

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR
DÉCIMA REUNIÓN

San Diego, California (EE.UU.)
13-17 de mayo de 2019

DOCUMENTO SAC-10-16

ESTUDIO PILOTO PARA EL PROGRAMA DE MUESTREO DE TIBURONES
EN AMÉRICA CENTRAL

Ricardo Oliveros-Ramos, Salvador Siu, Sonia Salaverria, Cleridy E. Lennert-Cody, Alexandre Aires-da-Silva, Mark. N. Maunder

CONTENIDO

Resumen	1
Introducción.....	2
Tarea 1: Determinar la ubicación, capturas y esfuerzo de la flota de pangas (PNG).....	4
1.1. Identificar y mapear todos los sitios donde las capturas de tiburones son potencialmente descargadas.....	4
1.2. Verificar todas las ubicaciones <i>in situ</i> , y coleccionar datos sobre las características de los sitios de descarga y el nivel de actividad pesquera.....	5
1.3. Coleccionar datos a nivel de viaje en sitios de desembarque seleccionados sobre las operaciones de los barcos y la composición de la captura.....	6
1.4. Calcular estimados del orden de magnitud de las capturas de tiburones desembarcados en todos los sitios.....	6
1.5. Desarrollar posibles diseños de muestreo y realizar simulaciones para evaluar su desempeño.....	7
Tarea 2: evaluar diseños de muestreo para datos de composición de la flota de no-pangas (NPG)	8
2.1. Entrevistas <i>In-situ</i> de barcos y sitios de desembarque	8
2.2. Colecta de datos de composición de tallas y sexo para desarrollar y evaluar diseños de muestreo	10
2.3. Desarrollar diseños de muestreo para las descargas “uno a uno”	13
3. Trabajo futuro y perspectivas	15
Agradecimientos.....	16
Referencias	16
Anexo. Prototipo de ficha de muestreo de composición de la captura y esfuerzo de la flota PNG.	34

RESUMEN

Un estudio piloto iniciado en abril de 2018 para coleccionar datos adicionales para la pesquería de tiburones, y desarrollar y evaluar diseños muestrales para el programa de muestreo a largo plazo para las pesquerías de tiburones en América Central. Este proyecto fue la segunda fase del programa de FAO-GEF de Océanos Comunes, del proyecto *Sustainable Management of Tuna Fisheries and Biodiversity Conservation in the Areas Beyond National Jurisdiction* (ABNJ), para mejorar la colecta de datos de pesquerías de tiburones en América Central, originalmente financiado en 2015.

Esta segunda fase tenía dos componentes principales: identificar los sitios de desembarque de la flota artesanal (PNG), obtener estimados del orden de magnitud de la captura de tiburones para ese componente de la flota y producir diseños de muestreo para la captura y el esfuerzo (Tarea 1); y, para la flota de mediana y avanzada escala de palangre (NPG), producir diseños de muestreo para estimar la composición por especie, talla y sexo de la captura y mejorar la información sobre la captura total ya

disponible (Tarea 2). Para la flota PNG, los sitios de desembarque se identificaron mediante la combinación de revisión de la literatura, información de sensoramiento remoto y visitas *in situ*. Se desarrolló una metodología para estimar el orden de magnitud de los desembarques de tiburones y se presenta un ejemplo de su implementación en varios sitios, en base a los datos recopilados como parte de este proyecto. Los datos adicionales necesarios para obtener estimados del orden de magnitud para toda la región se recopilarán hasta el final de 2019 y se calcularán los estimados globales para América Central. Para la flota NPG, se encontró que el proceso de descarga de la captura no es aleatorio con respecto a las especies y el tamaño, y por lo tanto se implementó un enfoque de supermuestreo para recopilar datos detallados sobre las descargas. Con las súpermuestras recolectadas, se construyó un simulador del proceso de descarga basado en cadenas de Markov secuenciales, que se puede usar para simular descargas de la flota PNG y probar el desempeño de los diseños de muestreo para la composición por tallas. Se recolectarán más súpermuestras durante el resto de 2019 para mejorar la representatividad del simulador con respecto a los principales tipos de viaje de la flota NPG (dorado, tiburón) y las estaciones (lluviosa y seca). Con las súpermuestras adicionales, se construirá un simulador mejorado para probar los diseños de muestreo. Los diseños de muestreo desarrollados para los componentes de la flota de PNG y NPG formarán la base para un programa de muestreo de tiburones a largo plazo en Centroamérica. Se recomienda que la primera fase del programa de muestreo a largo plazo (Project [C.4.b](#)) evalúe los detalles prácticos de la implementación de los diseños muestrales y valide las supuestas de los diseños muestrales propuestos, lo que puede conducir a un refinamiento de los protocolos de muestreo para el programa de largo plazo.

INTRODUCCIÓN

En 2015, el programa FAO-GEF Océanos Comunes, y específicamente el proyecto [Sustainable Management of Tuna Fisheries and Biodiversity Conservation in the Areas Beyond National Jurisdiction](#) (ABNJ), financió un proyecto, ejecutado por la CIAT y OSPESCA¹, para mejorar la colecta de datos de las pesquerías de tiburones en el Océano Pacífico Oriental (OPO), particularmente en América Central², donde mucha de las capturas de tiburones es desembarcada y donde la necesidad para mejorar la colecta de datos es mayor. Para propósitos de este documento, y a pesar de que las pesquerías palangreras centroamericanas son principalmente multiespecíficas, a partir de ahora usaremos el término “pesquería de tiburones” para referirnos a uno o más grupos de barcos desembarcando cualquier especie de tiburones en la costa de América Central, independientemente de cuál sea su especie objetivo.

Durante la Fase 1 del proyecto (2015-2017), los [datos disponibles](#) para las pesquerías de tiburones fueron identificados y compilados, y recomendaciones fueron formuladas para mejorar la colecta de datos. Adicionalmente, se realizaron tres talleres, en [colecta de datos](#), [métodos de evaluación de tiburones](#), y [diseño de un programa piloto de muestreo](#). Posteriormente al último de estos talleres, un estudio piloto fue iniciado en abril del 2018 para coleccionar datos adicionales de la pesquería de tiburones, y desarrollar y evaluar diseños de muestreo para un programa de muestreo de largo plazo para las pesquerías de tiburones en América Central (Fase 2 del proyecto).

En el [taller](#) sobre diseño del programa piloto, realizado en setiembre de 2017, un panel externo de expertos en muestreo de pesquerías proporcionó asesoramiento e hizo [recomendaciones](#), y un panel de científicos y expertos del Grupo de Trabajo Regional en Tiburones y Especies Altamente Migratorias (GTEAM) proporcionó asesoramiento sobre la factibilidad y aplicabilidad de diseños de muestreo alternativos y dio sugerencias sobre aspectos logísticos relevantes. Fue acordado que, para propósitos del proyecto, y como recomendación al Comité Científico Asesor en 2016 ([SAC-07-06b \(iii\)](#)), los barcos que

¹ Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano.

