetas de dardo. (Fuente: Michelle Heupel)



Fig 11: Etiquetas satelitales desmontables con etiquetas para dardos y fijación de agujas para poste. (Fuente: Juerg Brunnschweiler)

A. ETIQUETA PSAT

La etiqueta satelital más comúnmente usada - y la más fácil de aplicar - es la etiqueta PSAT o PAT (Figs 10 y 11). Estas etiquetas suelen ir provistas de un dardo y se colocan cerca de la primera aleta dorsal, al igual que las etiquetas de dardo externas (véase el etiquetado externo, más arriba). Las etiquetas PSAT pueden ser atadas a uno o dos cables nylon recubierto de acero inoxidable que son sujetos a una rótula pesada y fijados a una cabeza de dardo de acero inoxidable. Los dardos con cabeza de plástico también son utilizados de la misma manera por algunos



Fig 12: Colocación de la etiqueta PSAT con el poste. (Fuente: Juerg Brunnschweiler)

equipos de investigación. En el caso de las mantarrayas y las rayas diablo (especies mobula), las etiquetas PSAT pueden fijarse en el músculo dorsal del hombro utilizando un dardo paraguas de nylon o anclas de nylon utilizando postes de etiquetado.

- 1 Los tiburones o rayas pueden ser retirados del agua (<120 cm TL o 70 cm DW) o sujetos junto al barco (>120 cm TL o 70 cm DW).
- 2 Una vez que un individuo esté asegurado o a bordo del buque, medir y registrar su identificación de especie, talla y sexo



Fig 13: Etiquetas satelitales desmontables incluida la etiqueta de dardo montada en un poste de etiquetado. (Fuente: Juerg Brunnschweiler)

3 Antes de adjuntar, registrar el modelo de PSAT, el número de etiqueta, la hora y fecha de liberación programada, el número de etiqueta externa y el resto de la información de etiquetado

4 Siga las instrucciones para colocar una etiqueta de dardo externa, arriba.

PALOS DE ETIQUETAJE O ARPONES

Si los animales son demasiado grandes para manipularlos o hay

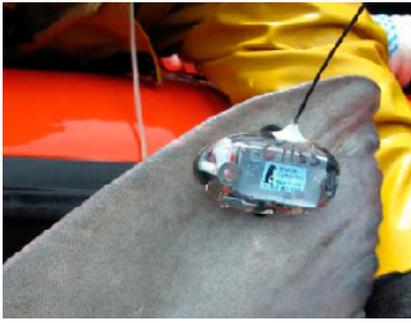


Fig 14: Marca SPOT montada en la aleta dorsal de un tiburón tigre (*Galecerdo cuvier*). (Fuente: www.himb.hawaii.edu/ReefPredator/Tools.htm.)

otra razón por la cual es preferible no traerlos al barco, las marcas PSAT pueden ser colocadas usando un palo de etiquetaje o un arpón (**Figs 12 y 13**).¹⁰

B. ETIQUETAS SPOT MONTADAS EN LAS ALETAS

Es más difícil y lleva más tiempo fijarlos porque requieren que la etiqueta se fije con pernos, arandelas y tuercas para pasar a través de la aleta. Los agujeros se deben punzar o perforar en la aleta para alinearlos con los agujeros de los pernos de la etiqueta montada en la aleta.

- 1 Los tiburones y las rayas similares a los tiburones pueden ser retirados del agua (<120 cm de longitud total) o sujetos junto al barco (>120 cm de longitud total).
- 2 Una vez que un individuo esté asegurado o a bordo del buque, medir y registrar su identificación de especie, talla y sexo.
- 3 Perfore la aleta dorsal del tiburón con un perforador de cuero o un taladro inalámbrico.
- 4 Fije la etiqueta satelital montada con las aletas con los pernos y asegúrela con arandelas y tuercas (**Fig 14**).

- 5 Registrar el número de etiqueta y la otra información de marcado.



LISTAS DE CONTROL DE EQUIPOS

ETIQUETADO EXTERNO

- Etiquetas Rototag y Superflex
 - Punzón para agujeros de cuero
 - Aplicador de etiquetas
- Etiqueta dardo
 - Aguja hueca de acero inoxidable

SEGUIMIENTO ACÚSTICO ACTIVO

- Etiquetas de transmisor acústico montadas en una etiqueta externa
- Etiquetas externas y equipo de etiquetado
- Receptor acústico montado en barco
- GPS
- Fichas técnicas para registrar posiciones

SEGUIMIENTO ACÚSTICO PASIVO

- Transmisores acústicos
- Instrumentos quirúrgicos (cuchilla de bisturí, pinzas, porta agujas, suturas esterilizadas)
- Etiquetas externas y equipo de etiquetado
- Receptores acústicos instalados en el fondo marino

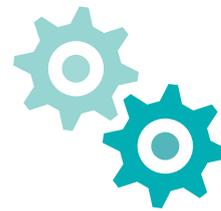
SEGUIMIENTO SATELITAL

- Etiquetas PSAT o etiquetas SPOT montadas en las aletas
- Etiquetas externas y equipo de etiquetado
- Taladro o perforador para etiquetas satelitales montadas en aletas
- Pernos, arandelas y tuercas para

las etiquetas satélite montadas en las aletas

PARA TODAS LAS ACTIVIDADES DE ETIQUETADO

- GPS para registrar la ubicación de la captura
- Tablero/cinta de medición
- Fichas técnicas y portapapeles impermeables
- Cámara con baterías, cargador, tarjetas de memoria o teléfono móvil para fotos



NIVEL TÉCNICO - ESPECIALIZADO

Se requiere capacitación en todos los aspectos de los procedimientos de etiqueta, incluyendo los métodos de captura y manejo de tiburones y rayas para reducir el estrés de los individuos y para la seguridad humana, y la aplicación de cada uno de los tipos de etiquetas. La capacitación debe incluir tiempo en el campo y experiencia práctica con personas que ya tienen experiencia en los métodos empleados. La implantación interna de transmisores acústicos requiere entrenamiento y práctica en procedimientos quirúrgicos como la sutura.

ÉTICA ANIMAL

A menudo se requieren permisos de ética animal de instituciones científicas para el manejo de tiburones y rayas vivos. Éstos garantizan el cumplimiento de los procedimientos operativos estándar, lo que reduce los efectos adversos para los animales



COSTO - VARIOS

El costo del equipo de etiquetado varía enormemente, desde etiquetas dardo y para aletas de bajo costo hasta costosas etiquetas PSAT y SPOT. Es necesario considerar el costo del tiempo del buque y del equipo de pesca para capturar tiburones y rayas, al igual que los costos de mano de obra, ya que el marcado y el seguimiento se realiza generalmente con un equipo.

A continuación se incluyen los costes orientativos de las diferentes etiquetas y equipos, pero tenga en cuenta que se trata de estimaciones únicamente, y que los costes reales variarán considerablemente según el país y la empresa.

