

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

15ª REUNIÓN

La Jolla, California (EE. UU.)

10-14 de junio de 2024

SAC-15-10

OPCIONES PARA EL DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE TIBURONES PARA LAS PESQUERÍAS DE LA CIAT: LECCIONES Y OPORTUNIDADES

Shane Griffiths, Salvador Siu, Dan Ovando, Jon Lopez, Cleridy Lennert-Cody, Alexander Aires-da-Silva

Este documento se elaboró en respuesta al párrafo 14 de la resolución [C-23-07](#) y a la recomendación 1.c del CCA ([SAC-14-16](#)).

ÍNDICE

Resumen ejecutivo.....	2
1. Antecedentes.....	3
2. Recolección de datos sobre tiburones y mejoras necesarias.....	4
2.1. Cerco (clase 6).....	4
2.2. Cerco (clases 1–5).....	5
2.3. Palangre industrial.....	5
2.4. Pesquerías costeras de pequeña escala.....	6
3. Evaluación de posibles enfoques de estudio para las pesquerías costeras de pequeña escala.....	7
3.1. Estudios <i>in situ</i>	8
3.2. Estudios <i>ex situ</i>	9
3.3. Diseños de estudios complementados.....	9
3.3.1 Muestreo de captura y esfuerzo de los pescadores.....	9
3.3.2 Estimación del esfuerzo de pesca total.....	10
4. Lecciones aprendidas de los programas piloto de muestreo para pesquerías costeras de pequeña escala.....	11
5. Propuesta de programa de muestreo de tiburones para pesquerías costeras de pequeña escala.....	13
6. Evaluaciones de tiburones.....	18
7. Conclusiones.....	19
8. Referencias.....	20

RESUMEN EJECUTIVO

Los tiburones son un objetivo común y captura incidental de las pesquerías pelágicas en el Océano Pacífico oriental (OPO), por lo que la CIAT ha incrementado sus esfuerzos hacia su conservación y ordenación mediante el desarrollo de resoluciones y programas de muestreo específicos para tiburones. Sin embargo, la falta de datos fiables de captura, esfuerzo y composición por especie y talla, especialmente de las pesquerías costeras de pequeña escala ("artesanales"), ha obstaculizado los intentos de desarrollar evaluaciones de poblaciones para las especies más comunes (por ejemplo, el tiburón sedoso). En un esfuerzo por recolectar información pertinente fiable sobre los tiburones impactados por las pesquerías de la CIAT, la CIAT adoptó la resolución [C-23-07](#), que, entre otras cosas, requiere la implementación de un programa de recolección de datos de tiburones en 2024. El presente documento presenta una descripción general de los programas existentes de recolección de datos de tiburones en el OPO, una revisión de métodos de estudio que pueden ser aplicados a pesquerías de gran escala, y descripciones de experiencias recientes y en curso de programas piloto de muestreo de tiburones en pesquerías costeras de pequeña escala en el OPO. Estas experiencias ponen de relieve los enormes retos que plantea el monitoreo de las capturas de tiburones en las pesquerías costeras de pequeña escala distribuidas en cientos a miles de puntos de acceso que pueden variar drásticamente en su importancia como sitios de descarga para las capturas de especies determinadas (por ejemplo, el tiburón sedoso) en diversas escalas temporales. Si bien los proyectos recientes y en curso han mejorado nuestra comprensión del orden de magnitud de las capturas de tiburones ([SAC-14 INF-L](#)), los estudios futuros deben asegurar que el muestreo se diseñe en torno al objetivo final del estudio. Los proyectos [ABNJ "Atún 1"](#) y [ABNJ "Atún 2"](#) se diseñaron en gran medida con el objetivo de estimar el orden de magnitud de las capturas de tiburones en pesquerías costeras de pequeña escala en el Área de la Convención de la CIAT. Si se mantienen a lo largo del tiempo, estas estimaciones de capturas totales pueden utilizarse como indicadores independientes o como componentes adicionales en los modelos de evaluación de poblaciones. Sin embargo, los objetivos del programa de muestreo de tiburones son actualmente inciertos dada la ausencia actual de una lista prescrita de especies de tiburones bajo competencia de la CIAT (ver [SAC-15-09](#)) y podrían evolucionar con el tiempo, por lo que los métodos deben adaptarse según sea necesario. Por ejemplo, los esfuerzos futuros de la CIAT para evaluar la condición de las especies de tiburones probablemente enfatizan herramientas como el marcado y recaptura por parientes cercanos (CKMR, por sus siglas en inglés) por encima de los modelos convencionales de evaluación de poblaciones que dependen de la captura por unidad de esfuerzo como índice de abundancia. El CKMR utiliza información sobre la tasa a la que los "parientes cercanos" (por ejemplo, medios hermanos o parejas de padres y crías) se encuentran dentro de las muestras tomadas de una población para intentar estimar parámetros de interés como la abundancia total y potencialmente la mortalidad total sin necesidad de datos de captura o de captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Sin embargo, requiere recolectar muestras genéticas de suficiente calidad y los metadatos asociados (por ejemplo, talla y sexo de los individuos muestreados). Un modelo exitoso de CKMR requiere un protocolo de muestreo diseñado cuidadosamente, y no está claro si el diseño de muestreo que podría proporcionar las mejores estimaciones de la captura total sería también el mejor para su uso en el CKMR. En este sentido, el personal de la CIAT está realizando actualmente un estudio de viabilidad que ayudará a dar forma, diseñar y planificar esfuerzos futuros de CKMR rentables en el área. Asimismo, cualquier esfuerzo de evaluación, incluyendo evaluaciones integradas de poblaciones, CKMR, o cualquier forma de evaluación de vulnerabilidad (por ejemplo, EASI-Fish), requiere información biológica y ecológica precisa (por ejemplo, relaciones talla-peso o de talla por edad), que dependen de la recolección de datos *in situ*. Por lo tanto, los esfuerzos de muestreo de tiburones en curso en el Área de la Convención de la CIAT necesitan considerar estos diversos objetivos en su diseño para asegurar que los datos recolectados puedan cumplir su propósito final. Aunque se presentan algunas opciones de

diseños potenciales para un programa de recolección de datos de tiburones enfocado en especies prioritarias identificadas a partir de análisis de ordenación o vulnerabilidad o en todas las especies bajo competencia de la CIAT, el personal opina que la terminación del proyecto [ABNJ "Atún 2"](#) en curso es crítica para comprender mejor los requisitos de muestreo para un programa para todos los estados costeros en el Área de la Convención de la CIAT antes de su implementación final.

1. ANTECEDENTES

La responsabilidad primordial de la CIAT se enuncia en el Artículo II de la Convención de Antigua, que entró en vigor en 2010, como "...asegurar la conservación y el uso sostenible a largo plazo de las poblaciones de peces abarcadas por esta Convención, de conformidad con las normas pertinentes del derecho internacional". Sin embargo, las pesquerías atuneras de la CIAT tienen un amplio alcance espacial y temporal que se extiende desde la costa del continente americano hasta aguas alejadas de la costa hasta 150°O y operan durante la mayor parte del año. Asimismo, las artes utilizadas por las pesquerías industriales también son diversas. Las pesquerías de palangre despliegan muchos kilómetros de línea madre que sostienen miles de anzuelos que pescan desde la superficie hasta cientos de metros de profundidad (Griffiths y Duffy, 2017), mientras que los buques cerqueros grandes emplean una variedad de modalidades de pesca, incluidos los lances sobre delfines con el objetivo de extraer aleta amarilla grande concomitante (Ballance *et al.*, 2021). También realizan lances sobre cardúmenes de atunes que nadan libremente y dispositivos agregadores de peces (plantados), que atraen a muchas especies de atunes y especies afines, así como a varias otras especies no objetivo (Hall y Roman, 2013). Muchas especies de tiburones pelágicos y neríticos se asocian comúnmente con atunes y especies afines, o por lo menos comparten hábitats, presas o condiciones ambientales similares. Como resultado, los tiburones son una captura incidental común en las pesquerías de la CIAT (Duffy *et al.*, 2019; Diaz-Delgado *et al.*, 2021).

En los últimos años, la sostenibilidad de los tiburones capturados por las pesquerías atuneras se ha convertido en una preocupación cada vez mayor para la CIAT y otras organizaciones regionales de ordenación pesquera de atunes (OROP atuneras) a nivel mundial, ya que los actuales niveles de explotación quizás no sean sostenibles para muchas poblaciones de tiburones, especialmente las que muestran un crecimiento lento, periodos prolongados de vida y una capacidad reproductiva limitada (Clarke *et al.*, 2014). Esto ha llevado a la CIAT a implementar una variedad de medidas de conservación en el OPO en forma de resoluciones vinculantes respecto a varias especies de tiburones (p. ej., [C-11-10](#), [C-19-05](#), [C-19-06](#) y [C-23-07](#)), al tiempo que se mejora gradualmente la recolección de datos para respaldar la evaluación de poblaciones de especies tales como el tiburón sedoso (CIAT, 2014; Clarke *et al.*, 2018) y las evaluaciones de vulnerabilidad de todas las especies de tiburones que se ha documentado que interactúan con las pesquerías pelágicas de la CIAT en el OPO ([SAC-13-11](#)). En conjunto, estas evaluaciones de especies de tiburones en el OPO han determinado que es posible que las flotas costeras de pequeña escala o 'artesanales' contribuyan a una proporción significativa de la captura total de tiburones en el Área de la Convención de la CIAT. El trabajo reciente llevado a cabo por el personal de la CIAT ha incluido datos de estudios preliminares en Centroamérica para producir el orden de magnitud de las estimaciones de captura de los tiburones sedoso y martillo. Estas estimaciones señalan que es posible que las capturas realizadas por estas flotas excedan las de las flotas industriales de palangre y cerco que pescan lejos de la costa ([SAC-14 INF-L](#)).

Por consiguiente, la Comisión ha reconocido la importancia de la recolección de datos para estas flotas costeras de pequeña escala en los estados costeros con el fin de proporcionar información fiable para evaluar las especies incluidas bajo competencia de la CIAT (ver [SAC-15-09](#)). En 2023, la CIAT adoptó la Resolución [C-23-07](#) "Medidas de conservación para la protección y ordenación sostenible de los tiburones" a fin de consolidar las medidas existentes relacionadas con los tiburones y fortalecer las

medidas de conservación y ordenación de tiburones en el OPO. Además, la resolución establece varias recomendaciones y órdenes con respecto a la investigación y recolección de datos en relación con los tiburones para que la CIAT cumpla con las disposiciones y medidas de la resolución [C-23-07](#), otras [resoluciones](#) pertinentes de la CIAT y artículos pertinentes de la Convención de Antigua. En particular, el Artículo 14 de la resolución requiere que *“En 2024, el personal científico de la CIAT, en consulta con el CCA y el GTECI, implementará un programa de recolección de datos de tiburones asociados a las pesquerías gestionadas por la Comisión, haciendo uso de los mecanismos y programas existentes de investigación y recolección de datos en caso posible. El programa incluirá el monitoreo de capturas de tiburones por parte de pesquerías artesanales en países costeros y el establecimiento, mantenimiento y fortalecimiento de bases y gestión de datos estandarizados considerando la asistencia adecuada a esos CPC”*.

Este documento resume investigaciones y recomendaciones anteriores y actuales del personal relacionadas con la recolección de datos, el monitoreo de captura y esfuerzo y la evaluación de especies de tiburones que interactúan con las pesquerías pelágicas de la CIAT, y hace recomendaciones para mejorar los esfuerzos a fin de cumplir más ampliamente con los mandatos de la resolución [C-23-07](#) y la Convención de Antigua. Se presenta una revisión de posibles opciones de estudio en el contexto de pesquerías costeras artesanales, seguida de una propuesta que se basa en esta revisión junto con el trabajo previo y en curso en los proyectos [ABNJ "Atún 1"](#) y [ABNJ "Atún 2"](#), para un diseño de muestreo preliminar que pueda mejorar la cobertura y/o la rentabilidad de los estudios que deben ser representativos de los miles de puntos de acceso que se extienden a lo largo de miles de kilómetros de costa desde donde operan estas flotas pesqueras costeras de pequeña escala.

2. RECOLECCIÓN DE DATOS SOBRE TIBURONES Y MEJORAS NECESARIAS

2.1. Cerco (Clase 6)

Los datos de captura y esfuerzo relativos a tiburones en la pesquería de buques de cerco grandes (es decir, buques con una capacidad de acarreo >363 t) en el OPO son de muy alta calidad, ya que el programa de observadores a bordo del Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines ([APICD](#)) y los Programas Nacionales cubren el 100% de los viajes. Estos buques emplean tres tipos principales de lances de pesca: i) asociados a objetos flotantes naturales o artificiales (OBJ), ii) asociados a delfines (DEL) o iii) sobre cardúmenes de atunes que no están asociados a delfines u objetos flotantes (NOA). Los observadores a bordo de estos buques reciben una capacitación específica sobre la identificación y el registro de las especies de tiburones que suelen capturar estos buques. Desde 2004, los observadores empezaron a recolectar datos de tiburones por especie, con la implementación del registro específico de tiburones, y como mínimo categorizan a cada individuo por talla (es decir, pequeño, mediano, grande); cuando resulta posible, registran las tallas reales, el sexo y otra información biológica y disposición antes de la liberación (Fuller *et al.*, 2022).