² El Proyecto cubre la costa del Pacífico de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, y Panama.

descargan tiburones en América Central deben ser categorizados en dos grupos, basado en su longitud total de eslora (LTE): pangas (PNG), definidas como barcos con 10 metros o menos de LTE y 3 metros o menos de manga; y no-pangas (NPG), definidas como barcos palangreros de más de 10 metros de LTE y más de 3 metros de manga.

Una segunda conclusión importante del [taller](#) fue que mayor información de las diferentes pesquerías de tiburones en PNG era esencial para diseñar el programa de muestreo para esta flota. Específicamente, todos los sitios donde los tiburones son desembarcados deben ser identificados y, dado que el objetivo principal es estimar la captura total, una medida del nivel de actividad pesquera (e.g. el número de barcos) debe ser estimado para cada sitio, y la magnitud de las capturas debe ser obtenida para un subconjunto de todos los sitios. Esto es particularmente importante para los países en los cuales la pesquería es dominada por las flotas artesanales, que han recibido poca atención en las investigaciones por el personal de la CIAT.

Muestrear estas flotas puede ser crítico para monitorear las tendencias poblacionales para las especies con alta preocupación de conservación, como los tiburones martillos. Basado en las conclusiones y recomendaciones, la primera tarea de la fase 2 del proyecto, **Tarea 1**, se concentrará en recolectar datos y mapear las ubicaciones de sitios potenciales de desembarque de tiburones en la costa del Pacífico de Centro América; para luego concentrarse en la estimación de las capturas y el esfuerzo de la flota PNG.

La información sobre como los tiburones son desembarcados es necesaria para diseñar el muestreo de composición de especie, tallas y sexo. Otra conclusión importante del [taller](#) fue que hay una gran diversidad en las estrategias de descarga para las capturas de tiburones entre las compañías, sitios de desembarque, y componentes de la flota: por ejemplo, si los tiburones son descargados uno por uno o en grupos, si son ordenados por tamaño, especies, calidad o algún otro criterio. Las estrategias de descarga de compañías individuales y barcos puede afectar la accesibilidad de las capturas a los muestreadores y determinará el tipo de diseño de muestreo que será necesario para producir estimados confiable de la composición de especies, tallas y sexo de las capturas. Por lo tanto, antes de que los diseños de muestreo puedan ser desarrollados y evaluados, datos detallado en las estrategias de descarga deben ser colectados y analizados, desde que esta información no está disponible.

Considerando estas conclusiones y recomendaciones, una segunda tarea, **Tarea 2**, fue iniciada para enfocarse en los barcos NPG y, en el desarrollo y evaluación de diferentes diseños para un programa de muestreo para coleccionar datos confiables en la composición de tallas y sexo de las capturas de tiburones. Los técnicos de muestreo entrevistarán a los barcos NPG y sus sitios de desembarque para identificar estas estrategias; lo que tomará lugar en Costa Rica y Panamá, donde estos barcos son predominantes.

Para implementar estas dos tareas, se ha dividido en una serie de sub-tareas, como sigue:

Tarea 1: Determinar la ubicación, capturas y esfuerzo de la flota de pangas (PNG)

- 1.1: Identificar y mapear todos los sitios donde las capturas de tiburones son potencialmente descargadas
- 1.2: Verificar todas las ubicaciones *in situ*, y coleccionar datos sobre las características de los sitios de descarga y el nivel de actividad pesquera
- 1.3: Coleccionar datos a nivel de viaje en sitios de desembarque seleccionados sobre las operaciones de los barcos y la composición de la captura
- 1.4: Calcular estimados del orden de magnitud de las capturas de tiburones desembarcados en todos los sitios
- 1.5: Desarrollar posibles diseños de muestreo y realizar simulaciones para evaluar su desempeño

Tarea 2: evaluar diseños de muestreo para datos de composición de la flota de no-pangas (NPG)

2.1: Entrevistas *in situ* de barcos y sitios de desembarque

2.2: Colecta de datos de composición de especie, tallas y sexo para desarrollar y evaluar diseños de muestreo

2.3: Desarrollar diseños de muestreo basados en el análisis de los datos recogidos en 2.1 -2.2 y realizar simulaciones para evaluar el desempeño.

Las siguientes secciones detallan los métodos usados para implementar estas tareas y los resultados a la fecha. El financiamiento por ABNJ concluyó en marzo de 2019 y los fondos para fomento de capacidad de la CIAT serán usados para extender el estudio piloto hasta diciembre de 2019. El trabajo planeado para el 2019 es discutido en la sección 3.

TAREA 1: DETERMINAR LA UBICACIÓN, CAPTURAS Y ESFUERZO DE LA FLOTA DE PANGAS (PNG)

1.1. IDENTIFICAR Y MAPEAR TODOS LOS SITIOS DONDE LAS CAPTURAS DE TIBURONES SON POTENCIALMENTE DESCARGADAS

Identificar localidades pesqueras y sitios de desembarque de las capturas (o simplemente “sitios de desembarque”), varias fuentes de información fueron revisadas (e.g. reportes anuales de capturas publicados por las agencias pesqueras y ONGs, reportes de censos realizados por autoridades pesqueras locales, registros de las compañías y cooperativas). La información, colectada país por país, fue compilada para crear la primera base a nivel regional que resume la información histórica sobre pesquerías artesanales en América Central.

Luego de compilar la información histórica, las imágenes de satélite disponibles en Google Earth fueron revisadas para identificar ubicaciones de interés. Para este propósito, las ubicaciones con uno o más barcos (asumidos como barcos de pesca) o ubicaciones con características que las hagan apropiadas como sitios de descarga fueron considerados. Las características asumidas que hacen que una ubicación sea apropiada para la descarga incluyeron: buen camino para llegar a la ubicación, espacio para llevar a cabo la descarga, existencia de una planta procesadora o mercado de mariscos cercano y, condición físicas apropiadas para el anclaje o atraque de los barcos pequeños.

Todas las ubicaciones de interés fueron asignadas a una de las siguientes tres categorías: a) **histórica**, si la ubicación del sitio concordaba con una ubicación previamente reportada en la literatura; b) **nueva**, si barcos fueron observados en las imágenes satelitales y no habían sido previamente reportadas en la literatura y; c) **potencial**, si el sitio observado en las imágenes satelitales tiene características de un sitio de desembarque pero no se observaron barcos ni el sitio había sido previamente reportado en la literatura.