ETIQUETAS EXTERIORES

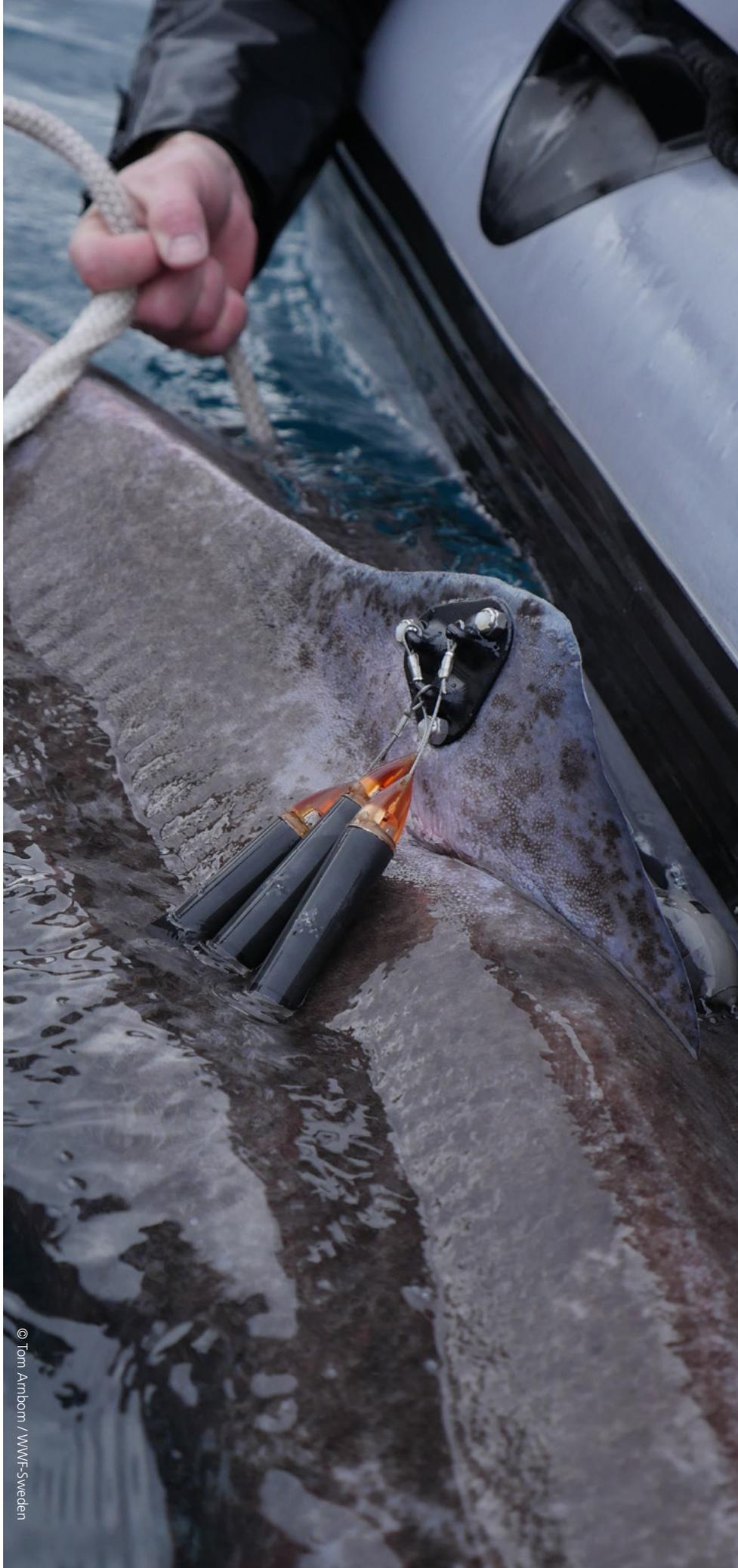
- Etiquetas de aletas - Dalton Rototag o Superflex - AU\$5
 - Punzón para agujeros de cuero - AU\$15
 - Aplicador de etiquetas - AU\$0
- Etiquetas dardos
 - Hallprint - AU\$1+
 - Aplicador de etiquetas - AU\$30
- Hueco de acero inoxidable - AU\$30

ETIQUETAS ACÚSTICAS

- Mango de bisturí y 100 hojas - AU\$30
- SSuturas con agujas de corte - AU\$25/sutura
- Transmisor acústico - AU\$ 350-500
- Receptor acústico - AU\$ 2,000-3,000+

ETIQUETAS SATELITALES

- Etiquetas PSAT - AU\$4,000+
- Etiquetas SPOT montadas en aletas - AU\$2,000-4,000+
- Las etiquetas PSAT y SPOT también requieren tiempo de satélite: el coste varía en función del número de etiquetas desplegadas y de la cantidad de datos transmitidos.



© Tom Arbom / WWF-Sweden



CIENCIA CIUDADANA

Autor: Andrew Chin, Universidad James Cook, Australia



6. BIODIVERSIDAD



10. DATOS



CIUDADANOS CIENTÍFICOS

PUEDEN RECOLECTAR DATOS DE TIBURONES Y RAYAS EN GRANDES ÁREAS Y ESCALAS DE TIEMPO

TIPO DE DATOS:

Especies presentes
Abundancia
Estructura de la población
Hábitats críticos
Desembarques y descartes

OBJETIVOS DEL PLAN DE TIBURONES:

6. Contribuir a la protección de la biodiversidad y de la estructura y función de los ecosistemas
10. Facilitar la identificación y comunicación de datos biológicos y comerciales específicos de cada especie

¿POR QUÉ USARÍAS ESTA HERRAMIENTA?

Dependiendo del alcance de un proyecto, un gran número de científicos ciudadanos pueden recopilar datos sobre tiburones y rayas en grandes áreas y escalas de tiempo. Además de ofrecer importantes ahorros de costos, el enfoque puede ser particularmente efectivo para muestrear tiburones y rayas, ya que por lo general son muy móviles y se distribuyen de forma irregular, sobre todo en cantidades reducidas.¹¹

Una red de miembros de la comunidad que recolectan datos en un área extensa puede proporcionar datos valiosos sobre especies poco comunes de tiburones y rayas que de otra manera son difíciles y costosas de muestrear.

Otro beneficio de usar la ciencia ciudadana para la recolección de datos es que involucra al público y aumenta la conciencia sobre la conservación de los tiburones y las rayas. La participación activa de los miembros del público puede generar confianza entre los investigadores científicos y la comunidad, lo que puede generar una mayor aceptación de las acciones de gestión y conservación.¹²

¿CÓMO FUNCIONA LA CIENCIA CIUDADANA?

La ciencia ciudadana es la recolección de muestras o datos por parte de los miembros de la comunidad con un propósito científico. Los participantes suelen ser voluntarios del público en general, y a menudo también participan pescadores.

Los científicos suelen participar en algún momento, sobre todo en las fases de diseño y análisis. Existen tres tipos principales de proyectos de ciencia ciudadana:¹³

- **Contribuyente** – diseñado por científicos con miembros de la comunidad que recolectan datos
- **Colaborativo** – diseñado por científicos y miembros de la comunidad con algunas aportaciones de la comunidad en la recolección de datos, análisis y resultados
- **Co-creado** – científicos y miembros de la comunidad trabajan en forma conjunta a través de todas las etapas del proyecto.

La mayoría de los proyectos de ciencia ciudadana sobre tiburones y rayas son contributivos. Los pescadores que registran los datos de captura pueden ser considerados ciudadanos científicos, ya que ellos también son miembros de la comunidad que recopilan datos con fines científicos.¹⁴

Los programas de ciencias ciudadanas también pueden vincularse con programas de educación que incluyan a las escuelas locales, combinando el aspecto de monitoreo con los beneficios de la educación y la divulgación.¹⁵

Si están bien diseñados, los proyectos de ciencias ciudadanas pueden proporcionar datos de alta calidad. Esto puede incluir:

- Biodiversidad - las especies presentes y los registros de su presencia y distribución
- Foto-Identificación de animales individuales, en particular de especies icónicas como las mantarrayas y los tiburones ballena
- Presencia de especies raras y poco comunes
- Abundancia de tiburones y rayas, monitoreo de poblaciones
- Datos de captura
- Extensión y/o condición de hábitats críticos

¿PARA QUÉ SE UTILIZAN LOS PROGRAMAS DE CIENCIA CIUDADANA?

Los programas de ciencias ciudadanas son diversos y varían en escala, desde las redes mundiales de vigilancia hasta los proyectos nacionales específicos. Como tal, los métodos utilizados dependen de la pregunta de la investigación y de las capacidades de los voluntarios de la comunidad local.

Los datos pueden ser recolectados por una variedad de grupos, incluyendo ONGs, voluntarios extranjeros, comunidades de aldeas y pescadores locales. Aunque los métodos varían, los buenos proyectos de ciencias ciudadanas tienen objetivos claros, métodos apropiados de recopilación de datos que se ajustan a los objetivos, resultados claros y transparencia sobre todos los aspectos del proyecto, incluido el rol de los participantes y la forma en que se utilizarán los datos.