En relación con los desafíos en la recolección de datos, las limitaciones de tiempo pueden restringir la capacidad de un observador para identificar cada espécimen según la especie. Como resultado, las bases de datos de la CIAT contienen muchos casos en los que un tiburón fue identificado por género o una agregación taxonómica superior tal como *“Alopias, nep”*, en especial antes de 2004, y estas agrupaciones taxonómicas tienen un valor muy limitado, si es que tienen alguno, para fines científicos, en especial para evaluaciones de vulnerabilidad o de poblaciones. No obstante, con la implementación de los sistemas de monitoreo electrónico (SME) que ha estado desarrollando la CIAT en años recientes, la calidad y cantidad de datos relacionados con las especies de tiburones pueden mejorar, ya que los observadores no se verán forzados a dividir el tiempo entre la identificación taxonómica de la captura incidental de tiburones y sus tareas principales de cumplimiento ([SAC-15 INF-Q](#)).

2.2. Cerco (Clases 1–5)

En el OPO también operan buques cerqueros más pequeños (es decir, buques con una capacidad de acarreo ≤ 363 t). Estos van desde embarcaciones ‘artesanales’ (Clases 1-2), que generalmente se limitan a zonas costeras, hasta buques comerciales más grandes (Clases 3-5), que frecuentemente pescan a gran distancia de la costa. El APICD no exige que estas embarcaciones más pequeñas lleven un observador, salvo en situaciones específicas, por lo que la principal fuente de datos para esta flota son los formularios sobre plantados y las bitácoras de pesca que son completados por los pescadores diariamente —independientemente del número de lances realizados— donde con frecuencia no se registra ni se identifica a los tiburones. Sin embargo, desde 2018 el Tuna Conservation Group (TUNACONS) ha asignado observadores principalmente en buques ecuatorianos, con una cobertura del 34% del número total de viajes reportados para todos los buques de clases 1 a 5 en el OPO en 2023 ([EB-02-01](#)). No obstante, se desconoce si los datos de los observadores de TUNACONS son representativos de la flota de buques de clases 1-5. El personal tiene la intención de investigar estos datos, pero también busca darle a la Comisión recomendaciones para aumentar la cobertura por observadores como mínimo a un 20%, ya sea humanos o electrónicos, para cada CPC ([SAC-15-13](#), [SAC-15 INF-Q](#)) y actualizar la resolución de provisión de datos ([C-03-05](#)) y sus correspondientes [especificaciones](#) de datos técnicos a fin de abarcar datos de captura y esfuerzo para especies de captura incidental mediante una serie de talleres planeados organizados por tipo de arte (por ejemplo, buques cerqueros pequeños así como las pesquerías artesanales que se describen a continuación).

2.3. Palangre industrial

Puede resultar difícil definir con claridad la pesquería de palangre en el OPO ya que opera tanto dentro como fuera de las Zonas Económicas Exclusivas (ZEE) de los estados costeros e incluye una gran variedad de tamaños de buques, configuraciones de artes y especies objetivo. Los buques van desde grandes y sofisticados palangreros especialmente contruidos, de hasta 91.5 m de eslora total (LOA), con remolques de línea hidráulicos y grandes bodegas refrigeradas de pescado ([SAC-08-07b](#)), hasta embarcaciones ‘artesanales’ mucho más pequeñas de menos de 12 m de eslora total (a menudo llamadas “pangas”), que son cascos de fibra de vidrio equipados con motores fuera de borda y aparejos de arrastre manual que por lo general pescan en aguas neríticas dentro de las ZEE de los estados costeros (Andraka *et al.*, 2013; Martínez-Ortiz *et al.*, 2015; Aires-da-Silva *et al.*, 2016; Siu y Aires-da-Silva, 2016). Los buques más grandes (>12 m de eslora total) usualmente se denominan buques ‘industriales’, aunque el número de categorías, sus nombres y los umbrales de tamaño varían entre los países, al igual que los criterios para asignar los buques a las categorías.

No obstante, la Resolución [C-03-07](#) de la CIAT clasifica a los buques palangreros de más de >24 m de eslora total como “buques atuneros palangreros grandes” (LSTLFV) y se les debe incluir en el Registro Regional de Buques de la CIAT a fin de que se les autorice a pescar atunes y especies afines en el OPO. Para simplificar, la pesquería realizada por los LSTLFV se denominará en adelante “pesquería de palangre industrial”, mientras que otras embarcaciones palangreras más pequeñas se describen en la Sección 2.4 como embarcaciones pesqueras costeras de pequeña escala.

Los datos para la pesquería de palangre industrial se toman de las bitácoras de los buques o son recolectados por observadores científicos a bordo pertenecientes a los programas nacionales de observadores y los Miembros los presentan a la CIAT conforme a las resoluciones [C-03-05](#) y [C-19-08](#), respectivamente (ver descripción detallada en [SAC-08-07b](#)). Específicamente, los datos de bitácora de la pesquería de palangre industrial pertenecen a buques de >24 m de eslora total incluidos en el Registro Regional de Buques de la CIAT que están autorizados a pescar atunes y especies afines. Estos datos existen como informes mensuales muy agregados de captura y esfuerzo de pesca con una resolución de

al menos 5° x 5° (aunque algunos CPC remiten datos en resolución de 1° x 1°) principalmente para los principales atunes y especies afines. También se registran a veces algunas especies de tiburones de importancia comercial (por ejemplo, el tiburón azul y el mako de aleta corta), mientras que otras especies capturadas incidentalmente se registran poco, si es que se registran en absoluto.

La resolución [C-19-08](#) exige que cada CPC proporcione un mínimo del 5% de cobertura por observadores del esfuerzo (definido como número de anzuelos o días de pesca) por parte de sus LSTLFV de más de 20 m de LOA que lleven un observador científico de un programa nacional de observadores. Desde 2019, se ha exigido que los CPC remitan datos operacionales detallados para todas las interacciones con especies y algunos CPC remiten datos que se remontan al menos a 2013 ([SAC-15 INF-B REV](#)). A pesar de las mejoras en la calidad y cantidad de los datos notificados, siguen existiendo obstáculos para que los científicos de la CIAT realicen análisis científicos detallados utilizando estos datos. El personal de la CIAT ha mantenido la recomendación de que la tasa mínima de cobertura por observadores debería ser de al menos el 20%, y los problemas asociados con una cobertura de solo el 5% a menudo se agravan porque los datos que se recolectan a menudo no son representativos de las actividades de la flota en el espacio o el tiempo ([BYC-10 INF-D](#)). Por consiguiente, los datos de captura y esfuerzo tanto de los datos de bitácora como los de observadores son insuficientes para que el personal científico de la CIAT pueda realizar evaluaciones fiables de la vulnerabilidad o de las poblaciones de los tiburones y otras especies de captura incidental.

Por lo tanto, el personal ha solicitado una mejor notificación de datos por especie y de alta resolución para especies de captura incidental y de esfuerzo de pesca con el fin de mejorar la utilidad de los datos de captura de la pesquería de palangre. Durante varios años, el personal de la CIAT ha recomendado que se aumente la cobertura por observadores hasta al menos un 20% (ver resolución [C-19-08](#); Griffiths *et al.*, 2021), lo que probablemente ayudará a mejorar de manera significativa la evaluación de los tiburones en el futuro, pero también para el monitoreo y la notificación rutinarios de capturas. Varios de los principales países palangreros enfrentan el problema de retener observadores en sus viajes que pueden durar muchos meses, incluso años, por lo que se están considerando el SME como un método complementario que podría recolectar datos sobre las interacciones con los tiburones en esta pesquería ([SAC-15 INF-Q](#)). En 2023, el personal realizó un taller para buscar aportes de los Miembros a fin de mejorar la provisión de datos para la pesquería de palangre industrial ([WSDAT-01](#)), e hizo las recomendaciones pertinentes para mejorarlos ([SAC-14 INF-Q](#)). Se planean talleres similares para otras pesquerías, incluidas las flotas palangreras artesanales (de pequeña escala).

2.4. Pesquerías costeras de pequeña escala

En contraste con la pesquería de palangre industrial, existe una amplia gama de palangreros más pequeños que operan principalmente dentro de las ZEE de naciones costeras y que tienen como objetivo un complejo más amplio de especies pelágicas grandes —principalmente tiburones, atunes, picudos y dorado (*Coryphaena hippurus*)— pero su distribución espacial puede extenderse más allá de las aguas costeras y sus respectivas jurisdicciones nacionales (ver Aires-da-Silva *et al.*, 2016; Siu y Aires-da-Silva, 2016). Por ejemplo, existe una creciente flota “oceánico-artesanal” que pesca en aguas costeras en embarcaciones pequeñas, con la ayuda de buques nodriza, y que captura atunes, peces picudos y tiburones al menos hasta 100°O (Andraka *et al.*, 2013; Martínez-Ortiz *et al.*, 2015)

En términos generales, estas embarcaciones palangreras más pequeñas se pueden dividir según su tamaño en dos categorías: embarcaciones ‘artesanales’ más pequeñas, generalmente llamadas ‘pangas’, que suelen tener menos de 12 metros de eslora total (LOA), y buques palangreros más grandes (<20 m) que a menudo se consideran en algunas regiones como ‘industriales’, aunque el número de categorías de buques, sus nombres y los umbrales de tamaño varían entre los países, al igual que los criterios para asignar los buques a las categorías (Siu y Aires-da-Silva, 2016). En el OPO, estos buques ‘industriales’

pueden describirse mejor como ‘buques palangreros comerciales nacionales’ a los que generalmente sus respectivas autoridades pesqueras emiten una licencia para pescar, pero que a menudo no aparecen en la Lista de LSTLFV de la CIAT (>24 m) como autorizados para pescar atunes y especies afines en el OPO, y en algunos países se les exige recolectar y remitir algún tipo de información de captura y esfuerzo, ya sea mediante un sistema de bitácora o mediante inspecciones de los buques en los puertos por parte del personal de la autoridad pesquera (p. ej., Costa Rica). Existen dos clases principales de tamaño de buques palangreros comerciales nacionales: buques de tamaño o de alcance mediano (“Mediana”) y buques de tamaño avanzado o de alcance avanzado (“Avanzada”) que operan dentro de 40 millas náuticas de la costa y desde 40 a más de 100 millas náuticas de la costa, respectivamente (Siu y Aires-da-Silva, 2016; Oliveros-Ramos *et al.*, 2020). Estos buques suelen descargar sus capturas en puertos de descarga comerciales y son bastante accesibles en términos de muestreo de capturas, aunque el muestreo representativo de las capturas de estos buques tiene consideraciones adicionales, por ejemplo si las capturas se descargan por talla, especie o por diferentes equipos (Oliveros-Ramos *et al.*, 2020 Lennert-Cody *et al.* 2022).

La resolución [C-19-08](#) exige que los buques con eslora total superior a los 20 m lleven un observador científico para documentar las actividades de por lo menos el 5% del esfuerzo total pero, tal como se mencionó anteriormente, los niveles de cobertura del 5% y los problemas con la cobertura por observadores que sea representativa de la actividad de la flota obstaculizan la utilidad de esos datos. Para los buques de menos de 20 m, la cantidad de datos fiables y de buena calidad es aún más escasa. El monitoreo de los buques palangreros comerciales nacionales resulta más fácil en comparación con las flotas costeras de pequeña escala, y son estas últimas las que pueden presentar un desafío para las agencias pesqueras nacionales (Salas *et al.*, 2007). Sin embargo, a pesar del reducido tamaño de estos buques, la ‘huella’ espacial acumulativa de estas flotas puede ser grande y se ha demostrado que sus impactos sobre los tiburones y otras especies no objetivo son significativos (Alfaro-Shigueto *et al.*, 2010 ; Cartamil *et al.*, 2011; Martínez-Ortiz *et al.*, 2015; Sosa-Nishizaki *et al.*, 2020), lo que resalta la importancia del cumplimiento con la obligación de notificar a la CIAT la captura y el esfuerzo de estas embarcaciones tal como se estipula en la resolución [C-03-05](#).

3. EVALUACIÓN DE POSIBLES ENFOQUES DE ESTUDIO PARA LAS PESQUERÍAS COSTERAS DE PEQUEÑA ESCALA

Con frecuencia, los científicos pesqueros de muchas partes del mundo enfrentan el problema común de tener que obtener datos representativos de las pesquerías, tales como las flotas costeras multiespecíficas de pequeña escala en el continente americano, donde el esfuerzo es sumamente difuso en el espacio y/o el tiempo con el fin de informar las evaluaciones y la ordenación. Una de las pesquerías más problemáticas en todo el mundo ha sido la pesquería marina recreativa, en la que el esfuerzo de pesca puede estar muy disperso a lo largo de miles de kilómetros de costa, donde los pescadores participan en su actividad desde una diversidad de lugares o “puntos de acceso”, tales como rampas de lanzamiento de embarcaciones, puertos deportivos, amarraderos, playas y estuarios (Lyle *et al.*, 2002). Por lo tanto, a menudo resulta prohibitivo en términos de costos y poco práctico realizar un censo de captura y esfuerzo enviando personal del estudio a todos los puntos de acceso (suponiendo que todos puedan identificarse de manera fiable *a priori*) en cada día de pesca. Debido a que las dificultades de muestreo identificadas en los proyectos de la CIAT de las pesquerías costeras multiespecíficas/tiburonerías de pequeña escala en Centroamérica (ver [SAC-14 INF-P](#); Siu y Aires-da-Silva, 2016; Oliveros-Ramos *et al.*, 2020) comparten muchas similitudes con las pesquerías recreativas, los métodos de estudio ampliamente establecidos que se aplican a las pesquerías recreativas se presentan en este documento como posibles opciones para aplicarlas directamente a las pesquerías costeras de pequeña escala en la región a fin de permitir una mejor comprensión de las justificaciones

para emplear los diseños de estudios para el programa piloto de muestreo discutido en la Sección 4, y el modo en que estos estudios piloto pueden ampliarse para incluir especies adicionales, si se desea.