Durante la revisión de las imágenes satelitales, las coordenadas (longitud y latitud) de cada ubicación de interés y el número de barcos observados en las imágenes satelitales fueron guardados. Un código numérico único (“ID”) fue asignado a cada ubicación de interés con el propósito de construir una base de datos georeferenciada con los siguientes campos: i) nombre del sitio, ii) ID del sitio, iii) longitud, iv) latitud, v) número de barcos y, vi) categoría de desembarque. Esta base de datos georeferenciada fue el punto de partida para la construcción de una base de datos espacial (KML).

Debido a que las imágenes de Google Earth se actualizan periódicamente, una revisión de las nuevas imágenes de la región fue realizada para evaluar la posibilidad de cambios a través del tiempo en las características de los sitios. Esta segunda revisión produjo cambios en el número de ubicaciones de interés identificadas, en parte debido a los cambios en la presencia de barcos visibles en las imágenes. Estos cambios resaltaron la necesidad de las verificaciones *in situ* de las ubicaciones de interés, además de

reforzar la necesidad de estudiar imágenes satelitales por un periodo de tiempo más extenso.

1.2. VERIFICAR TODAS LAS UBICACIONES *IN SITU*, Y COLECTAR DATOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SITIOS DE DESCARGA Y EL NIVEL DE ACTIVIDAD PESQUERA

Todos las ubicaciones de interés en la base de datos georeferenciada fueron visitados para verificar si los sitios estaban siendo de hecho usados para actividades relacionadas con la descarga de las capturas. Durante esta fase del proyecto, datos fueron colectados también en lugares que no fueron avistados en la revisión de imágenes satelitales. Las dos razones principales por las que los sitios pueden no haber sido avistados fueron:

- i. **Sitios ‘invisibles’:** muchos sitios estaban ocultos en los manglares o debajo de árboles, haciéndolos invisibles en las imágenes satelitales ([Figura 1](#)).
- ii. **Barcos no siempre presentes:** Muchos sitios de desembarque no fueron identificables en las imágenes satelitales cuando no había barcos presentes. Si no había barcos presentes cuando las imágenes satelitales de un sitio fueron tomadas, su existencia solo podía ser establecida mediante una visita ([Figura 2](#)). Adicionalmente, durante las visitas a las ubicaciones de interés se determinó que algunas de las ubicaciones identificadas en las imágenes satelitales no estaban dedicadas a la pesca, a pesar de la presencia de barcos en el sitio. En particular, muchos lugares en Costa Rica, identificados como ubicaciones de interés debido a la presencia de barcos en las imágenes satelitales, no realizaban descargas de productos pesqueros, pero estaban asociadas con el transporte marino, pesca deportiva o turismo ([Figura 3](#)). Además, en algunos casos los barcos visibles en las imágenes satelitales ya no estaban en uso.

Todas las ubicaciones de interés confirmadas como sitios usados para la descarga de pescado fueron promovidos a “puntos de desembarque” (una ubicación aislada cubriendo un área de no más de 300 m de diámetro) o “segmentos de descarga” (un grupo de ubicaciones cubriendo un área de no más de 300 m de diámetro y con una distancia entre ellas de no más de 50 m). Además, los puntos y segmentos de desembarque son colectivamente referidos como “sitios de desembarque”. Una localidad pesquera es una comunidad o región geográfica cuya población es primariamente dedicada a pesquerías marinas. Una localidad pesquera puede contener uno o más sitios de desembarque.

La Tabla 1 y la Figura 4 muestran los resultados del estudio llevado a cabo para indentificar las localidades pesqueras y los sitios de desembarque. El número estimados de barcos PNG por país es mostrado en la Tabla 2, para cuatro fuentes de datos: a) registro nacional de barcos³; b) imágenes satélites; c) observaciones por muestreadores y; d) entrevistas con pescadores. Hay variaciones significativas en los números de las diferentes fuentes.

Durante las visitas a cada sitio de desembarque, una entrevista grupal fue realizada con los pescadores disponibles en el lugar para obtener información del nivel de actividad pesquera y las características de las pesquerías operando en el lugar (Tabla 3). Después de las visitas y entrevistas, un metadata adicional fue añadida a la base de datos georeferenciada, indicando el número de barcos observados *in situ* y si el lugar era muestreable, con respecto a consideraciones logísticas y posibles preocupaciones sobre la seguridad.

Cuatro artes de pesca fueron reportados en la flota tiburonera PNG. La más usada fueron las redes agalleras (65%), seguida por el palangre (18%) y líneas de mano (17%); las redes de cerco, aunque reportadas, fueron raramente usadas ($\approx 0.1\%$). Estas proporciones fueron esencialmente constantes a lo largo del año,

³ Panamá tuvo un proceso de actualización de las licencias de pesca para la flota palangrera que finalizo el 29 de abril de 2019, los datos están siendo analizados y serán incluidos en el informe final del proyecto.

variando solo ligeramente por estación (en la temporada seca, noviembre a abril, con respecto a la temporada lluviosa, mayo a octubre) (Tabla 4).

1.3. COLECTAR DATOS A NIVEL DE VIAJE EN SITIOS DE DESEMBARQUE SELECCIONADOS SOBRE LAS OPERACIONES DE LOS BARCOS Y LA COMPOSICIÓN DE LA CAPTURA

Luego de identificar los sitios de desembarque, y con la información adicional obtenida de las entrevistas colectivas, fue posible hacer un mapa de la importancia de cada sitio para los desembarques de tiburones, en términos del número de barcos y la estacionalidad de los desembarques. Con el propósito de obtener estimados del orden de magnitud y esfuerzo de la captura de tiburones, una segunda visita fue programada a cada sitio que fue considerado muestreable. El objetivo de la segunda entrevista fue coleccionar información de la composición de la captura al nivel de viajes individuales, así como información de la variabilidad de las capturas a nivel de viajes, barcos, temporadas y sitios con el propósito de modelar la incertidumbre.

Los datos de captura y esfuerzo fueron coleccionados retrospectivamente para las temporadas seca y lluviosa del 2018. Se decidió que las entrevistas a los pescadores fueran acerca del año más reciente debido a que sus respuestas para ese año deberían ser relativamente más precisas (comparadas con la colecta de datos sobre años anteriores) y para evitar posibles sesgos debido a los diferentes años de experiencia entre los pescadores. Las entrevistas fueron conducidas a nivel de tripulantes individuales para cada barco, usualmente con el capitán, y para varios barcos en cada sitio de desembarque.

Para tiburones, la información de capturas fue coleccionada por especie y estadio (neonatos, juveniles y adultos), y los entrevistados fueron requeridos de proporcionar estimados de la captura mínima, máxima y típica por viaje, para cada estación. Estas cantidades fueron usadas para aplicar métodos de estimación de “tres puntos”, permitiendo la construcción de distribuciones de probabilidad para la captura por viaje (e.g. distribuciones triangulares o PERT), y a partir de estas distribuciones de probabilidad, obtener estimados de incertidumbre (ver la sección 1.4).