Para decidir si la ciencia ciudadana

ÉXITOS DE LA CIENCIA CIUDADANA

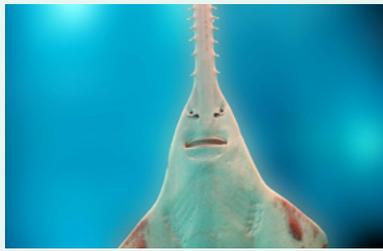


Fig 1: *Especie de pez sierra*

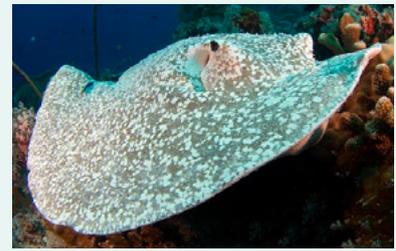


Fig 2: *Raya puercoespín (Urogyrnus asperrimus)*

- Se ha demostrado que los datos de la ciencia ciudadana sobre la abundancia de tiburones de arrecife en Palau son comparables en calidad a los datos de etiquetado acústico de los científicos.¹⁶
- La base de datos del Encuentro Internacional de Peces Sierra recibe avistamientos de peces sierra del público para aumentar el conocimiento de la especie (www.floridamuseum.ufl.edu/fish/sawfish/used)
- La Gran Caza del Rayo del Puercoespín usó fotografías de buzos para aumentar el rango conocido de la poco estudiada raya puercoespín (*Urogyrnus asperrimus*).¹⁷
- En el Caribe, REEF (www.reef.org) buceadores recreativos capacitados para identificar las especies de tiburones y rayas y estudiar sus números: los datos proporcionados a lo largo de 15 años han ayudado a los científicos a monitorear las tendencias de las poblaciones.¹⁸

puede ser una herramienta útil para recopilar información sobre tiburones y rayas, considerar las especies, hábitats, ubicaciones y plazos necesarios para el muestreo y cómo esto se superpone con los intereses y capacidades de los científicos ciudadanos potenciales en el área. Por ejemplo, los recuentos de abundancia a largo plazo suelen requerir un compromiso a largo plazo, que podría ser mejor proporcionado por los operadores de turismo de buceo que visitan repetidamente lugares con una presencia regular de especies de tiburones o rayas.¹⁹

El tipo más común de programa de ciencias ciudadanas es aquel en el que la gente contribuye con fotos a un proyecto para varios propósitos. Los científicos ciudadanos también ayudan frecuentemente con censos y cartografía de hábitats.

FOTOGRAFÍA

La fotografía se utiliza para una amplia gama de propósitos en

proyectos de ciencia ciudadana sobre tiburones y rayas:

1 Para registrar la diversidad de los tiburones y rayas en un país y ampliar la información sobre su distribución. Un buen ejemplo es Shark Search Indo-Pacific (www.sharksearch-indopacific.org): la gente puede subir fotos con datos de ubicación al sitio web, las identificaciones de especies son verificadas por un taxónomo de tiburones y rayas, y se actualiza una base de datos con los nuevos registros de especies para un área. Esta información puede contribuir a [los Planes Nacionales de Acción](#).

2 Para el seguimiento de la abundancia y migración de especies como el tiburón ballena y la manta rayas. Los patrones de piel de estas especies son únicos para cada individuo, lo que permite la identificación de animales particulares. En efecto, el patrón de piel es una marca no invasiva que puede ser usada



Fig 3: Fotos de ciudadanos científicos que permiten el seguimiento de los tiburones ballena (*Rhincodon typus*) a partir de sus patrones de piel únicos

📷 **en programas de reavistamiento** a largo plazo para investigar el movimiento, la abundancia y el uso del hábitat.²⁰ Este método también es útil para el tiburón tigre de arena (*Carcharias taurus*), el tiburón moteado (*Notorhynchus cepedianus*) y el tiburón cebra (*Stegostoma fasciatum*).²¹

Los científicos ciudadanos son en su mayoría buceadores o snorkelistas que envían fotografías de los animales a un sitio web - naturalmente, esto funciona mejor para proyectos en áreas con una industria turística que acerca a la gente a los animales. En algunos proyectos, como Wildbook for Whale Sharks (📷 www.whaleshark.org), el sistema envía un correo electrónico al remitente y le notifica si el animal es visto de nuevo.

En proyectos mundiales a gran escala, como el de los tiburones ballena, se pueden utilizar programas informáticos de reconocimiento de patrones para identificar animales y procesar un gran número de imágenes.²² Proyectos de

menor envergadura, por ejemplo. Grey Nurse Shark Watch (📷 www.reefcheckaustralia.org/grey_nurse_shark_watch) - utiliza voluntarios para procesar las fotos.

En algunos proyectos, los científicos ciudadanos también registran el tamaño y la proporción de sexos, lo que permite una mejor comprensión de la estructura de la población.²³

3 Documentar la abundancia y distribución de las especies.

The Great Egg Case Hunt (📷 www.sharktrust.org/en/GEH_the_project) involucra a bañistas, buzos y esnorquelistas para fotografiar y recoger cajas vacías de tiburones y huevos de ráyidos que se encuentran en la playa o bajo el agua. El proyecto comenzó en el Reino Unido y se ha ampliado para recibir fotos de todo el mundo: los científicos utilizan los datos para documentar la relativa abundancia y distribución de los tiburones y ráyidos ponedores de huevos.²⁴



Fig 4: Cáscara de huevo en alga marina. (Fuente: ©Shark Trust)

CENSO

La ciencia ciudadana también se utiliza comúnmente para contribuir a los censos subacuáticos. Los buzos recreativos cuentan los tiburones y las rayas en una zona determinada, y los científicos utilizan la información para delinear las tendencias de las poblaciones a lo largo del tiempo. La mayoría de estos proyectos son regionales o locales: un buen ejemplo es el Great Fiji Shark Count (www.fijisharkcount.com).

eOceans (<https://www.eoceans.co>) proporciona una plataforma global para una serie de proyectos de censos de tiburones y rayas de la ciencia ciudadana.

HÁBITATS

La ciencia ciudadana puede ser un enfoque útil para cartografiar y monitorear los hábitats de tiburones y rayas. La información de buceadores recreativos y esnorquelistas puede informar y ayudar a la gestión espacial de hábitats críticos como los criaderos o las zonas de apareamiento. Los programas de ciencias ciudadanas como Seagrass Watch (www.seagrasswatch.org) y Mangrove Watch (<http://mangrovetwatch.org.au>) ofrecen orientaciones útiles sobre los protocolos establecidos para la cartografía de los hábitats.

BÚSQUEDA DE VOLUNTARIOS

Organizaciones como Earthwatch (<http://earthwatch.org>) y Projects Abroad (www.projects-abroad.org) pueden conectar a los miembros de la comunidad con científicos que llevan a cabo proyectos de ciencia ciudadana que fomentan la sostenibilidad ambiental. También pueden proporcionar voluntarios para proyectos de recolección de datos de tiburones y rayas en el país.

MÉTODO: CIENCIA CIUDADANA

1 Definir claramente la pregunta de investigación y los objetivos del proyecto. Investigar si existen proyectos actuales de ciencia ciudadana con objetivos similares que puedan brindar una oportunidad de colaboración. Un buen punto de partida son los registros que tienen como objetivo conectando a científicos, voluntarios y proyectos de ciencia ciudadana.

Estos incluye:

- Scistarter – <https://scistarter.com>
- Asociación Australiana de Ciencias Ciudadanas – www.citizen-science.org.au
- Asociación Europea de Ciencia Ciudadana – <https://ecea.citizen-science.net>

2 Considere los tipos de datos que se necesitan y las mejores herramientas para recopilarlos - por ejemplo, fotos, encuestas, BRUVS, etiquetado, etc. Decidir sobre qué área y período de tiempo se ejecutará el proyecto, y estimar el tiempo y los recursos que se necesitarán. Utilizando esta información, identifique los participantes de la comunidad posibles- las ONG locales y los programas existentes pueden proporcionar contactos útiles. Seleccionar el mejor enfoque del proyecto (contributivo, colaborativo o co-creado) y ajustarlo a la capacidad científica de la comunidad.