Si bien se dispone de varios métodos de muestreo para recolectar datos de captura y esfuerzo de pesquerías costeras de gran escala, estos difieren significativamente en cuanto al tipo, la calidad y la cantidad de información que pueden reunir, así como en cuanto a su rentabilidad. Para evaluaciones exhaustivas de estos métodos de muestreo y sus posibles sesgos, consulte Pollock *et al.* (1994), NRC (2006) y Griffiths *et al.* (2010), así como una descripción general de cómo se pueden aplicar estos métodos de estudio a las pesquerías costeras de pequeña escala (Tabla 1). El problema fundamental es que para las pesquerías costeras de pequeña escala a menudo no se dispone de marcos de muestreo por listas (listas completas en las cuales se pueden seleccionar individuos o buques para muestreo). Otro problema en relación con caracterizar el esfuerzo en términos de número de buques es que, si bien en los países de la región existen requisitos de licencias o permisos, las evidencias sugieren que en algunos lugares puede ser común pescar sin licencia. Por lo tanto, es probable que los marcos de listas basados en licencias o permisos estén incompletos. Por extensión, también resulta problemática la autonotificación de datos de esfuerzo y captura por especie, cuando se requiere como condición para obtener permisos. El problema con estos datos no solo es que los buques que no obtienen una licencia no participan en la autonotificación, sino que también existen preocupaciones sobre la calidad y fiabilidad de los datos autonotificados en sí, cuando se dispone de ellos. Como resultado, los investigadores a menudo se ven forzados a realizar costosos estudios *in situ* a gran escala (p. ej., Pérez-Jiménez *et al.*, 2005; Cartamil *et al.*, 2011), donde el marco de listas se desarrolla durante el muestreo, o reúnen una muestra probabilística de individuos de múltiples listas (ver Andrews *et al.*, 2013; Vølstad *et al.*, 2020), tales como diarios de pescadores o datos oficiales ofrecidos por las autoridades nacionales.

3.1. Estudios *in situ*

Los estudios *in situ* proporcionan la información más exacta sobre el esfuerzo y la composición por especies y talla de las capturas de viajes individuales. Por lo general, estos estudios buscan muestrear todos los puntos de acceso posibles que son pertinentes para la población y/o la pesquería de la especie, y usualmente utilizan un muestreo aleatorio estratificado (MAE). El personal de campo se posiciona en cada punto de acceso durante todo un día de pesca e intercepta a los pescadores cuando entran o salen del punto de acceso. En los casos en que muchos puntos de acceso están cercanos entre sí, se puede utilizar un estudio 'ambulante' o de 'ruta de autobús' en el que el personal de campo visita varios puntos de acceso en un solo día y pasa un periodo específico en un sitio antes de ir al siguiente (McGlennon y Kinloch, 1997). Sin embargo, estos estudios pueden sufrir un sesgo de duración de la estadía, donde el número de pescadores interceptados se ve influenciado por la duración y la hora del día en que el personal del estudio se encuentra en un punto de acceso particular. Este enfoque no se recomienda para especies escasas o capturadas con poca frecuencia, debido a la baja probabilidad de interceptar a un pescador que ha capturado dichas especies durante el periodo de muestreo.

Un problema importante de muestreo identificado en estudios anteriores de la CIAT de las pesquerías artesanales de Centroamérica (ver [SAC-14 INF-P](#)) es la naturaleza dinámica de la selección de especies como objetivo de pesca por parte de los pescadores. Se observó que los pescadores ocasionalmente se trasladaban desde sus lugares de origen a otras áreas donde las especies deseables (por ejemplo, los tiburones sedoso y martillo) pueden ser periódicamente abundantes a nivel local. Como resultado del uso de muestreo aleatorio estratificado, a menudo se pasan por alto los viajes productivos fuera del lugar de origen o de lugares "dentro del alcance", lo que da como resultado inflación cero, tasas de captura subestimadas y varianzas infladas (Morton y Lyle, 2003). Para abordar este problema común de los cambios espaciales a corto plazo en el esfuerzo de pesca realizado por los pescadores recreativos, particularmente para especies que se encuentran con poca frecuencia como los zorros (Gallucci y

Hariharan, 2012; Hariharan *et al.*, 2013), los investigadores han empezado a explorar el uso de muestreo dinámico, tal como el muestreo por conglomerados adaptativo estratificado (ACS, por sus siglas en inglés), que se desarrolló originalmente para muestrear animales terrestres que son escasos y/o tienen distribuciones muy conglomeradas (Thompson, 2012). Esto implica realizar muestreo aleatorio estratificado de puntos de acceso dentro de un “universo” definido de dichos puntos y muestrear otros puntos de acceso en las proximidades de los puntos donde se encuentra la especie objetivo.

3.2. Estudios *ex situ*

Una alternativa a los estudios *in situ* son los estudios *ex situ*, tales como las encuestas telefónicas, que son más baratas, más rápidas de completar y que pueden llegar a muchos más participantes que los estudios *in situ*, pero a menudo adolecen de importantes sesgos que comprometen la precisión de los datos. Por ejemplo, a menudo hay una significativa falta de respuesta y rechazos de las encuestas telefónicas debido a la selección de llamadas de números de teléfono desconocidos que se supone que son llamadas automáticas y de mercadeo no solicitadas. Además, si no existen licencias, los investigadores carecen de una lista completa de la cual extraer una muestra representativa de pescadores y, en los casos en que sí existen licencias, a veces no es posible acceder al marco de listas completo por razones de confidencialidad. Debido a que los estudios *ex situ* se basan en información recordada que proporcionan los pescadores, es posible que los datos no sean fiables por varias razones; lo más común es el sesgo de recuerdo en el que los pescadores no pueden recordar con exactitud los detalles de la captura y el esfuerzo de viajes específicos realizados en los dos o tres meses anteriores (Lyle, 1999; Andrews *et al.*, 2018). Este periodo de recuerdo se vuelve cada vez más corto a medida que aumenta la frecuencia de los viajes de pesca, ya que a los pescadores les resulta más difícil diferenciar los detalles específicos de los viajes "rutinarios". Una excepción es cuando los pescadores realizan viajes memorables, por ejemplo con capturas excepcionalmente grandes o de una especie única o de especímenes grandes. Como tales, los estudios con largos periodos de recuerdo han tenido éxito en la pesca deportiva recreativa, donde ocurre un pequeño número de eventos memorables. Otro problema importante es que el investigador no puede verificar en forma directa la información recordada que proporcionan voluntariamente los participantes del estudio y, por lo tanto, pueden surgir diversas inexactitudes y sesgos con respecto a la identificación de especies, sesgos de redondeo (por ejemplo, redondear el número de peces de 7 a 10), sesgo de prestigio (es decir, exagerar la talla de los peces o las capturas) y engaño intencional en situaciones en las que puede haber desconfianza en las autoridades reguladoras o de investigación.

3.3. Diseños de estudios complementados

3.3.1 Muestreo de captura y esfuerzo de los pescadores

En los últimos años, se han desarrollado varios diseños de “estudios complementados” que utilizan diversas combinaciones de estudios *in situ* y *ex situ* (principalmente para las pesquerías recreativas, a las que pueden sustituir algunas pesquerías costeras de pequeña escala) que aprovechan los beneficios de un método para cubrir las deficiencias de otro método. En estudios de gran escala realizados en Australia, Estados Unidos y muchos países en toda Europa, el enfoque de diario telefónico ha sido, por mucho, el método más eficaz para recolectar datos de captura y esfuerzo por viaje de una muestra representativa de pescadores que puede permitir la expansión al esfuerzo de pesca total (Hartill *et al.*, 2012). En un estudio tradicional de diario telefónico, se utiliza una encuesta telefónica de 'selección' de una muestra aleatoria estratificada de hogares o pescadores de un marco de listas a fin de reclutar pescadores para un estudio longitudinal (a menudo de 12 meses) donde se les capacita para registrar campos de datos específicos (por ejemplo, fecha, horas de pesca, arte de pesca, número de peces capturados) en un diario impreso o electrónico. Para las flotas costeras de pequeña escala, el marco de listas puede ser la licencia/permiso del pescador o del buque, en caso de que existan y sean accesibles

para el investigador. Sin embargo, la carga de tiempo que pesa sobre los participantes del estudio para completar el diario de cada viaje, que aumenta con la frecuencia de pesca, las tasas de integridad de campos de datos incompletos, falta de respuesta y “abandonos”, tienden a aumentar con la duración del estudio. A fin de combatir este problema, a menudo se utiliza un “diario telefónico” en el que el personal del estudio llama periódicamente al participante del estudio para registrar los detalles de su actividad pesquera para un viaje individual (West *et al.*, 2015; Lyle y Tracey, 2016; Ryan *et al.* 2022). Este enfoque también tiene la ventaja de establecer una buena relación y respeto mutuo entre los pescadores y el investigador (Lyle *et al.*, 2002). El uso de incentivos para los participantes (por ejemplo, tarifas de licencia con descuento) también puede ser eficaz para retener a los participantes durante todo el periodo del estudio. El diario tiene una clara ventaja sobre otros métodos de estudio en pesquerías sumamente dinámicas donde, por ejemplo, los pescadores pueden trasladarse periódicamente desde lugares “de origen” para pescar en otras áreas donde la abundancia relativa de las especies objetivo (por ejemplo, tiburón sedoso o dorado) o los precios del mercado puede ser mayores. En los estudios típicos *in situ* existe la probabilidad de que el personal del estudio *in situ*, que visita repetidamente los lugares “de origen”, pase por alto estos viajes productivos.

El método del diario puede resultar muy eficaz para registrar el esfuerzo y la captura de las especies más comunes o distintas, pero ante la falta de una capacitación específica podrían surgir problemas de identificación para las especies menos comunes. Por lo tanto, se requieren objetivos claros del proyecto antes de considerar el diseño del estudio puesto que, en muchos casos, estos estudios son “adecuados para su propósito” y no se modifican fácilmente sin generar importantes problemas con respecto a los análisis estadísticos. Utilizando el método del diario, se puede capacitar a los pescadores para que recolecten datos de talla de peces individuales capturados (ver Griffiths, 2012), pero es probable que la carga de tiempo que supone para los pescadores medir un gran número de individuos reduzca la participación en los estudios. Si la información de talla es importante, resulta probable que los participantes sean capaces de registrar su captura por especie y agregarla por categoría de talla (p. ej., pequeña, mediana, grande) como lo realizan los observadores de la CIAT y el APICD en el OPO (Fuller *et al.*, 2022). Sin embargo, si se requieren datos precisos de talla u otras muestras biológicas (por ejemplo, muestras genéticas para CKMR), éstos deberán recolectarse mediante estudios *in situ* en puntos de acceso pertinentes para las especies de interés.

3.3.2 Estimación del esfuerzo de pesca total

Una vez que se toman muestras de los datos de captura y esfuerzo de una muestra representativa de pescadores, se requiere un estudio auxiliar para estimar el esfuerzo total de la pesquería, al cual se pueden expandir los datos de la muestra. Los estudios de esfuerzo se realizan a menudo *in situ* en los que el personal cuenta los buques cuando entran o salen de la pesquería (Pollock *et al.*, 1994) o conteos instantáneos durante un periodo de estudio predefinido (Pollock *et al.*, 1997) cuando visitan los sitios por vía terrestre, acuática o aérea, dependiendo de los puntos de acceso y la distancia entre ellos. Por ejemplo, Hartill y Edwards (2015) emplearon un estudio aéreo para estimar el esfuerzo de pesca recreativa en Nueva Zelanda al 66% del costo de una encuesta telefónica de hogares. Aunque es posible realizar estudios aéreos del esfuerzo de pesca costera de pequeña escala en todo el continente americano, probablemente sería necesario estratificarlos por país dadas las probables limitaciones de los vuelos entre jurisdicciones. Además, los estudios aéreos quizás no sean factibles en regiones donde las actividades ilícitas puedan representar un riesgo para la seguridad de los pilotos.