Los datos coleccionados muestran alta variabilidad estacional en los desembarques de tiburones, con algunos sitios teniendo desembarques todo el año y otros sólo durante ciertos meses del año, principalmente entre mayo y julio (Figura 5). Fue posible además identificar sitios principalmente dedicados a la captura de tiburones (tiburones como única especie objetivo) y sitios con objetivos mixtos (Figura 6). La segunda ronda de entrevista continuará durante el 2019, para incrementar la cobertura actual del 6.4% de sitios de desembarque y 10.1% de localidades pesqueras con desembarques de tiburones.

1.4. CALCULAR ESTIMADOS DEL ORDEN DE MAGNITUD DE LAS CAPTURAS DE TIBURONES DESEMBARCADOS EN TODOS LOS SITIOS

Los estimados del orden de magnitud de las capturas de tiburones para la región estarán basados en los estimados del orden de magnitud de la captura para cada sitio. Los datos disponibles para estimar la captura en cada sitio son: captura por viaje (mínimo, típico, máximo) durante las temporadas seca y lluviosa, y los meses del año correspondientes al inicio, final y pico para las capturas de tiburones. A continuación se explica como se calculó el orden de magnitud de la captura para cada sitio.

Los estimados de captura en un sitio serán obtenidos sumando los estimados semanales de captura a lo largo del año. Estimados semanales de captura para cada sitio serán calculados como producto de los estimados semanales de captura y el número estimado de barcos activos en el sitio. Se utilizará simulación de Monte Carlo para obtener los estimados de captura semanal por barco para cada semana del año. Para cada especie, estadio y semana del año, la simulación de Monte Carlo involucra la simulación de los siguientes pasos:

Paso 1. Simular el número de viajes semanales por embarcación: Generar un número aleatorio

(n_{trips}) de número de viajes por semana por embarcación de una distribución apropiada (e.g., PERT, $\gamma=2$; Figura 7), para la estación correspondiente (seca o lluviosa) y condiciones ambientales (buenas o malas).

Paso 2. Simular n_{trips} capturas: Generar n_{trips} números aleatorios de una distribución apropiada para la captura por viaje (e.g., PERT, $\gamma=4$; Figura 7), para las especies, estadio y semana del año.

Paso 3. Estimar la captura semanal por embarcación: Sumar las n_{trips} capturas por viaje simuladas (del paso 2) para obtener un estimado de la captura semanal por embarcación para la semana actual.

Se asumió que la distribución semanal de la captura por viaje (paso 2 de la simulación de Monte Carlo) seguía una distribución de PERT (Figura 7). La información necesaria para definir una distribución de PERT para la captura por viaje para cada semana es la captura mínima, típica y máxima para esa semana. Estas tres cantidades son estimadas a partir de la información estacional proporcionada por los pescadores siguiendo los siguientes pasos:

a) Para los estimados semanales de la captura por viaje mínima y máxima, los valores proporcionados por los pescadores para las estaciones seca y lluviosa fueron suavizados sobre las semanas del año usando splines cúbicos, bajo a la asunción de un cambio suave.

b) Para los estimados semanales de la captura por viaje típica se asumió una distribución de PERT generalizada desde el mes inicial hasta el mes final proporcionados por los pescadores, con la moda en el mes pico de capturas proporcionado por los pescadores (Figura 7). La distribución estacional de la captura por viaje típica fue rescalada al rango de variabilidad del paso (a) antes de sumar el valor mínimo para producir valores de captura típica dentro del rango reportado de variabilidad. Finalmente, estos estimados fueron centrados alrededor de la captura por viaje típica por estación proporcionada por los pescadores.

Después de la implementación de los pasos (a)-(b), los estimados de tres puntos de la captura por viaje (mínimo, máximo y típico) para cada una de las 52 semanas del año fueron generadas y usadas para parametrizar las distribuciones PERT semanales del paso (2) en la simulación de Monte Carlo.

Con la finalidad de estimar la distribución de estimados de captura total para cada sitio a partir de los cuales estimar intervalos de confianza, la simulación de Monte Carlo fue replicada 1000 veces. Análisis para calcular el número óptimo de réplicas serán realizados en el futuro. Adicionalmente, un análisis de sensibilidad de la captura a la distribución de tres puntos utilizada será realizado.

Como ejemplo de los procedimientos expuestos, los estimados del orden de magnitud para la captura del tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*) para cuatro sitios seleccionados son presentados en la Figura 8, para ilustrar la variabilidad en los desembarques por temporada y estadio entre los sitios.

Desde que no es probable que datos detallados estén disponibles para todos los sitios, un modelo empírico será usado para estimar los datos faltantes. Este modelo usará información específica del sitio como artes de pesca usados, número de barcos, distancia a los principales puertos, ríos y ciudades, así como si el sitio está asociado con manglares o playas; lo que parece ser importante como predictor de la composición de las capturas (e.g. los tiburones martillo parecen estar asociados con sitios de desembarque en manglares). La Figura 9 muestra la distribución de la cobertura de manglares y la clasificación de sitios como playa (azul) y manglar (rojo). Un zoom de la Figura 9 para El Salvador, incluyendo el sistema de ríos es mostrado en la Figura 10.

1.5. DESARROLLAR POSIBLES DISEÑOS DE MUESTREO Y REALIZAR SIMULACIONES PARA EVALUAR SU

DESEMPEÑO

Para evaluar diseños de muestreo para coleccionar datos para estimar la captura total de la flota PNG, tres pasos son requeridos:

- 1) Desarrollar un simulador para generar datos para la composición de viajes individuales, durante diferentes momentos del año en cada sitio. Esto será necesario para tomar en cuenta la alta variabilidad observada tanto a escala temporal como espacial en los desembarques.
- 2) Para cada candidato a diseño de muestreo, se muestrearán los datos simulados de acuerdo a ese diseño para estimar la composición de capturas para cada especie y estadío.
- 3) Ordenar los candidatos a diseños de muestreo de acuerdo a su sesgo, varianza y posibilidad de implementación.

El protocolo implementado para la simulación de Monte Carlo (Section 1.4) proporciona un simulador para generar datos de desembarques, desde que simula la composición de captura para viajes individuales cada semana del año en un sitio particular. Con este enfoque, el simulador puede ser usado para generar series de tiempo de composición de captura por viaje para todos los sitios de desembarque durante el curso del año.