3 Establecer comunicación y colaboración entre los miembros de la comunidad y los investigadores, y realizar la debida diligencia sobre la capacidad y legitimidad de cualquier tercero (como las ONG) que pueda estar involucrado. Por lo general, se necesitan acuerdos de proyecto mutuamente acordados, que incluyen beneficios definidos para la comunidad, como la asistencia en la vida de la comunidad.

4 Diseñar el programa de muestreo. Debe tener un enfoque

científico y un método consistente y estandarizado para la recolección de datos.²⁵ El diseño también debe considerar las necesidades y motivaciones de los miembros de la comunidad para asegurar que los participantes sigan interesados e involucrados. Puede ser necesaria la capacitación en la recopilación y gestión de datos - tareas que son demasiado difíciles o que entrañan un riesgo técnico baja los niveles de participación. Como regla general, la participación de la comunidad se maximiza cuando las actividades son fáciles, divertidas y sociales. Evaluar los riesgos de seguridad y si los participantes necesitarán un seguro para completar la actividad.

5 Organizar el financiamiento y los recursos.

6 Planificar y comprometerse con la comunidad y otras partes interesadas (típicamente pescadores y empresas asociadas). Esto podría incluir la creación de hojas de información o de un sitio web, pero asegúrese de que la información se presente de manera que funcione para la comunidad en cuestión. También es importante considerar cualquier tipo de propiedad intelectual (PI) que pueda surgir del proyecto. Desarrollar y documentar acuerdos sobre la autoría de los informes y documentos, el acceso a los datos, su uso y almacenamiento.

7 Diseño de protocolos de garantía de calidad (QA) y control de calidad (QC) de la recolección de datos: la QA se centra en las personas y la QC en los datos. La mayor preocupación que los científicos y gerentes plantean sobre la ciencia ciudadana es la calidad de los datos, por lo que para disipar estas preocupaciones el proyecto debe demostrar cómo los datos cumplirán con el estándar necesario para alcanzar el objetivo del proyecto.²⁶ Diseñar sistemas de datos apropiados: puede ser útil explorar sistemas en línea como iNaturalist.org o aplicaciones móviles especialmente diseñadas (ver [Encuestas](#)). Diseñar, construir y probar bases de datos (ver [Gestión de datos](#)).

QA puede incluir:

- Programas de formación para la recopilación de datos
- Protocolos de muestreo y fichas técnicas estandarizados
- Equipamiento y formación adecuada

QC puede incluir:

- Verificación por expertos de las identificaciones con fotografía de las especies
- Revisión externa del diseño del muestreo y de los protocolos
- Chequeos de bases de datos para registros incompletos o valores faltantes
- Desarrollo de un plan de gestión de datos

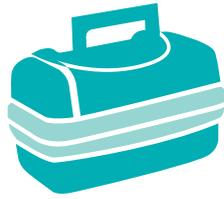
8 Recopilar los datos y las muestras. La manera en que esto se hace variará dependiendo de los detalles de cada proyecto de ciencia ciudadana. Las aplicaciones móviles pueden simplificar la recopilación, presentación y validación de datos.

9 Introducir los datos y realizar el control de calidad de los datos. Analizar los resultados y sacar conclusiones. Agradezca las contribuciones de los participantes en el informe de los hallazgos tal como se acordó previamente.

10 Difundir los hallazgos a la comunidad y a las partes interesadas. La comunicación regular y la retroalimentación ayudan a los participantes a ver que sus datos se están utilizando de la manera prevista: este intercambio de información bidireccional es una característica común de los proyectos exitosos de ciencias ciudadanas.²⁷

GESTIÓN DE DATOS

Es posible que sea necesario asignar a una persona o personas a una función de gestión de datos. Por ejemplo, en el proyecto de ciencias ciudadanas sobre la abundancia de tiburones en Palau, un miembro del personal de la oficina de la empresa de buceo se encargó de la gestión y administración del cuestionario tras recibir capacitación en la introducción y el mantenimiento de datos.²⁸



EQUIPAMIENTO

La mayoría de los proyectos de ciencia ciudadana sobre tiburones y rayas se basan en fotos proporcionadas por miembros de la comunidad.

En esos proyectos, el equipo clave suele ser una cámara o un teléfono móvil que pertenece al miembro de la comunidad. Para proyectos más grandes y complejos, el equipo variará, pero es probable que incluya equipo estándar para el trabajo de campo y la recolección de datos.



LISTA DE CONTROL:

- Guía de campo para la identificación de especies regionales
- Fichas técnicas y portapapeles impermeables
- Etiquetas impermeables
- Lápiz y borrador
- Marcador impermeable para etiquetas
- Cámara con baterías, cargador, tarjetas de memoria o teléfono móvil para fotos
- Esnórquel o equipo de buceo



NIVEL TÉCNICO - BAJO

La mayor parte de la ciencia ciudadana está a cargo de voluntarios del público en general. Por lo general, no se requiere capacitación, salvo en cómo seguir los protocolos de recolección de datos. Los buzos recreativos

pueden necesitar capacitación sobre cómo identificar y contar las especies de tiburones y rayas. Los proyectos más complejos pueden requerir capacitación en el uso de fichas técnicas estándar y entrada de datos, y equipo específico como cámaras de video. Puede ser necesaria la capacitación para el control de calidad de los datos, los análisis y la presentación de informes.



COSTO - BAJO, DEPENDIENDO DE LA ESCALA

La ciencia ciudadana puede ser un enfoque de bajo costo para la recolección de datos, siendo el principal costo el tiempo del personal para la entrada de datos, el control de calidad, la recopilación, el almacenamiento, el análisis y la difusión de los resultados. Los proyectos que requieren grandes cantidades de tiempo, capacitación especializada y/o equipo son generalmente más costosos. También es importante tener en cuenta el costo del tiempo que se tarda en involucrar a los miembros de la comunidad y mantenerlos informados sobre el proyecto.

GESTIÓN DE DATOS



© Jürgen Freund / WWF

Cualquiera que sea la herramienta con la que trabaje, es importante tener un plan de gestión de datos. Esto asegura que se mantenga la integridad y utilidad de los datos recopilados.

Un plan de gestión de datos debe establecer cómo se manejarán los datos durante un proyecto y después de su finalización. Puede ser cualquier cosa, desde una descripción muy básica para proyectos pequeños hasta un plan documentado para estudios más grandes y complejos. Las plantillas y guías para los planes de gestión de datos están ampliamente disponibles en línea.

Los pasos comunes en un plan de gestión de datos incluyen:

1 Identificar a los recolectores de datos, usuarios y partes interesadas, y las necesidades de datos. Identificar los requisitos de acceso a los datos y

seguridad de los datos.

2 Diseñe el formato de recolección de datos y las fichas técnicas para que se ajusten al tipo de datos.

3 Diseñar una estructura de base de datos y un sistema de gestión de datos adecuados para los estándares de datos requeridos. Incluir medidas de control y garantía de calidad de los datos. Considere si los datos pueden ser alojados en la nube, si una aplicación de reporte electrónico es apropiada.

4 Diseñar un sistema de reporte apropiado que presente y resuma los datos

5 Asigne roles para la gestión de datos en curso:

- a.** Entrada
- b.** Comprobación cruzada de que los datos introducidos coinciden con los datos registrados

c. Análisis y copias de seguridad de los datos

d. Difusión
e. Acceso, normas de confidencialidad de los datos, seguridad y protección de los datos
f. Gestión a largo plazo.

6 Archivar los datos. El uso de un repositorio de datos de libre acceso como Dryad <https://datadryad.org> proporciona almacenamiento a largo plazo y permite que los datos sean consultados y utilizados por otros para aumentar la base de conocimientos sobre tiburones y rayas.