Como alternativa, las imágenes satelitales actualizadas frecuentemente pueden resultar una alternativa rentable a los estudios aéreos para obtener recuentos instantáneos de buques a fin de estimar el esfuerzo; en [ABNJ-“Atún 1”](#) se adoptó un enfoque similar para identificar posibles sitios de descarga de buques de pesca costera de pequeña escala. El uso de imágenes satelitales casi en tiempo real se

propuso como una posible opción para monitorear el esfuerzo de pesca recreativa en las vastas aguas costeras de las pesquerías de la Mancomunidad de Australia (Griffiths *et al.*, 2010), pero la baja resolución (200 m) y el alto costo (hasta 7 millones de dólares australianos por día) de las imágenes satelitales en ese momento hizo que su costo fuera prohibitivo. Sin embargo, más recientemente las imágenes satelitales han mejorado de manera drástica con una resolución de hasta 15 cm (Maxar Technologies) y se planea reducirla aún más a 10 cm en 2025 (Albedo Space), lo que permitiría contar diariamente los buques pesqueros en sitios abiertos a la vista por satélite (ver Figura 1). Se podría lograr un censo completo del esfuerzo de pesca (es decir, la suma de los recuentos diarios de buques) utilizando imágenes satelitales diarias, aunque si los costos de las imágenes diarias son significativos, se podría realizar un muestreo aleatorio estratificado de días para estimar el esfuerzo anual total, en términos de días de pesca.

4. LECCIONES APRENDIDAS DE LOS PROGRAMAS PILOTO DE MUESTREO PARA PESQUERÍAS COSTERAS DE PEQUEÑA ESCALA

4.1. Estudio piloto en Centroamérica (Proyecto ABNJ-“Atún 1”)

La revisión de métodos de muestreo a gran escala en la Sección 3 reveló las inmensas dificultades logísticas y financieras de tomar muestras de pesquerías que operan desde una variedad de puntos de acceso que se extienden a lo largo de kilómetros de costa. Por consiguiente, puede no ser práctico y además tener un costo prohibitivo el intentar un censo del esfuerzo de pesca y de las capturas de tiburones por pesquerías costeras de pequeña escala en el OPO; por lo tanto, la única alternativa es muestrear una selección de puntos de acceso con miras a expandir las tasas de captura de estos sitios a otros dentro de un universo de muestreo de sitios para estimar la captura total de especies de tiburones.

Durante el proyecto [ABNJ-“Atún 1”](#) que se enfocó en Centroamérica, se identificaron cientos de sitios potenciales (en total 1,443 lugares de interés, LDI) de los cuales 789 fueron verificados como sitios de descarga de tiburones ([SAC-11-13](#)). La importancia relativa de cada LDI como un sitio de descarga de tiburones se determinó por medio de estudios de interceptación *in situ* realizados con pescadores de cada sitio. Este procedimiento fue importante para el establecimiento de un programa a largo plazo en la región para tomar en cuenta los frecuentes cambios bruscos en la dinámica de pesca en cada sitio ([IATTC-98-02c](#)). El monitorear todos los LDI conlleva costos prohibitivos de mano de obra y operación, así que los sitios se priorizaron con base en su contribución percibida a la captura total de tiburones, especialmente con respecto a los tiburones sedoso y martillo, los cuales han sido identificados por los Miembros de la CIAT (ver [C-16-05](#)), y más recientemente por evaluaciones cuantitativas de vulnerabilidad ([SAC-13-11](#)), como unas de las especies de tiburones más vulnerables a ser capturadas por pesquerías pelágicas en el OPO. Por lo tanto, el diseño de muestreo para esta flota debe ser adecuado para el objetivo de tomar muestras representativas de la flota y la captura de especies de interés. No obstante, también debe ser lo suficientemente flexible para capturar la dinámica espaciotemporal de la pesquería y las prioridades de investigación, como que determinadas especies de tiburones se vuelvan potencialmente vulnerables. Sin embargo, también se determinó durante el programa piloto de muestreo que el alcance de la estratificación espacial dentro de las regiones es de vital importancia, no solo para que las muestras de puntos de acceso sean lo suficientemente representativas de capturas regionales, sino también para minimizar costos logísticos y de viaje entre puntos de acceso. Esto se logró priorizando sitios de importancia para especies de interés al tiempo en que se minimizó la proximidad a sitios menos significativos que se muestrearían de forma menos frecuente. Además, se consideró la variabilidad temporal en los números de buques en los puntos de acceso para obtener muestras representativas de las cuales se podían derivar estimaciones anuales de captura mínimamente imparciales.

Reconociendo la escasez de datos de tiburones para estas pesquerías costeras de pequeña escala, se llevaron a cabo investigaciones colaborativas entre OSPESCA y los CPC centroamericanos de la CIAT entre 2015 y 2021, con el fin de establecer un programa de muestreo de tiburones a largo plazo para las pesquerías en Centroamérica. A lo largo de estos esfuerzos, las experiencias prácticas acumuladas de trabajos anteriores han demostrado ser fundamentales para perfeccionar las metodologías de muestreo de tiburones, abordar los principales desafíos logísticos y minimizar los costos operativos y de mano de obra. Los conocimientos obtenidos de este esfuerzo colaborativo se resumen a continuación:

- Centroamérica cuenta con miles de sitios de descarga ([SAC-11-13](#)), lo cual hace impráctico y prohibitivo en términos de costos el monitorear de forma regular cada uno ([IATTC-98-02c](#)). Por lo tanto, el enfoque más fiable para un monitoreo rutinario de captura y esfuerzo de tiburones es seleccionar un subconjunto representativo de sitios de descarga.
- Las pesquerías costeras de pequeña escala (“artesanales”) de la región son estacionales y presentan una fuerte dinámica espaciotemporal, con esfuerzo en los principales sitios de descarga para especies clave (por ejemplo, el tiburón sedoso) que a menudo fluctúa en escalas temporales cortas conforme los pescadores se desplazan a lo largo de la costa para pescar en áreas donde sus especies objetivo preferidas son periódicamente abundantes. Es por eso que es esencial que el diseño de muestreo tenga flexibilidad para adaptarse a dichas fluctuaciones en el esfuerzo ([SAC-14 INF-P](#), [IATTC-98-02c](#)).
- El diseño de muestreo debe tener en cuenta variabilidad temporal a más largo plazo en el esfuerzo como resultado de fluctuaciones estacionales y anuales en las poblaciones de tiburones ([SAC-14 INF-P](#), [SAC-14-INF-L](#), [IATTC-98-02c](#)).
- La estratificación por área de muestreo es crucial para garantizar que los datos sean representativos de las regiones, los buques y las especies que se recolectan en toda esta extensa zona de pesca ([SAC-14 INF-P](#), [IATTC-98-02c](#), [SAC-14 INF-L](#),).
- Incorporar muestreo biológico y ecológico oportunista mejora la intensidad y la amplitud de los esfuerzos de recolección de datos, lo que permite capturar valiosos conocimientos más allá de un monitoreo rutinario de captura y esfuerzo a fin de respaldar las evaluaciones de vulnerabilidad, poblaciones (por ejemplo, marcado y recaptura por parientes cercanos) y de ecosistemas ([SAC-14 INF-P](#), [IATTC-98-02c](#), [SAC-14 INF-L](#), [SAC-14 INF-J](#)).

Estas experiencias ponen en evidencia la importancia de los enfoques colaborativos y adaptables para abordar los singulares desafíos del muestreo de tiburones en las pesquerías costeras de pequeña escala en la región, lo que en última instancia contribuye a la recolección de datos más fiables sobre los cuales basar las evaluaciones que llevan a esfuerzos de conservación y ordenación mucho más eficaces.

4.2. Proyecto ABNJ-“Atún 2” (México, Ecuador, Perú)

Tras la finalización exitosa del proyecto [ABNJ-“Atún 1”](#) en Centroamérica, los esfuerzos de investigación se expandieron a México, Ecuador y Perú. Aunque existen algunas diferencias entre estas regiones y países (en especial en la extensión espacial a ser muestreada), son similares en el hecho de que no existen formas y procesos de recolección de datos estandarizados o unificados; además, tampoco hay datos biológicos/ecológicos o de pesquerías que se recolecten de una forma estandarizada. Como en Centroamérica, las flotas de pesca costera de pequeña escala en México, Perú y Ecuador comprenden miles de buques que pueden ser dinámicos en sus características operacionales y de objetivo de pesca. Asimismo, algunas flotas (por ejemplo, en Ecuador) operan desde buques nodriza, lo que aumenta la dificultad de monitoreo de buques específicos.

Durante el primer año del proyecto [ABNJ-"Atún 2"](#) ([SAC-14 INF-M](#)), una revisión de metadatos de 1,167 documentos relacionados con los tiburones y sus pesquerías identificó cientos de LDI potenciales. Hasta la fecha, se han identificado 1,622 LDI utilizando imágenes satelitales (Google Earth), de los cuales 552 son sitios exclusivos de descarga de tiburones. Estos hallazgos son similares a los de [ABNJ-"Atún 1"](#) en Centroamérica en el sentido de que hay miles de puntos de acceso que sirven de apoyo a un gran número de buques de pesca costera de pequeña escala. Aunque los estudios *in situ* están planeados para los años 2 y 3 del proyecto, esta información preliminar enfatiza la necesidad de establecer un sistema de muestreo de tiburones que sea consistente, unificado y sistemático en cada país y en todo el OPO a fin de recolectar datos biológicos, de captura y de esfuerzo, los cuales no se tienen para la mayoría de las especies clave (por ejemplo, [SAC-05-11a](#)) para así poder apoyar los esfuerzos de evaluaciones convencionales de poblaciones.

5. PROPUESTA DE PROGRAMA DE MUESTREO DE TIBURONES PARA PESQUERÍAS COSTERAS DE PEQUEÑA ESCALA

En la actualidad existe algo de ambigüedad en cuanto a las responsabilidades definitivas de la CIAT y sus Miembros con respecto a la conservación y ordenación de tiburones, lo que limita de cierta forma la habilidad del personal de recomendar un programa de monitoreo de tiburones que sea sumamente detallado. La Comisión aún no ha llegado a un acuerdo sobre una lista prescriptiva de tiburones y de otras especies de captura incidental bajo su competencia, aunque el documento [SAC-15-09](#), preparado por el personal de la CIAT este año, propone una lista provisional de especies que necesitará primero ser respaldada por los Miembros antes de que se pueda determinar por completo el alcance de un programa de monitoreo que sea capaz de cubrir todas las especies. No obstante, medidas previas de conservación y ordenación relacionadas con los tiburones sedoso y martillo (por ejemplo, las resoluciones [C-16-06](#), [C-19-05](#), [C-21-06](#), [C-23-08](#)), su referencia a especies clave de tiburones en la resolución [C-23-07](#) y recientes evaluaciones de vulnerabilidad sugieren que estas especies están entre las más vulnerables de las que interactúan con pesquerías industriales y costeras de pequeña escala en el OPO ([SAC-13-11](#), [SAC-14-12](#)), el personal ha basado el alcance de los esfuerzos de monitoreo de tiburones en los proyectos [ABNJ-"Atún 1"](#) y [ABNJ-"Atún 2"](#) en gran medida en torno a estas especies con el objetivo de estimar el orden de magnitud de las capturas de tiburones en las pesquerías costeras de pequeña escala en el Área de la Convención de la CIAT. Estos estudios de ABNJ ponen en evidencia los desafíos de monitorear las capturas de tiburones en pesquerías costeras de pequeña escala distribuidas a lo largo de cientos a miles de puntos de acceso que pueden variar de forma drástica en su importancia como sitios de descarga para las capturas de especies particulares (por ejemplo, el tiburón sedoso) a lo largo de escalas temporales cortas (semanas) y largas (estaciones). Aunque estos proyectos han mejorado nuestra comprensión del orden de magnitud de las capturas de tiburones ([SAC-14 INF-L](#)), los estudios futuros deben asegurar que el muestreo se diseñe en torno al objetivo definitivo de los estudios; si se mantienen a lo largo del tiempo, estas estimaciones de capturas totales pueden utilizarse como indicadores independientes o como componentes adicionales en los modelos de evaluación de poblaciones.

A fin de desarrollar un plan más definitivo para un programa rentable de muestreo de tiburones que considere especies prioritarias o todas las especies bajo competencia de la CIAT y todas las pesquerías en la región, sería deseable completar primero el proyecto actual [ABNJ-"Atún 2"](#). Además, el personal de la CIAT prevé que, en última instancia, los resultados de las actividades planeadas actuales y futuras pueden contribuir al desarrollo e implementación de un programa apropiado de muestreo de tiburones en el OPO que pueda proveer información fiable para varios tipos de evaluaciones de poblaciones emprendidas por el personal de la CIAT a corto, mediano, y largo plazo (ver detalles de las evaluaciones en la Sección 5), incluyendo:

- a) A corto plazo (1–3 años): El reciente desarrollo de EASI-Fish por el personal de la CIAT permite la evaluación cuantitativa de especies con pocos datos utilizando sustitutos de puntos de referencia biológicos (PRB) convencionales. En 2022, se presentó una evaluación EASI-Fish para tiburones en el OPO ([SAC-13-11](#)) y se mejorará de forma iterativa conforme haya nuevos datos disponibles dentro de 1-3 años. Además, en esta fase se espera el desarrollo, implementación y mantenimiento de los protocolos de muestreo implementados en [ABNJ-“Atún 1”](#) y [ABNJ-“Atún 2”](#), así como nuevos protocolos requeridos por métodos de evaluación específicos, junto con la finalización de las fases iniciales de planeación de CKMR, incluido un estudio de viabilidad de especies prioritarias.
- b) A mediano plazo (3–5 años): El personal de la CIAT propone utilizar CKMR como una herramienta de evaluación de poblaciones de especies de tiburones en el OPO, tales como los tiburones sedoso y el martillo. Entre las actividades se incluirá la investigación de los resultados del estudio de viabilidad y el desarrollo de diseños de muestreo para análisis de CKMR, la actualización de relaciones morfométricas y la recolección de muestras biológicas. También es importante actualizar las relaciones morfométricas y recolectar muestras biológicas para especies de tiburones prioritarias a fin de apoyar las evaluaciones con datos limitados (por ejemplo, EASI-Fish). Asimismo, se podrían llevar a cabo estimaciones de captura basadas en modelos ([SAC-14 INF-L](#)), siempre y cuando se realice una recolección de datos suficiente de forma continua en la región.
- c) A largo plazo (10–20 años): Las evaluaciones de poblaciones de alta calidad que integren datos de pesca convencionales con CKMR podrían ser factibles según sea necesario después de recolectar series de tiempo suficientemente largas de datos de pesca (captura, esfuerzo, composición por especie y por talla, y biología). Esto será posible una vez que los estados costeros del OPO implementen y mantengan un programa regional de muestreo.