Los datos proporcionados por el simulador permiten evaluar diseños de muestro basados en reglas específicas que los muestreadores tendrán que realizar, relacionadas a cuándo, dónde y por cuánto tiempo se deben coleccionar muestras en un sitio de desembarque específico, dado el número de muestreadores que será menor que el número de sitios. En un escenario típico, la simulación comenzará con un número fijo de muestreadores distribuidos aleatoriamente entre los sitios. Los muestreadores podrán moverse y coleccionar datos siguiendo un conjunto de reglas (ver la Tabla 6 para ejemplos). La actividad y datos coleccionados por los muestreadores serán usados para calcular la captura total que puede ser comparada con la “verdadera” para evaluar medidas de desempeño (e.g. sesgo, varianza, costo) y ordenar los diferentes candidatos a diseños muestrales.

TAREA 2: EVALUAR DISEÑOS DE MUESTREO PARA DATOS DE COMPOSICIÓN DE LA FLOTA DE NO-PANGAS (NPG)

Tres fases fueron planeadas para llevar a cabo esta parte del proyecto, siguiendo las sub-tareas previamente definidas. El propósito de la primera fase fue realizar una encuesta a los barcos y sitios de desembarque para determinar como la flota NPG procede a hacer las descargas. El propósito de la segunda fase fue usar la información de la encuesta para guiar la colecta de datos útiles para la simulación de varios diseños de muestreo (colecta de “supermuestras”). El propósito de la tercera fase fue desarrollar un simulador basado en los datos de supermuestras y usarlo para evaluar diferentes diseños muestrales para datos de composición por tallas. Cada una de estas fases es descrita a continuación.

2.1. ENTREVISTAS IN-SITU DE BARCOS Y SITIOS DE DESEMBARQUE

La encuesta de prácticas de descarga fue realizada por el personal de la CIAT y el personal de INCOPECA y ARAP, las autoridades de pesca de Costa Rica y Panamá, respectivamente. El objetivo de la encuesta fue coleccionar datos sobre como las capturas eran descargadas y procesadas por barcos NPG individuales y como estas prácticas variaban entre sitios. Los siguientes datos fueron coleccionados:

1. **General:** localidad pesquera y sitio de desembarque, nombre, registro del barco y longitud de eslora.
2. **Almacenamiento y procesamiento:** cómo la captura es procesada y almacenada a bordo del barco;
3. **Método de descarga:** cómo la captura es descargada, en grupos o individualmente, por especies, tamaño o calidad;

4. **Accesibilidad de la captura para el muestreo:** manejo de la captura, tiempo de residencia de la captura en el muelle.

Un formulario de encuesta fue completado no solo para cada barco, sino para cada sitio de desembarque donde el barco descargaba. Por lo tanto, si un barco descargaba en tres sitios distintos, cuatro formularios fueron requeridos, uno para el barco y uno para cada sitio de desembarque. La encuesta fue realizada en tanto sitios de desembarque de la flota NPG como fuera posible, en Panamá y Costa Rica, dado que estos países tienen las flotas NPG más grandes.

Un total de 181 barcos NPG fueron entrevistados, 119 en Costa Rica y 62 en Panamá, en 25 sitios de desembarque dentro de 11 localidades pesqueras (Tabla 7). Los desembarques en Costa Rica se concentraban en Puntarenas, el principal puerto pesquero de ese país, que tiene diez sitios de desembarque, entre muelles privados y públicos. En Panamá, los sitios de desembarque están más distribuidos geográficamente, con un mayor número de localidades pesqueras pero alrededor del mismo número de sitios de desembarque.

El análisis de los datos de las encuestas se concentró en responder a las siguientes preguntas: ¿se puede asumir que la descarga es aleatoria con respecto a las especies/tamaño/calidad?; ¿serán necesarios diferentes protocolos de medición/pesaje debido a las diferencias de procedimientos de preservación y procesamiento del producto entre barcos y sitios de desembarque? y; ¿qué tan accesible es la captura para el muestreo en diversos puntos del proceso de descarga? Un resumen preliminar de los principales resultados sigue a continuación. Este resumen está basado en 78% de los barcos entrevistados en Costa Rica y el 79% de los barcos entrevistados en Panamá. Este resumen será actualizado en un futuro próximo cuando el resto de los datos de las entrevistas sean procesados.

Descarga de capturas. Diferentes métodos fueron usados para descargar las capturas de tiburones en los barcos NPG de Costa Rica y Panamá: en Costa Rica fueron casi siempre desembarcados uno a la vez, mientras que en Panamá fueron usualmente desembarcados en grupos (Figura 11).

Un análisis más detallado de las descargas en Costa Rica reveló que las descargas son raramente aleatorias. La mayoría de prácticas de descarga toma en consideración a las especies o la captura fue realizada en orden reverso al que se utilizó en la carga de la bodega (denominado “por bodega” en el texto) (Figura 12). Sin embargo, 64% de los barcos que desembarcaron por bodega habían cargado la captura en las bodegas de manera no aleatoria, y frecuentemente los métodos de almacenamiento de las capturas parecen separar las especies (Figura 12). Resultados similares fueron obtenidos en Panamá (no mostrados), incluso cuando las capturas en Panamá son descargadas en grupos.

Preservación y procesamiento de las capturas. En Costa Rica, la mayoría de los barcos almacenan las capturas de tiburones en hielo, mientras que en Panamá era igualmente probable que sean congelados como que sean conservados en hielo (Tabla 8). Típicamente, los tiburones son almacenados en las bodegas sin cabeza, eviscerados y con las aletas parcialmente cortadas⁴. Esto significa que al momento de la descarga, es imposible obtener medidas estándar de longitud (e.g. longitud total) o peso total.

Pesado de las capturas. En ambos países, la mayor cantidad de las capturas de tiburones son pesadas en grupos después de la descarga (Tabla 9). De los 63 barcos en Costa Rica que reportaron pesar los tiburones en grupos, 60 ordenaban los grupos por especies, mientras que 21 de los 31 barcos panameños que pesaban a los tiburones en grupos los ordenaban por tamaño y peso, es decir, grupos de tamaño.

Accesibilidad de las capturas para las mediciones. Los datos colectados indican que, en general, más

⁴ All national and regional regulation of cutting fins in Central America was described in the document SAC-07-06 (ii).

tiempo está disponible para las mediciones si la descarga es por grupos que “uno a uno” (Tabla 10); sin embargo, en la práctica, qué tanto tiempo está disponible para mediciones individuales de tiburones dependerá de cuántos tiburones haya en el grupo; mientras más grande el grupo que es pesado, más tiempo disponible habrá para medir los peces. De acuerdo a entrevistas informales a los pescadores, el mejor momento para realizar las mediciones de tiburones es antes de que sean pesados, independientemente de la condición (fresco o congelado), pero esto puede interferir con las operaciones de descarga.