APÉNDICE A - RECETA DMSO

CÓMO HACER DMSO

Esta forma popular de DMSO -conocida como DESS- es útil para preservar muestras genéticas. Es fácil de hacer, si sigues este procedimiento.

INGREDIENTES

00.25M EDTA pH 7.5
20% DMSO (dimetilsulfóxido)
Saturado de NaCl

PROCESO

1 Medir 23,27 g de sal disódica EDTA (FW 372.24) para una solución de 250 ml (esto puede ser diferente dependiendo del FW de su sal EDTA). Añadir 50 ml de agua desionizada a la sal EDTA y remover. Asegúrese de usar sal disódica EDTA, de lo contrario se necesita más NaOH para ajustar el pH del EDTA.

2 Haga 1M NaOH para ajustar el pH del EDTA. El EDTA debería estar alrededor de un pH de 3 o 4 para empezar. Se necesitarán unos 50 ml de NaOH 1M para que el pH del EDTA sea de 7,5. El EDTA entonces comenzará a disolverse lentamente. Tenga paciencia, calentar la solución a 30°C ayuda.

3 Una vez disuelta toda la sal EDTA, llevar el volumen hasta 200 ml con agua desionizada. Luego agregue el 20% de DMSO, que son 50ml para una solución de 250ml. Regrese a un vaso de precipitados y revuelva por unos minutos.

4 Añada NaCl hasta que ya no se disuelva - el calentamiento ayudará a disolver la sal. Vierta la solución en una botella con tapa de rosca, dejando la mayoría de los cristales de sal en el vaso. La solución DMSO está lista para ser utilizada para la conservación de la muestra.

PREGUNTAS FRECUENTES:

1 Hay cristales en el fondo de mi solución: ¿es normal?

Sí, la solución está saturada de NaCl y la sal se precipita fuera de la solución una vez que el líquido se asienta. Si hay una cantidad excesiva de cristales en el fondo del contenedor, transfiera la solución a un nuevo contenedor dejando los cristales de NaCl. Asegúrese de que el recipiente esté bien cerrado para reducir la evaporación del agua en la solución (esto ayuda a detener la precipitación de NaCl).

Los cristales también pueden aparecer en el fondo del tubo en el que se alojan las muestras conservadas. Antes de su uso, las muestras pueden enjuagarse con agua para eliminar la sal y volver a colocarlas en el DESS.

2 ¿Cómo puedo enviar muestras en DESS a mis colegas de otro estado o país?

a) Póngase en contacto con su organización local de salud y seguridad para obtener una carta oficial de envío, incluyendo la MSDS de las sustancias químicas que se incluirá en el paquete (es decir, MSDS para DMSO, EDTA y NaCl). Incluya una declaración del remitente sobre el contenido de la caja y el propósito general del material.
b) Sellar todos los tubos/recipientes de muestreo envolviéndolos firmemente con película parafilm o utilizando crioviales con tapas de rosca para evitar fugas. Coloque las muestras selladas dentro de una bolsa de plástico; coloque esa bolsa de plástico en otra bolsa de plástico con material absorbente y séllela. Coloque la bolsa en una caja con material de embalaje.

Fuente de la Receta DMSO y FAQ:

🔗 www.faculty.ucr.edu/~pdeley/lab/melissa/DESS_protocol_f.doc

APÉNDICE B - TARJETAS WHATMAN FTA ELUTE

EXTRACCIÓN DE ADN

Cuando se trabaja con tarjetas FTA Elute, completar la extracción de ADN en el país y enviar el ADN extraído a un proveedor de secuencias para su análisis reducirá el costo de la secuenciación. Sin embargo, esto debe ser realizado por personal capacitado en un laboratorio con equipos tales como agua esterilizada, bloque térmico, centrifuga y almacenamiento en frío.

Para extraer el ADN de la tarjeta FTA Elute:

- 1 Utilice el perforador de tarjetas y la colchoneta que se suministran con las tarjetas FTA para tomar perforaciones de 3 mm de cada círculo: se necesitan cuatro perforaciones de 3 mm para cada tiburón o raya individual. Si se tomaron dos muestras o círculos para un solo tiburón o raya, tome dos de cada uno de los dos círculos para obtener un total de cuatro perforaciones. Si se utilizó un círculo para un solo tiburón o una sola raya, se deben tomar cuatro perforaciones de un círculo.
- 2 Transfiera los cuatro punzones a un tubo de microfuga de 1,7 ml. Se necesita un tubo por cada tiburón o raya.
- 3 Antes de tomar la siguiente muestra de un tiburón o raya diferente, se debe limpiar el punzón para evitar transferir tejido a la nueva muestra. Para limpiar el punzón, tome un punzón en cualquier parte de la tarjeta FTA Elute que no tenga una muestra. Expulse el punzón y la herramienta de punzonado estará lista para tomar la siguiente muestra.



Fig 1: Tarjetas FTA Elute con pañuelos de tiburón en las cartas en dos círculos y dos puñetazos tomados de cada círculo. (Fuente: Sharon Appleyard, CSIRO)

- 4 Agregue 500 microlitros (µl) de agua esterilizada al tubo de microfuga. Pulsar el tubo vortex cinco veces.
- 5 Con la punta de una pipeta, extraiga el exceso de agua de los punzones. Retire el agua restante con una pipeta.

- 6 Añadir otros 100 µl de agua estéril al tubo de microfuga. Pulsar el tubo vortex cinco veces. Calentar el tubo en un bloque térmico a 95°C durante una hora.
- 7 Retire el tubo del bloque térmico y agite el tubo 60 veces en forma de remolino. Centrifugar el tubo brevemente a 13.000 rpm durante dos minutos. Transfiera el líquido restante a un nuevo tubo de microfuga.
- 8 El líquido en el nuevo tubo de microfuga contiene el ADN. Compruebe la calidad utilizando geles de agarosa y la cantidad con herramientas como Nanodrop, Qubit y Bioanalyser. Conservar a 4°C para un almacenamiento de corta duración, -20°C para un almacenamiento de larga duración, y preferiblemente -80°C para fines de archivo.
- 9 El ADN puede entonces ser enviado para su secuenciación para determinar la identificación del tiburón o de la raya.

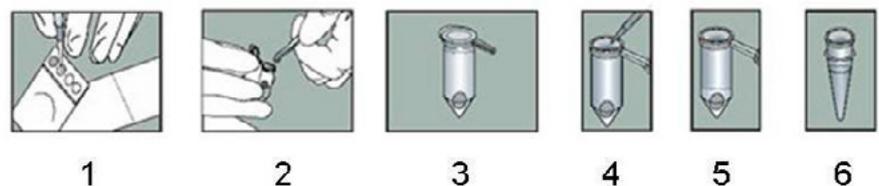


Fig 2: Protocolo Whatman FTA Elute (www.gelifesciences.com/webapp/wcs/storeservlet/catalog/en/GELifeSciences-au/products/AlternativeProductStructure_17096/)

APÉNDICE C - UN EJEMPLO DE CUESTIONARIO DE CRIADEROS

Fecha

Número de Entrevista del día

Número de Entrevista en total.....

Pueblo

Edad del entrevistado

Sexo del entrevistad

¿Eres pescador?.....

¿Desde cuándo eres pescador?

¿Es la pesca su principal fuente de vida?.....

¿Adónde va a pescar? (por ejemplo, arrecife, río, costa, océanos)

¿Ve tiburones en su zona de pesca? En caso afirmativo, ¿dónde? (por ejemplo, arrecife, río, costa, océano)

.....

¿Qué equipo usa? (por ejemplo, arpón, red de enmalle, palangre, etc. - seleccione las siguientes preguntas en función del tipo de arte).....

¿Dónde se colocan las redes de enmalle? (por ejemplo, arrecife, río, costa, océano)?.....

¿Cuánto tiempo deja su red de enmalle en el agua antes de revisarla?.....

¿Con qué frecuencia revisa su red de enmalle? (por ejemplo, regularmente, al final de una marea)

¿Dónde pone los palangres? (por ejemplo, arrecife, río, costa, océano).....