El éxito de un programa de muestreo de tiburones a largo plazo en la región dependerá tanto de un financiamiento continuo adecuado como de la cooperación de los pescadores y las autoridades pesqueras locales. Por ello, es fundamental que los CPC de la región apoyen a la CIAT en la implementación de este programa y que promuevan la cooperación con los pescadores y las autoridades pesqueras locales. Dada la escala y la importancia de las pesquerías tiburonerías en Centroamérica ([SAC-14 INF-L](#), [SAC-15-10](#)) y la falta de datos de muestreo biológico y de pesca de las descargas de tiburones en esa región ([SAC-07-06b\(iii\)](#)), el establecimiento de una oficina de campo de la CIAT en Centroamérica cerca de los puertos donde ocurren las principales descargas de tiburones (por ejemplo, Costa Rica para el tiburón sedoso) permitiría una recolección de datos más rentable, mejoraría la capacidad, mejoraría la coordinación y reforzaría la colaboración científica entre organizaciones, y es por lo tanto deseable para el éxito del programa.

Dada la actual incertidumbre sobre las especies de tiburones bajo competencia de la CIAT, pero considerando el enfoque estratégico anteriormente mencionado para el monitoreo de tiburones en el OPO, en las siguientes secciones se discute el diseño potencial de programas de monitoreo de tiburones con respecto a un enfoque en especies de tiburones prioritarias o incluir todas las especies de tiburones bajo competencia de la CIAT, posiblemente 19 o más (ver [SAC-15-09](#)).

5.1. Monitoreo focalizado de especies prioritarias

Aunque el proyecto [ABNJ-“Atún 2”](#) aún está en marcha, los datos preliminares, junto con las lecciones aprendidas del proyecto [ABNJ-“Atún 1”](#), indicaron que para monitorear de forma adecuada incluso una cantidad pequeña de especies prioritarias, se necesitan métodos de estudio que puedan implementar de manera fiable a lo largo de la enorme escala espacial de las pesquerías costeras de pequeña escala,

donde se cree que suceden la mayoría de las capturas de esas especies prioritarias ([SAC-14 INF-L](#)), y las complejidades logísticas y los recursos importantes requeridos para muestrear la región. Por lo tanto, un programa de muestreo adecuado para las especies prioritarias de tiburones involucra un estudio de intercepción *in situ* en el que personal capacitado visite de forma regular los sitios “primarios” (donde se ha demostrado que las capturas de especies prioritarias son más elevadas) junto con visitas menos frecuentes a sitios “secundarios” y “terciarios” para garantizar que la dinámica espaciotemporal del esfuerzo de pesca de estas especies no cambia significativamente durante el periodo cuyos datos se utilizarán para estimar la captura total.

La ventaja de un enfoque de estudio *in situ* es que se puede abordar directamente a los pescadores al final de su viaje e inspeccionar de forma física su captura; asimismo, es posible recolectar información biológica tal como datos morfométricos, estómagos, gónadas y tejido para análisis genéticos, lo cual se concibe como de vital importancia para el CKMR. En este caso, un programa de muestreo deberá incluir capacitación de técnicos para la identificación de especies de captura procesada (por ejemplo, troncos de animales), como la capacitación impartida al personal del proyecto [ABNJ-“Atún 1”](#). Sin embargo, dada la dificultad de identificar cuerpos altamente procesados (en especial neonatos descargados en canastas), es necesario recolectar datos adicionales para validar la identificación de especies, como muestras de tejido para análisis de ADN o sistemas inteligentes de identificación de especies basados en IA (Proyecto B.1.a).

Aunque el enfoque de estudio *in situ* puede recolectar datos del subconjunto de pescadores muestreados en los días de muestreo designados, es necesario extrapolar e interpolar estas observaciones para los lugares no muestreados a fin de obtener el orden de magnitud de las estimaciones de captura de estas especies, que pueden contener una gran variación (ver [SAC-14 INF-L](#)). Así pues, los futuros estudios sobre la dinámica de las flotas son importantes para apoyar la estimación basada en modelos de las capturas a nivel de flota. Los datos recolectados en el estudio de intercepción *in situ* en 2020-2021 identificaron posibles diferencias en las características operacionales de las pesquerías entre países, lo que podría exacerbarse con la inclusión final de México, Ecuador y Perú (ver [ABNJ-“Atún 2”](#)). Estos futuros estudios permitirán al personal entender mejor la dinámica de las flotas para permitir la estratificación del muestreo por factores como tipo de arte de pesca, especies objetivo, y/o características de los buques, lo que puede llevar a un mejor desempeño de los estimadores basados en modelos de la captura total al mejorar la capacidad de un modelo para identificar las características del sitio relacionadas con el tamaño de la captura de las diferentes especies o grupos de tiburones.

Una consideración adicional para mejorar las estimaciones de captura total es obtener una estimación más precisa del tamaño total de la flota en cada país a la que se puedan expandir los índices de captura. El enfoque óptimo sería tener un censo de buques pesqueros, que podría obtenerse de las autoridades reguladoras en cada país en donde sea requisito para los pescadores registrar su buque. Sin embargo, se necesitaría determinar si el proporcionar esos datos representa un problema de confidencialidad para las autoridades. Por otra parte, el personal de CIAT necesitaría saber si los datos del registro de buques son efectivamente un censo completo de buques o si equivalen a una lista incompleta de buques debido a exenciones de registro, para lo cual sería necesario realizar estudios auxiliares separados para determinar si los buques exentos tienen características comparables a las de los buques registrados, y por lo tanto pueden ser simplemente incluidos en los totales de buques de la flota.

Es importante tener en cuenta que los objetivos del programa de muestreo de tiburones pueden evolucionar con el tiempo y que los métodos se deben adaptar según sea necesario. Por ejemplo, los esfuerzos futuros de la CIAT para evaluar la condición de las especies de tiburones probablemente enfatizan herramientas como el marcado y recaptura por parientes cercanos (CKMR, por sus siglas en

inglés) por encima de los modelos convencionales de evaluación de poblaciones que dependen de la captura por unidad de esfuerzo como índice de abundancia. El CKMR requiere recolectar muestras genéticas de suficiente calidad y los metadatos asociados (por ejemplo, talla y sexo de los individuos muestreados). Un modelo exitoso de CKMR requiere un protocolo de muestreo diseñado cuidadosamente, y no está claro si el diseño de muestreo que podría proporcionar las mejores estimaciones de la captura total sería también el mejor para su uso en el CKMR. En este sentido, el personal de la CIAT está realizando actualmente un estudio de viabilidad que ayudará a dar forma, diseñar y planificar esfuerzos futuros de CKMR rentables en el área. Asimismo, cualquier esfuerzo de evaluación, incluyendo evaluaciones integradas de poblaciones, CKMR, o cualquier forma de evaluación de vulnerabilidad (por ejemplo, EASI-Fish), requiere información biológica y ecológica precisa (por ejemplo, relaciones talla-peso o de talla por edad), que dependen de la recolección de datos *in situ*. Por lo tanto, los esfuerzos de muestreo de tiburones en curso en el Área de la Convención de la CIAT necesitan considerar estos diversos objetivos en su diseño para asegurar que los datos recolectados puedan cumplir su propósito final.

El éxito de un programa de muestreo de tiburones a largo plazo en la región dependerá tanto de un financiamiento continuo adecuado como de la cooperación de los pescadores y las autoridades pesqueras locales. Por ello, es fundamental que los CPC de la región apoyen a la CIAT en la implementación de este programa y que promuevan la cooperación con los pescadores y las autoridades pesqueras locales. Dada la escala y la importancia de las pesquerías tiburonerías en Centroamérica ([SAC-14 INF-L](#)) y la falta de datos de muestreo biológico y de pesca de las descargas de tiburones en esa región ([SAC-07-06b\(iii\)](#)), el establecimiento de una oficina de campo de la CIAT en Centroamérica cerca de los puertos donde ocurren las principales descargas de tiburones (por ejemplo, Costa Rica para el tiburón sedoso) permitiría una recolección de datos más rentable, mejoraría la capacidad, mejoraría la coordinación y reforzaría la colaboración científica entre organizaciones, y es por lo tanto deseable para el éxito del programa.

5.2. Monitoreo de todas las especies de tiburones bajo competencia de la CIAT

El extenso trabajo colaborativo emprendido por el personal de la CIAT con los CPC que condujo a este informe se ha enfocado en el diseño de programas de muestreo en torno a especies prioritarias específicas, en concreto los tiburones sedoso y martillo; sin embargo, es posible que eventualmente sea necesario considerar un número mayor de especies. A medida que aumente el número de especies a monitorear, es probable que el programa de muestreo se vuelva más complejo y costoso debido al posible aumento en el número de estratos de muestreo espaciales y/o temporales que se necesitarán para capturar la variabilidad interespecífica en las capturas de estas especies que son capturadas con menos frecuencia por los pescadores y, por lo tanto, encontradas por el personal de campo durante el muestreo. Sin llevar a cabo más muestreo *in situ* para recolectar datos de todas las especies de tiburones, es posible extraer algo de información de los datos existentes de [ABNJ-“Atún 1”](#) y realizar más trabajo teórico y de simulación para considerar cuál programa de muestreo tiene mayor posibilidad de alcanzar los niveles deseados de precisión y exactitud en torno a las métricas objetivo dado un presupuesto para una amplia gama de especies de interés. No obstante, es importante señalar que desarrollar un programa de muestreo unificado para el monitoreo de una amplia gama de especies fuera de los programas de monitoreo establecidos para las pesquerías atuneras industriales, en concreto las pesquerías palangreras y cerqueras, requerirá importantes recursos financieros y de personal.

Sin embargo, si este programa de muestreo unificado para todas las especies bajo competencia de la CIAT es deseable para los Miembros, es probable que la metodología de estudio *in situ* desarrollada en [ABNJ-“Atún 1”](#) tenga un costo prohibitivo para el muestreo de una cantidad suficiente de puntos de acceso donde se descargan todas las especies bajo competencia de la CIAT (posiblemente 19 o más

especies, ver [SAC-15-09](#)) a lo largo de toda la costa del continente americano y, por lo tanto, se necesitarían explorar diseños de estudio alternativos. Por ejemplo, el componente de estudio de intercepción de puntos de acceso *in situ* del proyecto [ABNJ-“Tuna 1”](#) que se enfocó sobre todo en muestrear los sitios de descarga “primarios” de tiburones sedoso y martillo en cinco países costó alrededor de US\$ 555,400 para la región ([SAC-14 INF-P](#)).

Una alternativa rentable a los estudios *in situ* que se utiliza con frecuencia en pesquerías recreativas de gran escala que abarcan miles de kilómetros de costa y que incorporan miles de posibles puntos de acceso es un diseño de “estudio complementado”, que idealmente integraría tres estudios separados para recolectar ya sean datos de captura, datos de esfuerzo, o datos de talla y muestras biológicas de tiburones. No obstante, se le debe poner especial atención a los posibles sesgos de muestreo de cada estudio previo a su implementación, que podrían tener que abordarse en estudios auxiliares, así como a la realidad de obtener marcos de listas que faciliten el muestreo.

El primer componente de un estudio complementado sería enfocarse en estimar las tasas de captura para cada especie, para lo cual se recolectarían datos de captura y esfuerzo utilizando un estudio diario de una muestra representativa de pescadores en estratos espaciales específicos (por ejemplo, región, país), reclutados por intercepción en los sitios de descarga o por teléfono utilizando un marco de listas que represente suficientemente a los pescadores incluidos en el estudio (por ejemplo, la base de datos de registro de buques). Una vez reclutados, el personal del estudio contactaría a estos pescadores semanalmente (para minimizar el sesgo de recuerdo) para registrar la información de esfuerzo y de captura por especie. Este enfoque de “diario telefónico” transfiere la carga de los informes al personal del estudio y puede mejorar en gran medida la comunicación entre investigadores y pescadores. Lo ideal sería que el estudio diario produjera datos representativos de la tasa de captura para cada estrato espacial que después se expandiría al número total anual de días/viajes de pesca para cada estrato y se sumaría en todos los estratos para producir una estimación de la captura total por especie.