En resumen, los datos colectados a la fecha por el proyecto sobre las descargas de la flota NPG en Costa Rica y Panamá indican que:

- a. La mayoría de barcos no cargan o descargan la captura de tiburones de manera aleatoria con respecto a las especies, tamaño o calidad;
- b. La práctica de descargas varían por país;
- c. El acceso a las capturas de tiburón para el muestreo por especies y composición de tamaños es limitado;
- d. Las capturas de tiburones son procesadas tanto cuando son cargadas a bordo como cuando son descargadas en el sitio de desembarque.

Estos resultados implican que:

- (i) Los diseños muestrales para especies y composición de tamaños no pueden asumir aleatoriedad en la carga o descarga de la captura;
- (ii) El protocolo de muestreo necesita ser ajustado para cada país; y,
- (iii) Las mediciones individuales de peso y talla deben ser robustas a cualquier tipo de procesamiento de las capturas a bordo del barco, y que otros datos serán necesarios para realizar las conversiones a medidas típicas usadas para la estimación de composición por tamaños.

2.2 COLECTA DE DATOS DE COMPOSICIÓN DE ESPECIES, TALLAS Y SEXO PARA DESARROLLAR Y EVALUAR DISEÑOS DE MUESTREO

Los datos colectados durante las entrevistas mostraron que muchos barcos NPG no cargan o descargan las capturas de tiburones de manera aleatoria en relación a las especies, tallas o calidad; y que los tiburones descargados son frecuentemente pesados en grupos, aunque la definición de grupo variaba por país. Esto significa que protocolos de muestreo específicos para cada país necesitan ser desarrollados, por longitud en Costa Rica y por especies y longitud en Panamá. Desde que el diseño muestral no puede asumir aleatoriedad, protocolos de muestreo especializados necesitan ser desarrollados y evaluados. Para evaluar los protocolos de muestreo, un simulador necesita ser desarrollado, y para esto, datos de descargas completas son necesarios para parametrizar un modelo estadístico de la variabilidad en el proceso de descarga.

Para este fin, “supermuestras” serán colectadas, las cuales contienen información muy detallada en el orden de las capturas que son descargadas y el tamaño de los peces. El protocolo de supermuestreo y los resultados preliminares son presentados para cada método de descarga (“uno por uno” y “en grupo”) en las siguientes subsecciones. A la fecha, el supermuestreo para cada tipo de descarga se enfocó en los viajes que se pensó que contenían capturas de tiburones. En el futuro, supermuestras serán colectadas en los viajes con o sin capturas de tiburones.

2.2.1. Supermuestreo ‘uno a uno’

El supermuestreo de las descargas “uno a uno” fue realizado en dos fases. La primera fase se enfocó en la captura de tiburones. El propósito de la primera fase fue comparar el orden de descarga de la captura

en dos posibles puntos de muestreo (la cubierta del barco y el muelle), determinar si es posible medir todos los tiburones de la descarga y, evaluar la variabilidad en la composición de tamaños en la captura de tiburones. El propósito de la segunda fase fue expandir el supermuestreo a todos los taxones en la captura, guiados por las lecciones aprendidas en la primera fase.

El protocolo de supermuestreo para las descargas uno a uno en la primera fase consistió de los siguientes tres pasos:

Paso 1. Registrar cuando un tiburón es descargado del barco (cada tiburón fue marcado con un identificador único en el momento que fue descargado de la bodega hacia la cubierta);

Paso 1. Registrar cuando un tiburón fue descargado en el muelle desde la cubierta del barco;

Paso 3. Medir la longitud interdorsal (LID) de cada tiburón, manteniendo registro del identificador.

Para implementar este método, tres muestreadores fueron necesarios, como se ilustra en la Figura 13.

Durante octubre-noviembre 2018, supermuestras fueron colectadas para seis descargas NPG en Puntarenas, Costa Rica. Datos de cinco de las seis supermuestras han sido procesado. Se encontraron diferencias mínimas en el orden de descarga entre la plataforma del muelle y la cubierta del barco. Los datos de composición de tallas para el tiburón sedoso de las cinco supermuestras se muestra en la Figura 14. Aunque las descargas ocurrieron separadas por pocas semanas una de la otra, la LID promedio fue muy diferente entre las descargas, que puede ser debido a las diferencias en las zonas de pesca de los barcos. Incluso cuando la LID es similar, la distribución de las tallas durante el curso de la descarga puede ser diferente (*e.g.*, Barcos A y B), sugiriendo que en algunos casos el orden de la descarga depende de las tallas de los tiburones individuales. Estos resultados preliminares sugieren que, con la posibilidad de transbordo de las capturas, puede ser importante considerar la variabilidad en el tamaño de los tiburones en la captura, tanto dentro de y entre descargas, cuando se diseñen los protocolos de muestreo para la composición de tamaños. Estos resultados preliminares sugieren que, con la posibilidad de transbordo de las capturas, puede ser importante considerar la variabilidad en el tamaño de los tiburones en la captura, dentro de y entre descargas, cuando se diseñen los protocolos de muestreo para la composición de tamaños. Medir cada tiburón consumió mucho tiempo y retrasaba la descarga de la captura, causando que los pescadores incurran en costos adicionales.

Siguiendo las lecciones aprendidas en la primera fase, el protocolo de muestreo de la segunda fase fue diseñado para minimizar el impacto en las operaciones de descarga, pero manteniendo la colecta de información adecuada para el desarrollo del simulador. El nuevo protocolo reemplazó la medición de tallas individuales por el registro de la categoría de peso. Se consideraron tres categorías de peso para cada taxón (Tabla 11) basados en la categorización comercial. Adicionalmente, por razones de seguridad, los muestreadores no podían estar siempre en la cubierta del barco para registrar el orden de descarga (protocolo de la fase 1). Debido a que pequeñas diferencias fueron encontradas en el orden de descarga entre la salida de la bodega a cubierta y la descarga en la plataforma del muelle, el protocolo de muestreo fue modificado para registrar el orden de descarga y categoría de peso cuando los pescados son depositados en el muelle.

Para el final de diciembre de 2018, supermuestras para seis descargas de barcos NPG fueron colectadas usando el nuevo protocolo (Figura 15). Consistente con los resultados de la encuesta, estos datos muestran que las especies/taxones son predominantemente descargadas en bloques, aunque el orden de los bloques difiere entre las descargas. La longitud de los bloques, y qué bloques pueden repetirse durante las descargas (*e.g.* la primera supermuestra de la Figura 15) difieren entre las muestras. Para los tiburones, hay indicación de que hay un orden por tallas dentro de las especies (*e.g.* segunda muestra de la Figura 15).