¿Dónde pone los palangres? (por ejemplo, arrecife, río, costa, océano).....

¿Con qué frecuencia revisa sus palangres? (por ejemplo, regularmente, al final de una marea)

¿Qué quiere pescar con su red de enmalle? (por ejemplo, todos los mariscos comestibles, cangrejos, peces, tiburones, rayas)

.....

¿En realidad qué se puede pescar con la red de enmalle?

¿Qué quiere pescar con los palangres? (por ejemplo, todos los mariscos comestibles, peces, tiburones, rayas).....

.....

¿En realidad qué se pesca con los palangres?

¿Captura tiburones o rayas?

¿Quiere capturar tiburones o rayas? ¿Pesca específicamente tiburones o rayas? En caso afirmativo, ¿qué tipos de tiburones suele capturar?

¿Pesca tiburones en determinadas épocas del año?

Si usted captura tiburones o rayas, ¿están vivos o muertos?.....

¿Qué hace con los tiburones o rayas que captura (por ejemplo, liberar, comer, compartir, vender)?.....

.....

¿Toma alguna medida para evitar la captura de tiburones y rayas? En caso afirmativo, ¿qué hace?.....

.....

.....

PREGUNTAS SOBRE ESPECIES ESPECÍFICAS

EMPEZAR AQUÍ

Pregúntele claramente
"¿Ve **[introduce las especies]** en su área en este momento?"

NO

Pregunte si conoce a un pescador que en la actualidad captura **[entrar especies]**. Luego termina la entrevista. Agradezca la información facilitada por el entrevistado

SI

Pregúntale: "¿Captura **[entrar especies]**?"

NO

Pregúntale: "¿Come **[entrar especies]**?"

NO

Pregunte por las razones por las que no se consume **[ingrese la especie]**. Luego termina la entrevista. Reconozca la información de su entrevistado.

SI

Pregúntale: "¿Lo captura intencionalmente?"

SI

Pregunta:

- "¿Con qué frecuencia come **[entrar especies]**?"
- "¿Quién le proporciona la **[entrar la especie]**?"
- "¿Quién atrapa **[entrar especies]**?"
- "¿Comen muchas personas en su pueblo/ciudad **[entran especies]**?"
- "¿Qué partes de **[ingrese la especie]** come?"
- "¿Qué pasa con las partes que no se comen?"

SI

NO

Proceder a las pesquerías específicas

Proceder a la captura accidental

Si se venden partes del cuerpo/carne, proceda a la Sección: Venta, De lo contrario, termine la entrevista. Agradezca por la información a su entrevistado

RECONOCIMIENTOS

La Herramienta de Evaluación Rápida para Tiburones y Rayas representa las opiniones de los autores y sus métodos de recopilación de datos. No representa necesariamente las opiniones de todos los colaboradores y revisores.

Los autores agradecen a Brad Moore, The Pacific Community, Peter Williams, The Pacific Community; Mike Neumann; Juerg Brunnschweiler; Kathryn Flowers, Global Fingerprint; y Samantha Shermann, la Universidad James Cook. Gracias también a Barney Jeffries por su ayuda en la producción. Vanessa Jaiteh y VEMCO (Nancy Edwards) amablemente nos permitieron usar sus imágenes, al igual que la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica. Muchas personas han contribuido a la producción de este Conjunto de Herramientas, y estamos agradecidos por todos sus esfuerzos.

La designación de entidades geográficas en este libro, y la presentación del material, no implican la expresión de ninguna opinión por parte de WWF y la Universidad James Cook sobre el estatus legal de ningún país, territorio o área, o de sus autoridades, o sobre la delimitación de sus fronteras o límites.

Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente las de WWF y Universidad James Cook.

WWF y la Universidad James Cook y las otras organizaciones participantes no se responsabilizan por errores u omisiones como resultado de la traducción de este documento a otros idiomas. La versión original fue escrita en inglés.

WWF desea agradecer al Fondo de Conservación de Disney y al Fondo de Conservación de Tiburones por su apoyo financiero y para el desarrollo y divulgación de este Conjunto de Herramientas.

La traducción de esta publicación al español fue posible gracias al amable apoyo del Shark Conservation Fund. La impresión fue posible gracias al amable apoyo de WWF Alemania.

NOTAS FINALES

1. Ebert et al. 2013; Last et al. 2016
2. Cardeñosa et al. 2017; Feitosa et al. 2018
3. Dudgeon et al. 2012; Hillary et al. 2018
4. Goldberg et al. 2016; Simpfendorfer et al. 2016; Bakker et al. 2017
5. Kaly et al. 2016
6. Glaus et al. 2015
7. NOAA 2017
8. NOAA 2017
9. Heupel et al. 2006
10. Brunnschweiler et al. 2010
11. Mieras et al. 2017
12. WWF 2017; Chin and Pecl 2018
13. Chin and Pecl 2018
14. Chin and Pecl 2018
15. Saunders and Carne 2010
16. Vianna et al. 2014
17. Chin 2014
18. Ward-Paige et al. 2010; Ward-Paige et al. 2011
19. Vianna et al. 2014
20. Davies et al. 2012; Norman et al. 2017
21. Mieras et al. 2017; WWF 2017
22. Davies et al. 2012
23. Norman et al. 2017
24. Gordon et al. 2016
25. Chin and Pecl 2018
26. Chin and Pecl 2018
27. Mieras et al. 2017; Chin and Pecl 2018
28. Vianna et al. 2014