El segundo componente del diseño complementado sería recolectar datos sobre el esfuerzo total de la pesquería. Dada la gran cantidad de puntos de acceso a lo largo del continente americano, visitar todos los sitios para poder obtener conteos diarios o instantáneos de buques a fin de estimar el esfuerzo anual total tendría un costo prohibitivo. Una alternativa rentable puede ser el uso de imágenes satelitales diarias en las que se registre el número de buques identificados como buques pesqueros activos en cada punto de acceso y se estime el esfuerzo anual. De forma alternativa, el esfuerzo de pesca total anual puede estimarse obteniendo datos de registro de buques en cada país —como se discutió para las especies prioritarias— a partir de los cuales se puede determinar el tamaño total de la flota y multiplicarse por las tasas diarias de captura para estimar la captura total por especie.

El componente final de un diseño de “estudio complementado” involucraría un estudio de intercepción de puntos de acceso *in situ*, similar al utilizado en el proyecto [ABNJ-“Atún 1”](#) para recolectar datos de talla o muestras biológicas y genéticas para las evaluaciones de poblaciones, como por ejemplo utilizando enfoques basados en la talla o el CKMR. Dado que estos datos requerirían una menor frecuencia de recolección para desarrollar distribuciones de frecuencia de talla, relaciones morfométricas o incluso recolecciones singulares de tejido genético para el CKMR, el muestreo podría ser más oportunista y tener lugar en puntos de acceso predominantes, como los sitios de descarga “primarios” identificados en el proyecto [ABNJ-“Atún 1”](#).

A pesar de que es probable que un diseño de “estudio complementado” para el monitoreo de capturas de tiburones resulte sustancialmente más barato que llevar a cabo estudios *in situ*, dada la escala espacial de la región de muestreo, es importante considerar que el costo absoluto indicativo de un estudio de este tipo estaría en el rango de los cientos de miles de dólares estadounidenses por país y por año de estudio, lo que probablemente solo cubriría los gastos operacionales y de viaje. Se requeriría

financiamiento adicional para los análisis de materiales biológicos o genéticos, así como para los estudios auxiliares que puedan ser necesarios para evaluar el alcance de determinados sesgos de muestro, como el sesgo de falta de respuesta en los estudios diarios o las características comparativas de los pescadores "dentro del alcance" frente a los "fuera del alcance" en las listas (Lewin *et al.*, 2021).

6. EVALUACIONES DE TIBURONES

La razón principal de la necesidad de explorar a mayor profundidad y de que la CIAT invierta recursos en el desarrollo de un programa de muestreo de tiburones en el OPO es obtener datos fiables necesarios para la evaluación de especies para las cuales la CIAT tiene el mandato de asegurar su sostenibilidad a largo plazo (ver [SAC-15-09](#)). Demostrar la sustancialidad de las poblaciones de tiburones que interactúan con las pesquerías pelágicas en el OPO es un desafío, ya que estas especies son generalmente captura incidental en pesquerías palangreras y cerqueras industriales, dado que se encuentran con menos frecuencia, y por lo tanto la calidad de las notificaciones de los programas convencionales de monitoreo de pesquerías industriales de la CIAT no es tan completa o fiable como la de las especies objetivo de atunes y especies afines. El principal problema de confusión es que las especies de tiburones capturadas por las flotas atuneras industriales en alta mar son capturadas en cantidades significativamente mayores por los miles de buques comerciales o de pesca costera de pequeña escala que operan en aguas neríticas, principalmente dentro de las jurisdicciones de los estados costeros ([SAC-14 INF-L](#)). Muchos de estos países no cuentan con programas de recolección de datos unificados, sistemáticos o incluso continuos, ni realizan estudios periódicos que puedan producir totales fiables de captura o realizar muestreo biológico de tiburones en todas las pesquerías. Esta falta de datos dificulta la capacidad de los científicos de la CIAT para llevar a cabo evaluaciones científicamente defendibles para las poblaciones de tiburones afectadas tanto por las pesquerías atuneras y no atuneras.

Una evaluación precisa de las especies de tiburones requiere datos representativos de toda la población, lo que para algunas especies incluirá datos y extracciones de la flota atunera industrial, buques pesqueros industriales de otras especies, y pesquerías costeras de pequeña escala, todo lo cual puede afectar las poblaciones de tiburones de alguna forma. El personal de la CIAT es consciente de que establecer un programa de recolección de datos de tiburones capturados por pesquerías costeras de pequeña escala es una necesidad, si bien costosa y compleja a nivel logístico y político, que tomará varios años implementar con la estrecha cooperación de sus CPC. La meta final de este programa de monitoreo es recolectar series de tiempo largas de datos fiables de estas flotas para las especies de tiburones (e idealmente otras especies como el dorado) bajo competencia de la CIAT (ver [SAC-15-09](#); [C-23-09](#)). Estos datos facilitarán la capacidad del personal científico de la CIAT para desarrollar modelos de evaluación con los cuales guiar posteriormente el desarrollo de medidas de conservación y ordenación, en caso necesario.

Dadas las posibles dificultades en la recolección de datos de pesca convencionales continuos, fiables y representativos (por ejemplo, captura y esfuerzo) de estas pesquerías, el personal ha comenzado a explorar el marcado y recaptura por parientes cercanos (CKMR) (Bravington *et al.*, 2016) como una alternativa a los modelos convencionales de evaluación de poblaciones que dependen de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) como índice de abundancia. La ventaja distintiva del CKMR es el material genético de una muestra de individuos (vivos o muertos) que puede utilizarse para estimar la abundancia absoluta con menos supuestos que los requeridos por modelos convencionales de evaluación de poblaciones basados en datos de CPUE dependientes de la pesca. El CKMR se ha aplicado de manera exitosa para poblaciones de elasmobranchios en otras regiones (Delaval *et al.*, 2023); es por ello que existe razón suficiente para creer que puede ser una solución viable y rentable para la evaluación de poblaciones de especies de tiburones prioritarias para las que puede resultar insostenible recolectar series de tiempo de captura precisas y representativas y CPUE dependiente de la pesca. El

CKMR requiere recolectar muestras genéticas de suficiente calidad y los metadatos asociados (por ejemplo, talla y sexo de los individuos muestreados). En teoría, un año de recolección de muestras es en general suficiente para que un modelo de CKMR estime por lo menos un año, y posiblemente más, de estimaciones de abundancia absoluta, aunque tomará varios años desarrollar e implementar un programa de muestreo para este propósito. Por el contrario, se necesitan varios años de datos de captura y CPUE para que una evaluación convencional pueda estimar la abundancia absoluta. Sin embargo, las versiones más básicas de CKMR por sí solas solo proporcionarán una estimación de la abundancia absoluta y, potencialmente, de la mortalidad total. Tener por lo menos una estimación del orden de magnitud de las capturas de tiburones facilitará el ajuste del modelo y potencialmente permitirá un cálculo más sólido de las métricas de ordenación relevantes, como las tasas de mortalidad por pesca. Es por ello que implementar un programa que pueda recolectar datos genéticos y de captura en conjunto es el enfoque más ideal para facilitar cualquier futura evaluación de poblaciones de tiburones en el OPO.

En los años intermedios en los que la CIAT desarrolle evaluaciones convencionales de poblaciones o evaluaciones alternativas de poblaciones utilizando CKMR, la Comisión debe seguir adhiriéndose a las políticas de conservación consagradas en la Convención de Antigua, en concreto la aplicación del criterio de precaución (Artículo IV) según el cual “...la falta de información científica adecuada no se aducirá como razón para aplazar la adopción de medidas de conservación y administración o para no adoptarlas”. La CIAT ha abordado proactivamente esta política para especies de tiburones, y otras especies de captura incidental, con datos limitados y las pesquerías con las que interactúan mediante la formalización de una estrategia de investigación en el Plan Científico Estratégico (PCE) de 2018-2023 para “desarrollar herramientas analíticas para identificar y priorizar especies en riesgo”. El personal alcanzó esta meta principalmente mediante el desarrollo de un enfoque flexible espacialmente explícito de evaluación de riesgos ecológicos llamado Evaluación Ecológica del Impacto Sostenible de las Pesquerías (EASI-Fish) (Griffiths *et al.*, 2019). Desde su desarrollo, EASI-Fish se ha aplicado a varias especies vulnerables de captura incidental, tales como la manta mobula (Griffiths and Lezama-Ochoa, 2021), la población de tortuga laúd del Pacífico oriental en peligro crítico (Griffiths *et al.*, 2024) y 32 de las 49 especies de tiburones capturadas por pesquerías pelágicas costeras de pequeña escala e industriales en el OPO. En 2023, el personal utilizó EASI-Fish en un análisis prospectivo para evaluar la eficacia potencial de 43 escenarios hipotéticos que incluían medidas prácticas de conservación y ordenación (MCO), utilizadas de forma aislada y conjunta, para orientar los futuros esfuerzo de investigación y ordenación sobre cuatro de las especies de tiburones más vulnerables: tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*), cornuda común (*Sphyrna lewini*), cornuda gigante (*Sphyrna mokarran*) y cornuda cruz (*Sphyrna zygaena*) ([SAC-14-12](#)). Aunque EASI-Fish está diseñado para aplicarse en entornos de datos limitados, este método depende en gran medida del acceso a ubicaciones espacialmente explícitas fiables para la presencia tanto de especies como de esfuerzo de pesca. Por lo tanto, para que la CIAT continúe con sus esfuerzos de conservación y ordenación de tiburones a corto y largo plazo, es imperativo que se lleve a cabo una recolección de datos adecuada para todas las fuentes de mortalidad de tiburones, lo que incluye las flotas costeras de pequeña escala que se encuentran ampliamente distribuidas a lo largo de las costas del continente americano.

7. CONCLUSIONES

La CIAT ha sido proactiva en el cumplimiento de sus responsabilidades en virtud de la Convención de Antigua y resoluciones específicas de la CIAT relativas a la conservación y ordenación de los tiburones en el OPO. Aunque un enfoque *ad hoc* a la ordenación de especies de tiburones en ausencia de una lista prescriptiva de especies de tiburones bajo competencia de la CIAT (ver [SAC-15-09](#)), los esfuerzos de investigación y ordenación por parte de la CIAT se han enfocado en las especies más vulnerables, en

especial los tiburones sedoso y martillo. Algunas de estas especies son objeto de resoluciones específicas de la CIAT (por ejemplo, [C-11-10](#), [C-19-05](#), [C-19-06](#)) y monitoreo de poblaciones ([BYC-11 INF-B](#)) en lugar de evaluaciones fiables de poblaciones en el OPO, ya que los intentos se han visto obstaculizados por la falta de datos de las flotas costeras de pequeña escala (ver [SAC-05 INF-F](#)). Los proyectos [ABNJ-“Atún 1”](#) (completado) y [ABNJ-“Atún 2”](#) (en curso) realizados en ocho estados costeros, han empezado a subsanar las deficiencias de conocimiento acerca de estas y otras especies de tiburones prioritarias en estas pesquerías. Esta investigación colaborativa ha puesto en evidencia las enormes dificultades logísticas y financieras que plantea el muestreo de pesquerías costeras de pequeña escala compuestas por miles de buques que operan desde miles de puntos de acceso a lo largo de la vasta costa del continente americano.

Aunque existen varios métodos potencialmente eficaces para apoyar la recolección de datos de especies de tiburones, la mayoría tienen un costo prohibitivo dada la escala espacial de la región y la intensidad de muestreo requerida para obtener niveles aceptables de precisión en las estimaciones de captura para apoyar las evaluaciones de poblaciones. Los proyectos ABNJ indican que el diseño de un estudio debe ser adecuado para el propósito, por lo que muestrear solo los puntos de acceso “primarios” puede ser posible para las especies prioritarias (determinadas a partir de evaluaciones cuantitativas de vulnerabilidad) utilizando un diseño de estudio de intercepción *in situ* que sea capaz de recolectar información de captura, esfuerzo y biológica (por ejemplo, genética para CKMR). Por el contrario, si se desea monitorear todas las especies bajo competencia de la CIAT, es probable que el uso de estudios *in situ* sea de costo prohibitivo. Por lo tanto, es probable que sean necesarios métodos de muestreo *ex situ* para lograr una cobertura espacial y temporal apropiada de las capturas de todas las especies, pero pueden ser propensos a sesgos importantes del muestreo (por ejemplo, falta de respuesta, engaño intencional) que requerirían investigación específica en estas pesquerías antes de la implementación de un programa final de recolección de datos para los tiburones en el OPO. Aunque la resolución [C-23-07](#) contempla la implementación de un programa de recolección de datos en 2024, la finalización del proyecto [ABNJ-“Atún 2”](#) es crítica para comprender mejor los requisitos de muestreo para un programa en todos los estados costeros del Área de la Convención de la CIAT antes de la implementación final.