Para proporcionar un resumen cuantitativo de las observaciones anteriormente mencionadas, se realizó

un análisis para identificar “bloques de descarga” para cada supermuestra; i.e. grupos de pescados que fueron predominantemente de la misma especie dentro de una descarga individual. Dados los resultados de la encuesta (Figura 12), un grupo de descarga fue definido como un grupo continuo de descarga de la misma especie, sin embargo, en otras aplicaciones, un grupo de descarga puede estar basado en otro criterio (e.g. calidad o tamaño del producto). Los bloques estaban permitidos de tener una cantidad menor de descarga de otras especies, por razones prácticas. Para estimar los bloques de descarga en cada supermuestra, la proporción de cada especie fue calculada en una fracción móvil de la descarga (3%) y se calculó la especie dominante (más del 50%) en cada fracción. Un bloque de descarga fue entonces definido con el conjunto de fracciones contiguas con la misma especie dominante. Bloques pequeños (menos del 3% total de la descarga) dividiendo dos grupos con la misma especie dominante fueron ignorados para generar bloques de descarga ininterrumpidos de la misma especie.

Los bloques de descarga identificados para las seis supermuestras disponibles (Figure 15) son descritos en la Tabla 12 e indicados en barras grises y negras debajo de cada supermuestra de la Figura 15. Como resumen visual, la distribución promedio de cada bloque de taxón por fracción de la descarga fue calculado para todas las supermuestras (Figura 16). Estos resultados confirman que, al menos para estas seis supermuestras, la primera parte de la descarga es más probable que esté dominada por dorado y tiburones, con atunes y picudos apareciendo más tarde en la descarga. En otras palabras, a nivel taxonómico, el orden de las descargas parece no ser aleatorio. Hasta que punto estos resultados pueden variar por estación y tipo de viaje (con tiburones como objetivo o no) será investigado. Adicionalmente, el uso de las especies tanto como el tamaño para identificar los grupos de descarga será también investigado.

2.2.2 Supermuestreo ‘en grupo’

Para realizar supermuestras de descargas en grupo, ocurridas principalmente en Panamá, fue necesario revisar el protocolo de muestreo de la sección 2.2.1. La principal dificultad encontrada con respecto al supermuestreo de descargas en grupo (Figura 17) fue la seguridad de los muestreadores (debido a la cantidad de captura siendo descargada) y el acceso de la captura a las mediciones. En las descargas en grupo, los pescados fueron agrupados cuando fueron removidos de la bodega y descargados en grupo en la plataforma de descarga en el muelle que estaba al costado de un contenedor o la plataforma de un camión. La captura fue luego inmediatamente cargada en el contenedor o en la plataforma del camión. Se determinó que era inseguro para los muestreadores estar en la plataforma del barco y cerca de la plataforma de descarga. Un protocolo de muestreo fue por lo tanto evaluado en el cual fotografías del proceso de descarga eran tomadas (Figura 18), y de las cuales las longitudes de los tiburones pudieran ser estimadas. El protocolo consistió en tres pasos:

Paso 1. Ubicación de marcas de referencia en la plataforma de descarga;

Paso 2. Fotografía de los pescados en la plataforma, usando cámaras activadas remotamente;

Paso 3. A partir de las fotografías, usar programas de computadora especializados y los métodos numéricos de Chang *et al.* 2009 para estimar la longitud del tronco de los peces descargados y la determinación de las especies.

Aunque el sistema de cámaras era esperado que funcione bien, fue claro a partir de las fotos que la identificación de especies sería imposible debido al procesamiento de la captura antes de la descarga, el tamaño de los grupos descargados y las posiciones de los individuos dentro del contenedor o la plataforma del camión. Dadas estas observaciones, se determinó que los fondos y tiempo necesario para desarrollar métodos para la identificación de especies en las descargas en grupo iba más allá de los recursos del proyecto. Por lo tanto, esta parte del proyecto fue suspendida.

2.3 DESARROLLAR DISEÑOS DE MUESTREO PARA LAS DESCARGAS “UNO A UNO”

Para evaluar diseños muestrales para estimar datos de composición por tallas de la captura de la flota NPG, tres pasos son requeridos:

- 1) Desarrollar un simulador que genere datos de descargas completas que aproximen los observados en la pesquería. Esto es necesario cuando los datos son limitados (y es lo que se espera, dado que coleccionar supermuestras es un proceso que consume mucho tiempo).
- 2) Para cada candidato a diseño de muestreo, muestrear los datos simulados de acuerdo al diseño y estimar la composición de tallas de la captura.
- 3) Ordenar los candidatos a diseño muestral de acuerdo a su sesgo, varianza y factibilidad de implementación.

Las supermuestras fueron usadas para crear un simulador (paso 1), el cual es descrito en la sección 2.3.1. Los pasos (2) - (3) todavía no han sido implementados porque más supermuestras son necesarias para refinar el simulador (ver sección siguiente), sin embargo, características importantes de los candidatos a diseños a ser probados serán discutidas en la sección 2.3.2. Las supermuestras adicionales necesarias serán colectadas durante la temporada seca y lluviosa del 2019.

2.3.1 Simulador

Los resultados de la encuesta y los análisis preliminares de las supermuestras sugieren que la captura es descargada en bloques y que el orden no es aleatorio. Más aún, el orden de estos bloques varía entre descarga y descarga. Esto sugiere que el orden de los bloques de descarga es probable que esté influenciado por factores como lo que los pescadores capturan y las demandas del mercado, ambos factores pudiendo variar a diferentes escalas temporales (e.g. estacional). Debido a la aparente no aleatoriedad de las descargas y debido a que no tenemos información previa sobre los factores influenciando el proceso de descarga, simulamos el proceso de descarga usando cadenas de Markov. Si el proceso de descarga fuera aleatorio, podríamos haber construido un simulador usando una distribución multinomial (e.g. por especies, por categoría de peso). De hecho, si la matriz de transición de la cadena de Markov tiene columnas idénticas, la distribución de la cadena de Markov se reduce a una distribución multinomial, significando que no hay estructura y la descarga es aleatoria. Para modelar la estructura del proceso de descarga, tres cadenas de Markov fueron usadas de manera secuencial: (i) una cadena para bloques por taxón (G), (ii) una cadena para modelar las especies dentro de un bloque por taxón (S_g), (iii) una cadena para modelar la categoría de peso (pequeño, mediano y grande) de cada especie (L_s).