REFERENCIAS

- Bakker, J., Wangensteen, O.S., Chapman, D.D., Boussarie, G., Buddo, D., Guttridge, T.L., Hertler, H., Mouillot, D., Vigliola, L., and Mariani, S. (2017) Environmental DNA reveals tropical shark diversity in contrasting levels of anthropogenic impact. *Scientific Reports* 7(1), 16886. doi: 10.1038/s41598-017-17150-2
- Brunnschweiler, J.M., Queiroz, N., and Sims, D.W. (2010) Oceans apart? Short-term movements and behaviour of adult bull sharks *Carcharhinus leucas* in Atlantic and Pacific Oceans determined from pop-off satellite archival tagging. *Journal of Fish Biology* 77(6), 1343-1358. doi: 10.1111/j.1095-8649.2010.02757.x
- Campana, S.E., Joyce, W., Fowler, M., and Showell, M. (2016) Discards, hooking, and post-release mortality of porbeagle (*Lamna nasus*), shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*), and blue shark (*Prionace glauca*) in the Canadian pelagic longline fishery. *ICES Journal of Marine Science* 73(2), 520-528. doi: 10.1093/icesjms/fsv234
- Canese, S., Cardinali, A., Romeo, T., Giusti, M., Salvati, E., Angiolillo, M., and Greco, S. (2011) Diving behavior of the giant devil ray in the Mediterranean Sea. *Endangered Species Research* 14(2), 171-176. doi: 10.3354/esr00349
- Cardenosa, D., Fields, A., Abercrombie, D., Feldheim, K., Shea, S.K.H., and Chapman, D.D. (2017) A multiplex PCR mini-barcode assay to identify processed shark products in the global trade. *PLOS ONE* 12(10), e0185368. doi: 10.1371/journal.pone.0185368
- Chin, A. (2014) "Hunting porcupines": citizen scientists contribute new knowledge about rare coral reef species. *Pacific Conservation Biology* 20(1), 48-53. doi: 10.1071/PC140048
- Chin, A., and Pecl, G. (2018) Citizen science in shark and ray research and conservation: a primer on the opportunities, considerations and pitfalls involved in community based science. In 'Shark research: emerging technologies and applications for the field and laboratory.' (Eds. Carrier, J.C., Heithaus, M.R. and Simpfendorfer, C.A.). (CRC Press. Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL)
- Compagno, L.J.V. (2002) *Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes)*. (FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, No. 1, Vol. 2: Rome, FAO)
- Crossin, G.T., Heupel, M.R., Holbrook, C.M., Hussey, N.E., Lowerre-Barbieri, S.K., Nguyen, V.M., Raby, G.D., and Cooke, S.J. (2017) Acoustic telemetry and fisheries management. *Ecological Applications* 27(4), 1031-1049. doi: 10.1002/eap.1533
- Davies, T.K., Stevens, G., Meekan, M.G., Struve, J., and Rowcliffe, J.M. (2012) Can citizen science monitor whale-shark aggregations? Investigating bias in mark-recapture modelling using identification photographs sourced from the public. *Wildlife Research* 39(8), 696-704. doi: 10.1071/WR12092
- Dudgeon, C.L., Blower, D.C., Broderick, D., Giles, J.L., Holmes, B.J., Kashiwagi, T., Krück, N.C., Morgan, J.A.T., Tillett, B.J., and Ovenden, J.R. (2012) A review of the application of molecular genetics for fisheries management and conservation of sharks and rays. *Journal of Fish Biology* 80(5), 1789-1843. doi: 10.1111/j.1095-8649.2012.03265.x
- Dulvy, N.K., Fowler, S.L., Musick, J.A., Cavanagh, R.D., Kyne, P.M., Harrison, L.R., Carlson, J.K., Davidson, L.N., Fordham, S.V., Francis, M.P., Pollock, C.M., Simpfendorfer, C.A., Burgess, G.H., Carpenter, K.E., Compagno, L.J., Ebert, D.A., Gibson, C., Heupel, M.R., Livingstone, S.R., Sanciangco, J.C., Stevens, J.D., Valenti, S., White, W.T., and Baldwin, I.T. (2014) Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife* 3. doi: 10.7554/eLife.00590
- Ebert, D.A., Fowler, S., and Compagno, L. (2013) *Sharks of the world. A fully illustrated guide*. (Wild Nature Press: Plymouth) pp 528.
- FAO (2000) Fisheries management. 1. Conservation and management of sharks. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No. 4, Suppl. 1. FAO, Rome. www.fao.org/3/a-x8692e.pdf
- FAO (2018) International Plan of Action for Conservation and Management of Sharks. FAO, Rome www.fao.org/ipoa-sharks/en/
- Feitosa, L.M., Martins, A.P.B., Giarrizzo, T., Macedo, W., Monteiro, I.L., Gemaque, R., Nunes, J.L.S., Gomes, F., Schneider, H., Sampaio, I., Souza, R., Sales, J.B., Rodrigues-Filho, L.F., Tchaicka, L., and Carvalho-Costa, L.F. (2018) DNA-based identification reveals illegal trade of threatened shark species in a global elasmobranch conservation hotspot. *Scientific Reports* 8(1), 3347. doi: 10.1038/s41598-018-21683-5

REFERENCIAS

- Glaus, K.B.J., Adrian-Kalchauer, I., Burkhardt-Holm, P., White, W.T., and Brunnschweiler, J.M. (2015) Characteristics of the shark fisheries of Fiji. *Scientific Reports* 5, 17556. doi: 10.1038/srep17556 www.nature.com/articles/srep17556#supplementary-information
- Goldberg, C.S., Turner, C.R., Deiner, K., Klymus, K.E., Thomsen, P.F., Murphy, M.A., Spear, S.F., McKee, A., Oyler-McCance, S.J., Cornman, R.S., Laramie, M.B., Mahon, A.R., Lance, R.F., Pilliod, D.S., Strickler, K.M., Waits, L.P., Fremier, A.K., Takahara, T., Herder, J.E., and Taberlet, P. (2016) Critical considerations for the application of environmental DNA methods to detect aquatic species. *Methods in Ecology and Evolution* 7(11), 1299-1307. doi: 10.1111/2041-210X.12595
- Gordon, C.A., Hood, A.R., and Ellis, J.R. (2016) Descriptions and revised key to the eggcases of the skates (Rajiformes: Rajidae) and catsharks (Carcharhiniformes: Scyliorhinidae) of the British Isles. *Zootaxa* 4150(3), 255–280. doi:
- Graham, R.T., Witt, M.J., Castellanos, D.W., Remolina, F., Maxwell, S., Godley, B.J., and Hawkes, L.A. (2012) Satellite Tracking of Manta Rays Highlights Challenges to Their Conservation. *PLOS ONE* 7(5), e36834. doi: 10.1371/journal.pone.0036834
- Harasti, D., Lee, K.A., Laird, R., Bradford, R., and Bruce, B. (2017) Use of stereo baited remote underwater video systems to estimate the presence and size of white sharks (*Carcharodon carcharias*). *Marine and Freshwater Research* 68(7), 1391-1396. doi:10.1071/MF16184
- Heupel, M.R., Carlson, J.K., and Simpfendorfer, C.A. (2007) Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. *Marine Ecology Progress Series* 337, 287-297. doi:
- Heupel, M.R., Semmens, J.M., and Hobday, A.J. (2006) Automated acoustic tracking of aquatic animals: scales, design and deployment of listening station arrays. *Marine and Freshwater Research* 57(1), 1-13. doi: 10.1071/MF05091
- Hillary, R.M., Bravington, M.V., Patterson, T.A., Grewe, P., Bradford, R., Feutry, P., Gunasekera, R., Peddemors, V., Werry, J., Francis, M.P., Duffy, C.A.J., and Bruce, B.D. (2018) Genetic relatedness reveals total population size of white sharks in eastern Australia and New Zealand. *Scientific Reports* 8(1), 2661. doi: 10.1038/s41598-018-20593-w
- Holmes, B.J., Pepperell, J.G., Griffiths, S.P., Jaine, F.R.A., Tibbetts, I.R., and Bennett, M.B. (2014) Tiger shark (*Galeocerdo cuvier*) movement patterns and habitat use determined by satellite tagging in eastern Australian waters. *Marine Biology* 161(11), 2645-2658. doi: 10.1007/s00227-014-2536-1
- Hueter, R.E., Tyminski, J.P., and de la Parra, R. (2013) Horizontal movements, migration patterns, and population structure of whale sharks in the Gulf of Mexico and Northwestern Caribbean Sea. *PLOS ONE* 8(8), e71883. doi: 10.1371/journal.pone.0071883
- Humber, F., Andriamahaino, E.T., Beriziny, T., Botosoamananto, R., Godley, B.J., Gough, C., Pedron, S., Ramahery, V., and Broderick, A.C. (2017) Assessing the small-scale shark fishery of Madagascar through community-based monitoring and knowledge. *Fisheries Research* 186, 131-143. doi: 10.1016/j.fishres.2016.08.012
- Johnson, J.E., Welch, D.J., Hooper, E., Edney, G., and Waterhouse, J. (2018) Community Marine Monitoring Toolkit: Vanuatu. Prepared under the Restoration of Ecosystem Services and Adaptation to Climate Change (RESCCUE) Vanuatu project for the Pacific Community (SPC).
- Kaly, U., Preston, G., Yeeting, B., Bertram, I., and Moore, B. (2016) Creel and Market Surveys: A manual for Pacific Island fisheries officers. Fisheries, Aquaculture and Marine Ecosystem Division of the Pacific Community (SPC). Noumea, New Caledonia. www.spc.int/coastfish/en/publications/478.html
- Kilfoil, J.P., Wirsing, A.J., Campbell, M.D., Kiszka, J.J., Gastrich, K.R., Heithaus, M.R., Zhang, Y., and Bond, M.E. (2017) Baited Remote Underwater Video surveys undercount sharks at high densities: insights from full-spherical camera technologies. *Marine Ecology Progress Series* 585, 113-121. doi: 10.3354/meps12395
- Last, P.R., White, W.T., de Carvalho, M.R., Seret, B., Stehmann, M.F.W., and Naylor, G.J.P. (2016) *Rays of the World*. (CSIRO Publishing: Melbourne) pp 790.
- Martins, A.P.B., Feitosa, L.M., Lessa, R.P., Almeida, Z.S., Heupel, M., Silva, W.M., Tchaicka, L., and Nunes, J.L.S. (2018) Analysis of the supply chain and conservation status of sharks (Elasmobranchii: Superorder Selachimorpha) based on fisher knowledge. *PLOS ONE* 13(3), e0193969. doi: 10.1371/journal.pone.0193969