8. REFERENCIAS

- Aires-Da-Silva, A., Siu, S., Lennert-Cody, C., Minte-Vera, C., Maunder, M.N., Pulvenis, J.-F., *et al.*, 2016. Challenges to collecting shark fishery data in the Eastern Pacific Ocean, and recommendations for improvement. *7th Meeting of the Scientific Advisory Committee of the IATTC, 9-13 May 2016, La Jolla, California. Document SAC-07-06b(iii)*.
- Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J.C., Pajuelo, M., Dutton, P.H., Seminoff, J.A., Godley, B.J., 2010. Where small can have a large impact: Structure and characterization of small-scale fisheries in Peru. *Fisheries Research* **106**, 8-17.
- Andraka, S., Mug, M., Hall, M., Pons, M., Pacheco, L., Parrales, M., *et al.*, 2013. Circle hooks: Developing better fishing practices in the artisanal longline fisheries of the Eastern Pacific Ocean. *Biological Conservation* **160**, 214-224.
- Andrews, R., Brick, J.M., Mathiowetz, W.N.A., 2013. *Continued development and testing of dual-frame surveys of fishing effort. Testing a dual-frame, mixed-mode survey design*. U.S. National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD
- Andrews, W.R., Papacostas, K.J., Foster, J., 2018. A comparison of recall error in recreational fisheries surveys with one-and two-month reference periods. *North American Journal of Fisheries Management* **38**, 1284-1298.
- Ballance, L.T., Gerrodette, T., Lennert-Cody, C., Pitman, R.L., Squires, D., 2021. A history of the tuna-dolphin problem: successes, failures, and lessons learned. *Frontiers in Marine Science*, 1700.

- Bravington, M.V., Skaug, H.J., Anderson, E.C., 2016. Close-kin mark-recapture. *Statistical Science* **31**, 259–274.
- Cartamil, D., Santana-Morales, O., Escobedo-Olvera, M., Kacev, D., Castillo-Geniz, L., Graham, J.B., *et al.*, 2011. The artisanal elasmobranch fishery of the Pacific coast of Baja California, Mexico. *Fisheries Research* **108**, 393-403.
- Clarke, S., Sato, M., Small, C., Sullivan, B., Inoue, Y., Ochi, D., 2014. *Bycatch in longline fisheries for tuna and tuna-like species: a global review of status and mitigation measures*. . FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 588, Rome, Italy.
- Clarke, S.C., Langley, A., Lennert-Cody, C., Aires-Da-Silva, A., Maunder, M., 2018. Pacific-wide silky shark (*Carcharhinus falciformis*) stock status assessment. *14th Regular Session of the Scientific Committee of the Western and Central Pacific Fisheries Commission, 8–16 August 2018, Busan, Republic of Korea. Document WCPFC-SC14-2018/SA-WP-08*.
- Diaz-Delgado, E., Crespo-Neto, O., Martínez-Rincón, R.O., 2021. Environmental preferences of sharks bycaught by the tuna purse-seine fishery in the Eastern Pacific Ocean. *Fisheries Research* **243**, 106076.
- Duffy, L.M., Lennert-Cody, C.E., Olson, R.J., Minte-Vera, C.V., Griffiths, S.P., 2019. Assessing vulnerability of bycatch species in the tuna purse-seine fisheries of the eastern Pacific Ocean. *Fisheries Research* **219**, 105316.
- Fuller, L., Vogel, N., Griffiths, S., Román, M.H., Lennert-Cody, C., 2022. *History of the IATTC bycatch data collection and description of the 'bycatch database' for use in ecosystem and bycatch research*. Special Report 25. Inter-American Tropical Tuna Commission, La Jolla, California, USA.
- Gallucci, V., Hariharan, A., 2012. *An adaptive sampling design for the estimation of thresher shark catch and effort in a recreational fishery in California*. University of Washington, Seattle, WA.
- Griffiths, S.P., Pepperell, J., Tonks, M., Fay, G., Venables, W., Lyle, J., *et al.*, 2010. *Developing innovative and cost effective tools for monitoring recreational fishing in Commonwealth fisheries*. Final report for FRDC project 2007/014, CSIRO, Cleveland, Qld.
- Griffiths, S.P., 2012. Recreational catch composition, catch rates, effort and expenditure in a specialised land-based pelagic game fish fishery. *Fisheries Research* **127–128**, 40–44.
- Griffiths, S.P., Duffy, L., 2017. A preliminary metadata analysis of large-scale tuna longline fishery data in the eastern Pacific Ocean: a precursor to Ecological Risk Assessment. *8th Meeting of the Scientific Advisory Committee of the IATTC, 8-12 May 2017, La Jolla, California, USA. Document SAC-08-07b.*, 1-34.
- Griffiths, S.P., Kesner-Reyes, K., Garilao, C., Duffy, L.M., Román, M.H., 2019. Ecological Assessment of the Sustainable Impacts of Fisheries (EASI-Fish): a flexible vulnerability assessment approach to quantify the cumulative impacts of fishing in data-limited settings. *Marine Ecology Progress Series* **625**, 89-113.
- Griffiths, S.P., Lennert-Cody, C., Wiley, B., Fuller, L., 2021. Update on operational longline observer data required under resolution C-19-08 and a preliminary assessment of data reliability for estimating total catch for bycatch species in the eastern Pacific Ocean. *10th Meeting of the IATTC Working Group on Bycatch, 5 May 2021, La Jolla, California, USA. Document BYC-10 INF-D, 22*.
- Griffiths, S.P., Lezama-Ochoa, N., 2021. A 40-year chronology of spinetail devil ray (*Mobula mobular*) vulnerability to eastern Pacific tuna fisheries and options for future conservation and management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **31**, 2910–2925.
- Griffiths, S.P., Wallace, B.P., Cáceres, V., Helena Rodríguez, L., Lopez, J., Abrego, M., *et al.*, 2024. Vulnerability of the Critically Endangered leatherback turtle to fisheries bycatch in the eastern Pacific Ocean. II. Assessment of mitigation measures. *Endangered Species Research* **53**, 295-326.
- Hall, M., Roman, M., 2013. Bycatch and non-tuna catch in the tropical tuna purse seine fisheries of the world. *FAO fisheries and aquaculture technical paper* **568**, 249.

- Hariharan, A., Gallucci, V., Heberer, C., 2013. Estimation of relative efficiency of adaptive cluster vs traditional sampling designs applied to arrival of sharks. *arXiv :1304.2460*, 24.
- Hartill, B.W., Cryer, M., Lyle, J.M., Rees, E.B., Ryan, K.L., Steffe, A.S., *et al.*, 2012. Scale- and context-dependent selection of recreational harvest estimation methods: the Australasian experience. *North American Journal of Fisheries Management* **32**, 109-123.
- Hartill, B.W., Edwards, C.T.T., 2015. Comparison of recreational harvest estimates provided by onsite and offsite surveys: detecting bias and corroborating estimates. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **72**, 1379-1389.
- Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC), 2014. A collaborative attempt to conduct a stock assessment for the silky shark in the eastern Pacific Ocean (1993-2010): update report. *5th Meeting of the Scientific Advisory Committee of the IATTC, 12-16 May 2014, La Jolla, California, USA. Document SAC-05 INF-F*.
- Lewin, W.-C., Weltersbach, M.S., Haase, K., Riepe, C., Skov, C., Gundelund, C., *et al.*, 2021. Comparing on-site and off-site survey data to investigate survey biases in recreational fisheries data. *ICES Journal of Marine Science* **78**, 2528-2546.
- Lyle, J.M., 1999. Licensed recreational fishing and an evaluation of recall biases in the estimation of recreational catch and effort. *Final report to the Marine Recreational Fishing Council, Tasmanian Aquaculture and Fisheries Institute*.
- Lyle, J.M., Coleman, A.P.M., West, L., Campbell, D., Henry, G.W., 2002. New large-scale methods for evaluating sport fisheries. In: Pitcher, T. J., Hollingworth, C. (Eds.), *Recreational fisheries: Ecological, economic and social evaluation. Fish and Aquatic Resources Series 8*. Blackwell Science, London, UK, pp. 207–226.
- Lyle, J.M., Tracey, S.R., 2016. Catch, effort and fishing practices in a recreational gillnet fishery: assessing the impacts and response to management change. *Fisheries Research* **177**, 50-58.
- Martínez-Ortiz, J., Aires-Da-Silva, A.M., Lennert-Cody, C.E., Maunder, M.N., 2015. The Ecuadorian artisanal fishery for large pelagics: species composition and spatio-temporal dynamics. *PLoS One* **10**, e0135136.
- McGlennon, D., Kinloch, M.A., 1997. Evaluation of the bus-route creel survey method in a large Australian marine recreational fishery - II. Pilot surveys and optimal sampling allocation. *Fisheries Research* **33**, 89-99.
- Morton, A.J., Lyle, J.M., 2003. Preliminary assessment of the recreational gamefish fishery in Tasmania, with particular reference to southern blue tuna. *Tasmanian Aquaculture and Fisheries Institute Technical report series* **21**, 30.
- National Research Council (N.R.C.), 2006. *Review of recreational fisheries survey methods*. National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C., USA.
- Oliveros-Ramos, R., Lennert-Cody, C.E., Siu, S., Salaverria, S., Maunder, M., Aires-Dasilva, A., *et al.*, 2020. Pilot study for a shark fishery sampling program in Central America. *11th Meeting of the Scientific Advisory Committee of the IATTC, 11-15 May 2020, La Jolla, California, USA. Document SAC-11-13*, 59.
- Pérez-Jiménez, J.C., Sosa-Nishizaki, O., Furlong-Estrada, E., Corro-Espinosa, D., Venegas-Herrera, A., Barragán-Cuencas, O.V., 2005. Artisanal shark fishery at "Tres Marías" islands and Isabel island in the central Mexican Pacific. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* **35**.
- Pollock, K.H., Jones, C.M., Brown, T.L., 1994. Angler survey methods and their implications in fisheries management. *American Fisheries Society Special Publication* **25**, 371.
- Pollock, K.H., Hoenig, J.M., Jones, C.M., Robson, D.S., Greene, C.J., 1997. Catch rate estimation for roving and access point surveys. *North American Journal of Fisheries Management* **17**, 11-19.

- Ryan, K.L., Lai, E.K.M., Smallwood, C.B., 2022. *Boat-based recreational fishing in Western Australia 2020/21. Fisheries Research Report No. 327* Department of Primary Industries and Regional Development, Perth, Western Australia.
- Salas, S., Chuenpagdee, R., Seijo, J.C., Charles, A., 2007. Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fisheries Research* **87**, 5-16.
- Siu, S., Aires-Da-Silva, A., 2016. An inventory of sources of data in central America on shark fisheries operating in the Eastern Pacific Ocean. Metadata report. *7th Meeting of the Scientific Advisory Committee of the IATTC, 9-13 May 2016, La Jolla, California. Document SAC-07-06b(ii)*.
- Sosa-Nishizaki, O., García-Rodríguez, E., Morales-Portillo, C.D., Pérez-Jiménez, J.C., Rodríguez-Medrano, M.C., Bizzarro, J.J., *et al.*, 2020. Fisheries interactions and the challenges for target and nontargeted take on shark conservation in the Mexican Pacific. *Advances in Marine Biology* **85**, 39-69.
- Thompson, S.K., 2012. *Sampling. Second Edition*. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Vølstad, J.H., Christman, M., Ferter, K., Kleiven, A.R., Otterå, H., Aas, Ø., *et al.*, 2020. Field surveying of marine recreational fisheries in Norway using a novel spatial sampling frame reveals striking under-coverage of alternative sampling frames. *ICES Journal of Marine Science* **77**, 2192-2205.
- West, L.D., Stark, K., Murphy, J.J., Lyle, J., Ochwada-Doyle, F.A., 2015. *Survey of recreational fishing in New South Wales and the ACT, 2013/14*. University Of Tasmania, Hobart, TAS.

TABLE 1. Summary of data that can be collected from specific large-scale survey methods that can be applied to small scale coastal fisheries in the EPO with commentary on the advantages and disadvantages of each method. Complemented survey designs can be developed using two or more of these individual methods to compensate for specific weaknesses in each respective method. For comprehensive reviews of these, and other, sampling methods and their various biases see Pollock *et al.* (1994), NRC (2006) and Griffiths *et al.* (2010).

TABLA 1. Resumen de los datos que se pueden recolectar de métodos específicos de estudios a gran escala que se pueden aplicar a las pesquerías costeras de pequeña escala en el OPO, con comentarios sobre las ventajas y desventajas de cada método. Se pueden desarrollar diseños de estudios complementados utilizando dos o más de estos métodos individuales para compensar las debilidades específicas de cada método respectivo. Para una revisión exhaustiva de estos y otros métodos de muestreo y sus diversos sesgos, ver Pollock *et al.* (1994), NRC (2006) y Griffiths *et al.* (2010).

Método de estudio	Datos de captura	Datos de esfuerzo	Datos de talla	Comentarios
Estudio "creel" en puntos de acceso	Tasas de captura precisas basadas en viajes para todas las especies de los buques inspeccionados	Datos de esfuerzo espacial y temporal preciso a escala fina para los buques inspeccionados	Posibilidad de medir con precisión la talla de los peces en los buques inspeccionados	<p><u>Ventajas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mediciones muy precisas de las capturas, el esfuerzo y la talla de los peces - Permite recolectar material para el CKMR y estudios biológicos <p><u>Desventajas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - La estimación de capturas y esfuerzo anuales totales requiere la expansión al total de la flota a partir de un estudio auxiliar o un marco de listas (por ejemplo, el registro de buques). - Los datos de talla no pueden extrapolarse por esfuerzo por lugar o país - Estudiar una muestra representativa de puntos de acceso resulta extremadamente caro. - Potencialmente peligroso para el personal si una gran proporción de buques llega a los puntos de acceso por la noche y/o en lugares apartados. <p><u>Otras consideraciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Se supone que todos los buques no incluidos en la muestra durante el día de muestreo tienen capturas y esfuerzo similares a los de los buques interceptados.
Estudio de puntos de acceso (ambulante o de ruta de autobús)	Capturas precisas de todas las especies de los buques inspeccionados durante un bloque de tiempo, basadas en los viajes	Esfuerzo espacial y temporal preciso a escala fina para los buques inspeccionados durante un bloque de tiempo	Posibilidad de efectuar mediciones precisas de la talla de los peces por viaje en los buques inspeccionados durante un bloque de tiempo	<p><u>Ventajas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mediciones muy precisas de las capturas, el esfuerzo y la talla de los peces - Permite recolectar material para el CKMR y estudios biológicos <p><u>Desventajas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Se supone que los datos de captura y esfuerzo recolectados en periodos de muestreo predefinidos en cada lugar son los mismos para los periodos no muestreados. - Total anual de capturas y esfuerzo necesario para ser expandido al total de la flota a partir de una estudio auxiliar o un marco de listas (por ejemplo, el registro de buques). - Los datos de talla no pueden extrapolarse por esfuerzo por lugar o país - Es extremadamente caro estudiar una muestra representativa de puntos de acceso, en los que solo se muestrea una fracción de cada día - Muy propenso a sesgos relacionados con la duración de la estancia del personal de campo en cada lugar. - Se supone que el mismo número de buques estará presente en el lugar durante cada

				<p>bloque de tiempo del día y que se supondrá que los buques presentes en los bloques en los que no hay personal tienen capturas, esfuerzo y tallas de peces similares a los de los buques interceptados.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Potencialmente peligroso para el personal si una gran proporción de buques llega a los puntos de acceso por la noche y/o en lugares aislados. <p><u>Otras consideraciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Es poco probable que sea factible si se espera que el personal del estudio utilice el transporte público
Estudio diario longitudinal	Tasas precisas de captura basadas en los viajes para especies fácilmente identificables posibles para todos los buques participantes, pero dependientes del nivel de capacitación y de la frecuencia de contacto con el personal.	Datos precisos de esfuerzo a escala espacial y temporal basados en los viajes de los buques participantes, pero dependientes del nivel de capacitación y de la frecuencia de contacto con el personal	Es poco probable que se registren datos sobre la talla de los peces, pero es posible con capacitación	<p><u>Ventajas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo, ya que no es necesario visitar los puntos de acceso con frecuencia (si es que hay que hacerlo) y se necesita menos personal para mantener el contacto telefónico semanal con cada participante. - Mediciones precisas de captura y esfuerzo (y posiblemente de la talla de los peces) con una capacitación adecuada de los pescadores - Muy seguro para el personal, ya que la mayor parte del trabajo es de oficina <p><u>Desventajas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Requiere un estudio inicial <i>in situ</i> en puntos de acceso representativos para reclutar participantes - No permite recolectar material de forma independiente para el CKMR y los estudios biológicos, pero es posible con la capacitación de los pescadores - Las estimaciones de las capturas y el esfuerzo anuales totales requieren estimaciones de la flota total a partir de estudios auxiliares o marcos de listas (por ejemplo, el registro de buques). - Es improbable que se registren datos de talla, se necesitan de estudios auxiliares <i>in situ</i>. - Suponer que todos los participantes tienen características pesqueras similares a las de los pescadores no incluidos en la muestra en cada lugar, lo que puede requerir pequeños estudios para determinar la presencia de sesgo de "voluntarismo". <p><u>Otras consideraciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Es posible que los pescadores se nieguen a participar si existe una fuerte percepción de que los datos afectarán negativamente sus futuras actividades pesqueras o si existe una mala relación con el personal
Estudio retrospectivo de recuerdo	Captura total por pescador durante todo el periodo de estudio, pero probablemente imprecisa en función del periodo de recuerdo	Esfuerzo total por pescador durante todo el periodo de estudio, pero probablemente impreciso en función del periodo de recuerdo	Es improbable que los datos sobre la talla de los peces se recuerden con una precisión fiable	<p><u>Ventajas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Muy barato de implementar a escalas espaciales grandes (miles de km) - Los datos de captura y esfuerzo pueden recolectarse rápidamente durante periodos largos (por ejemplo, 1 año) - Razonablemente seguro para el personal, ya que solo tiene que visitar cada sitio una vez <p><u>Desventajas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Los estudios evaluarán siempre la actividad pesquera del año o años anteriores. - Periodos de recuerdo de >2 meses dan lugar a estimaciones imprecisas de las capturas, el esfuerzo y la talla de los peces - El uso de periodos de recuerdo de <2 meses requiere visitas <i>in situ</i> más frecuentes, lo que aumenta drásticamente los costos

				<ul style="list-style-type: none"> - Las estimaciones de las capturas anuales totales requieren estimaciones de la flota total a partir de estudios auxiliares o marcos de listas (por ejemplo, el registro de buques) - No es posible recolectar material biológico para el CKMR y los estudios biológicos - Es poco probable que los datos de talla se recuperen con una precisión fiable, a menos que el periodo de recuerdo sea muy corto <p><u>Otras consideraciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Es posible que los pescadores se nieguen a participar si existe una fuerte percepción de que los datos afectarán negativamente sus futuras actividades pesqueras o si existe una mala relación con el personal
Estudio aéreo	No es posible recolectar datos de capturas	Recuentos instantáneos precisos de buques por sitio (o <i>in situ</i>) para un subconjunto de días	No es posible recolectar datos sobre la talla de los peces	<p><u>Ventajas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Puede estudiar rápidamente a escalas espaciales muy grandes - Razonablemente seguro, ya que los pilotos están capacitados. Sin embargo, puede ser peligroso en áreas de actividad ilícita conocida. - Suelen ser muy rentables, ya que requieren muy poco personal. <p><u>Desventajas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Solo se pueden recolectar datos de esfuerzo de pesca - Es probable que se puedan recolectar datos sobre el esfuerzo total, ya sea en los puntos de acceso o <i>in situ</i> - Puede haber problemas para distinguir los buques pesqueros de los que realizan otras actividades - Puede ser difícil determinar el tipo de arte utilizado - No es posible recolectar material biológico para el CKMR y los estudios biológicos <p><u>Otras consideraciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Los vuelos continuos entre jurisdicciones probablemente no sean posibles
Imágenes satelitales	No es posible recolectar datos de capturas	Recuento diario preciso del número total de buques por sitio	No es posible recolectar datos sobre la talla de los peces	<p><u>Ventajas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Puede estudiar rápidamente a escalas espaciales muy grandes - Totalmente seguro para el personal, ya que las imágenes se recolectan por satélite - Es posible realizar estudios continuos en múltiples jurisdicciones y áreas potencialmente peligrosas de actividad delictiva - Generalmente de bajo costo <p><u>Desventajas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Solo se pueden recolectar datos de esfuerzo de pesca - Es probable que se puedan recolectar datos sobre el esfuerzo total, ya sea en los puntos de acceso o <i>in situ</i>. - Puede haber problemas para distinguir los buques pesqueros de los que realizan otras actividades - Puede ser difícil determinar el tipo de arte utilizado - No es posible recolectar material biológico para el CKMR y los estudios biológicos <p><u>Otras consideraciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - El nivel de precisión de la determinación del esfuerzo será dictado por la resolución disponible de las imágenes satelitales
Marcos de licencias	No es posible	Nº total de	No es posible	<u>Ventajas</u>

de buques	recolectar datos de captura	buques por jurisdicción	recolectar datos sobre la talla de los peces	<ul style="list-style-type: none"> - Puede enumerar rápidamente el número total de buques en la totalidad de cada jurisdicción - Completamente seguro para el personal recolectar estos datos a través del contacto formal con los custodios de los datos. - Probablemente muy bajo costo <p><u>Desventajas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Solo se pueden recolectar datos sobre el esfuerzo de pesca total anual - Es improbable determinar el número de buques pesqueros activos - No es posible determinar el tipo de arte utilizado por cada buque registrado <p><u>Otras consideraciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - El acceso a los datos puede ser difícil si hay problemas de confidencialidad - Pueden ser necesarios estudios auxiliares si una proporción razonable de los buques de la pesquería están exentos de registro (por ejemplo, para la pesca de subsistencia)
------------------	-----------------------------	-------------------------	----------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



FIGURE 1. An example of satellite imagery from Maxar Technologies showing a car parking lot at a resolution of 15 cm, demonstrating the potential for individual fishing vessels to be identified if used in the Americas. Source: <https://blog.maxar.com/earth-intelligence/2020/introducing-15-cm-hd-the-highest-clarity-from-commercial-satellite-imagery>

FIGURA 1. Un ejemplo de imágenes satelitales de Maxar Technologies que muestra un estacionamiento de autos a una resolución de 15 cm, lo que demuestra el potencial para identificar buques pesqueros individuales si se utiliza en el continente americano. Fuente: <https://blog.maxar.com/earth-intelligence/2020/introducing-15-cm-hd-the-highest-clarity-from-commercial-satellite-imagery>

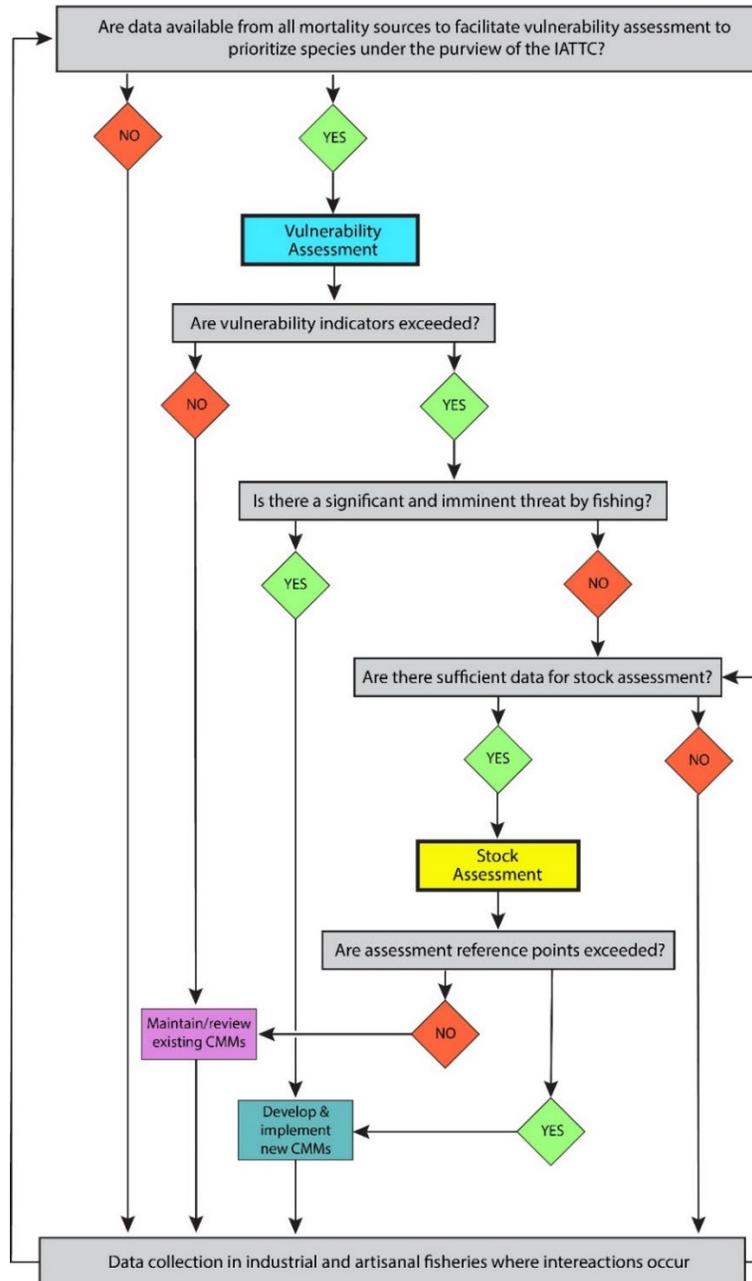


FIGURE 2. A proposed shark monitoring and assessment framework depicting a conceptual model of the integration of data collection with data-poor assessment models to prioritize shark species under the purview of the IATTC that are then subjected to conventional stock assessments, where required. The key to undertaking reliable assessments is the establishment of a data collection program for industrial and artisanal fisheries in the EPO.

FIGURA 2. Un marco propuesto para el monitoreo y evaluación de tiburones que ilustra un modelo conceptual de la integración de recolección de datos con modelos de evaluación de datos deficientes para priorizar especies de tiburones bajo competencia de la CIAT que son sometidas a evaluaciones convencionales de poblaciones, en caso necesario. La clave para emprender evaluaciones fiables es el establecimiento de un programa de recolección de datos para las pesquerías industriales y artesanales en el OPO.