REFERENCIAS

- Mieras, P.A., Harvey-Clark, C., Bear, M., Hodgkin, G., and Hodgkin, B. (2017) Chapter Five - The economy of shark conservation in the Northeast Pacific: the role of ecotourism and citizen science. In *Advances in Marine Biology*. Vol. 78. (Eds. Larson, S.E. and Lowry, D.) pp. 121-153. (Academic Press)
- NOAA (2017) Cooperative shark tagging program. NOAA NFMS. National Ocean and Atmospheric Administration National Marine Fisheries Service. Northeast Fisheries Science Centre. www.nefsc.noaa.gov/nefsc/Narragansett/sharks/instructions.html
- Norman, B.M., Holmberg, J.A., Arzoumanian, Z., Reynolds, S.D., Wilson, R.P., Rob, D., Pierce, S.J., Gleiss, A.C., de la Parra, R., Galvan, B., Ramirez-Macias, D., Robinson, D., Fox, S., Graham, R., Rowat, D., Potenski, M., Levine, M., McKinney, J.A., Hoffmayer, E., Dove, A.D.M., Hueter, R., Ponzo, A., Araujo, G., Aca, E., David, D., Rees, R., Duncan, A., Rohner, C.A., Prebble, C.E.M., Hearn, A., Acuna, D., Berumen, M.L., Vázquez, A., Green, J., Bach, S.S., Schmidt, J.V., Beatty, S.J., and Morgan, D.L. (2017) Undersea constellations: the global biology of an Endangered marine megavertebrate further informed through citizen science. *BioScience* 67(12), 1029-1043. doi: 10.1093/biosci/bix127
- Oliver, S., Braccini, M., Newman, S.J., and Harvey, E.S. (2015) Global patterns in the bycatch of sharks and rays. *Marine Policy* 54, 86-97. doi: 10.1016/j.marpol.2014.12.017
- Saunders, T., and Carne, R. (2010) A survey of customary fishing of sharks and stingrays Groote Eylandt. Fishery Report No. 105. Northern Territory Government, Darwin, Australia.
- SEAFDEC (2017) Standard Operating Procedures (SOP) Sharks, Rays and Skates Data Collection in the Southeast Asian Waters. Southeast Asian Fisheries Development Center, Bangkok, Thailand. www.seafdec.org/download/sop-sharks-2017
- Sherman, C.S., Chin, A., Heupel, M.R., and Simpfendorfer, C.A. (2018) Are we underestimating elasmobranch abundances on baited remote underwater video systems (BRUVS) using traditional metrics? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 503, 80-85. doi: 10.1016/j.jembe.2018.03.002
- Simpfendorfer, C.A., Kyne, P.M., Noble, T.H., Goldsbury, J., Basiita, R.K., Lindsay, R., Shields, A., Perry, C., and Jerry, D.R. (2016) Environmental DNA detects Critically Endangered largetooth sawfish in the wild. *Endangered Species Research* 30, 109-116. doi: 10.3354/esr00731
- Thorrold, S.R., Afonso, P., Fontes, J., Braun, C.D., Santos, R.S., Skomal, G.B., and Berumen, M.L. (2014) Extreme diving behaviour in devil rays links surface waters and the deep ocean. *Nature Communications* 5, 4274. doi: 10.1038/ncomms5274
- Vianna, G.M.S., Meekan, M.G., Bornovski, T.H., and Meeuwig, J.J. (2014) Acoustic Telemetry Validates a Citizen Science Approach for Monitoring Sharks on Coral Reefs. *PLOS ONE* 9(4), e95565. doi: 10.1371/journal.pone.0095565
- Ward-Paige, C.A., and Lotze, H.K. (2011) Assessing the value of recreational divers for censusing elasmobranchs. *PLOS ONE* 6(10), e25609. doi: 10.1371/journal.pone.0025609
- Ward-Paige, C.A., Mora, C., Lotze, H.K., Pattengill-Semmens, C., McClenachan, L., Arias-Castro, E., and Myers, R.A. (2010) Large-scale absence of sharks on reefs in the greater-Caribbean: a footprint of human pressures. *PLOS ONE* 5(8), e11968. doi: 10.1371/journal.pone.0011968
- Ward-Paige, C.A., Pattengill-Semmens, C., Myers, R.A., and Lotze, H.K. (2011) Spatial and temporal trends in yellow stingray abundance: evidence from diver surveys. *Environmental Biology of Fishes* 90(3), 263-276. doi: 10.1007/s10641-010-9739-1
- Weigmann, S. (2017) Reply to Borsa (2017): Comment on 'Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity by Weigmann (2016)'. *Journal of Fish Biology* 90(4), 1176-1181. doi: 10.1111/jfb.13234
- White, W.T., Appleyard, S.A., Sabub, B., Kyne, P.M., Harris, M., Lis, R., Baje, L., Usu, T., Smart, J.J., Corrigan, S., Yang, L., and Naylor, G.J.P. (2015) Rediscovery of the Threatened River Sharks, *Glyphis garricki* and *G. glyphis*, in Papua New Guinea. *PLOS ONE* 10(10), e0140075. doi: 10.1371/journal.pone.0140075
- White, W.T., Baje, L., Sabub, B., Appleyard, S.A., Pogonoski, J., and Mana, R.R. (2017) *Sharks and Rays of Papua New Guinea*. *ACIAR Monograph No. 189*. (Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra) pp 327.

REFERENCIAS

White, W.T., Last, P.R., Dharmadi, Faizah, R., Chodrijah, U., Buckworth, R.C., and Dichmont, C.M. (2014) Rapid Fishery Assessment by Market Survey (RFAMS) – An improved rapid-assessment approach to characterising fish landings in developing countries. *PLOS ONE* 9(10), e109182. doi: 10.1371/journal.pone.0109182

White, W.T., Last, P.R., Stevens, J.D., Yearsley, G.K., Fahmi, and Dharmadi (2006) *Sharks and Rays of Indonesia. ACIAR Monograph No. 124*. (Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra) pp 329.

Williamson, M.J., Dudgeon, C., and Slade, R. (2018) Tonic immobility in the zebra shark, *Stegostoma fasciatum*, and its use for capture methodology. *Environmental Biology of Fishes*. doi: 10.1007/s10641-018-0734-2

WWF (2017) Responsible shark and ray tourism. A guide to best practice. WWF, Manta Trust, Project Aware. www.mantatrust.org/wp-content/uploads/2011/09/Shark-and-Rays-Best-Practice-Guide_2017_High-Res.pdf.



SOBRE WWF

El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés) es una de las organizaciones independientes de conservación más grandes y con más experiencia en el mundo, con más de 5 millones de socios y una red global activa en más de 100 países. La misión de WWF es detener la degradación del ambiente natural del planeta y construir un futuro en el que los seres humanos vivan en armonía con la naturaleza, conservando la diversidad biológica del mundo, garantizando el uso sostenible de los recursos naturales renovables, y promoviendo la reducción de la contaminación y del consumo desmedido.

www.panda.org



SOBRE CSFTA

El Centro para Pesquerías Tropicales y Acuicultura Sostenible (CSTFA por sus siglas en inglés) enfoca sus investigaciones no sólo en los sistemas acuáticos y de acuicultura que producen alimentos sino también en las industrias y comunidades que los utilizan. Las colaboraciones multidisciplinarias entre nuestros investigadores proporcionan sinergias para abarcar problemas significativos de investigación en de una manera no factible para grupos individuales de investigadores. El CSTFA ofrece resultados de investigaciones sobre la producción alimentaria sostenible para administradores de recursos tanto locales, estatales, federales como internacionales, tanto en el sector público como el privado. Esto nos hace un actor clave para ayudar a asegurar una producción alimentaria en los trópicos para futuras generaciones.

www.jcu.edu.au/tropical-fisheries-and-aquaculture