La parametrización de la cadena de Markov G depende de la longitud de la descarga (N), medida en número de pescados, y está dada por:

$$G(N) = P(N) + [1 - P(N)]J,$$

donde N es el número de pescados, G es la matriz de transición por bloques por taxón, P es la matriz de “persistencia” modelando la longitud de la descarga de un bloque por taxón en particular y J es la matriz de transición de los saltos entre bloques por taxón. P es una matriz diagonal con componentes $P_{ii} = 1 - \frac{1}{p_i N}$, con p_i siendo la fracción promedio de pescados descargados en el bloque i , considerando que cada bloque de descarga ocurre como máximo una vez por descarga. Esto significa que la transición entre grupos de descarga puede ser parametrizada con las proporciones p_i y la matriz de transición de los saltos J . La primera abre la posibilidad de mejorar los experimentos de supermuestreo incluyendo información sobre la proporción de individuos desembarcados en cada bloque. La cadena de Markov S_g , para especies dentro del bloque por taxón g , es una matriz de orden igual al número de especies observadas, normalmente dispersa desde que no todas las especies estarán presentes en un bloque por taxón en

particular. La cadena de Markov L_s , para las clases de peso por especies s , es una matriz de orden igual al número de clases de tamaño o peso registrados para la especie s (asumida como 3 para todas las especies según la Tabla 11). La cadena de Markov G es iniciada con la distribución observada del primer bloque por taxón en cada supermuestra, mientras que las cadenas de Markov S_g y L_s son iniciadas con la distribución de equilibrio de sus matrices de transición.

La estimación de parámetros para las CMS es un proceso secuencial. Primero es necesario definir los bloques por taxón, e.g. usando el procedimiento descrito en la sección 2.2.1. Una vez que los bloques por taxón son definidos para cada supermuestra, es necesario estimar las probabilidades de transicionar de un bloque por taxón a otro (matriz de transición J). Luego, para cada bloque por taxón, las tasas de transición estimadas dentro de un bloque por taxón son usadas para estimar la matriz de transición por especies S_g , y para cada especie s , las tasas de transición son usadas para estimar la matriz por categorías de talla, L_s . Todas las probabilidades son estimadas usando el estimar de máxima verosimilitud para la matriz de transición de una cadena de Markov, basada en las cuentas de las transiciones observadas.

Los resultados de la estimación de parámetros es mostrada en la Tabla 13, mostrando que los tiburones y el dorado son los grupos más abundantes en las descargas. Particularmente, los tiburones son el taxón más abundante, explicado por el hecho de que las descargas usadas para parametrizar la CMS fueron expresamente muestreadas porque contenían descargas de tiburones. La Figura 19 muestra que el Dorado tiende a ser el primer bloque en ser descargado excepto cuando los tiburones son dominantes, siendo el segundo bloque. Adicionalmente, se encontró que todas las matrices de transición de todas las especies y tamaños (no mostradas porque son muy numerosas) tenían filas con diferencias estadísticamente significativas (p -valores de un test Chi-cuadrado test menores a 0.05), siendo consistentes con los resultados de la encuesta y justificando el uso de las cadenas de Markov para modelar el proceso de descarga.

Antes del uso de las CMS para generar datos de descargas, es importante evaluar si hay suficientes supermuestras para caracterizar adecuadamente el proceso de descarga. Para ello, un estudio de simulación usando los parámetros estimados fue realizado para analizar la habilidad de recuperar los parámetros originales durante el proceso de estimación. Un total de 5000 supermuestras fueron generados, cada uno simulando la descarga de 500 pescados. De un total de 5000 supermuestras simuladas, un subconjunto aleatorio de 200 fueron tomadas para calcular el error en la proporción esperada de especies en la descarga y su varianza para las 200 réplicas. Los valores de 5000, 500 y 200 fueron seleccionadas arbitrariamente, y pueden ser variados en el futuro una vez que el simulador final sea contruido con supermuestras adicionales.

Los resultados del experimento se muestran en la Figura 20. Se observa que una gran reducción en el error de estimación ocurre luego de 25 supermuestras (alrededor de 5000 pescados muestreados), indicando que las 6 supermuestras actuales no son suficientes para realizar apropiadamente el estudio de simulación y más datos necesitan ser colectados. Adicionalmente, dado que la proporción en número de especies desembarcadas está relacionado a los parámetros estimados para la matriz de transición de bloques por taxón, usando fuentes de información adicional, como los registros de desembarque por viaje, y ajustando diferentes modelos para cada tipo de viajes (e.g. enfocados en tiburones versus enfocados en dorado) será algo importante a considerar en el futuro. Mejoras en la estimación de parámetros y en la identificación de bloques por taxón serán investigados.

2.3.2 Consideraciones del diseño de muestreo

Varias lecciones aprendidas de las varias etapas de la colecta de datos conducidas a la fecha tuvieron impacto directo en las características de los candidatos a diseños muestrales. Por ejemplo, de los resultados de las entrevistas y la experiencia práctica ganada durante la colección de supermuestras se

descubrió que la velocidad de descarga varía con el tamaño del pescado (pescados más pequeños son descargados más rápidos) y el método de conservación (el pescado congelado es descargado más rápido que el fresco porque el pescado congelado no tiene que ser lavado cuando es descargado). Además, se descubrió que medir todos los pescados no es posible en la práctica, por lo que algunos pescados tendrán que ser omitidos durante el muestreo. Por ello, el número de pescados omitidos durante el muestreo será función del tamaño del pescado y el método de conservación. Escenarios de omisión posibles a ser evaluados con el simulador final serán omitir m pescados, con $m = 2, 3, \dots, 10$.

Omitir pescados a ser medidos puede introducir errores en los estimados de composición de tamaño porque los muestreadores pueden perder la cuenta de los pescados omitidos. El impacto del error en los muestreos con m -omisión pueden ser evaluados para los varios diseños muestrales usando datos de simulador. Se considerará el error en la m -omisión como “saltos” en los conteos, siendo positivo si omitimos más pescados de los requeridos y negativo si omitimos menos. Adicionalmente, se considerará que el muestreador puede realizar errores en el proceso de omisión, y se evaluará el impacto de retomar la cuenta de omisión original o no hacerlo.

Otra consideración para los diseños muestrales será si la descarga total debe ser muestreada o si es posible tomar una muestra de parte de la descarga. El grado en que muestrear solo una parte de la descarga será una opción viable dependerá de la variabilidad en la composición de la captura dentro de la misma descarga y entre descargas, lo cual puede variar estacionalmente. Esto es algo que será evaluado con el simulador una vez que supermuestras adicionales sean colectadas.

3. TRABAJO FUTURO Y PERSPECTIVAS

Los meses faltantes del estudio piloto (hasta diciembre 2019) serán dedicados a culminar el plan de trabajo de las Tareas 1 y 2, descritas a continuación.

Para Tarea 1, la principal prioridad es incrementar la proporción de sitios de desembarque encuestados para información de captura y esfuerzo (sub-tarea 1.3) a fin de producir estimados robustos del orden de magnitud de captura de tiburones (usando los métodos descritos en la sección 1.4) y construir un simulador para evaluar candidatos a diseños de muestreo para la composición por especies de la flota PNG (usando las ideas descritas en la sección 1.5). Adicionalmente, muestreos a nivel de viajes por muestreadores entrenados serán realizados usando el formulario mostrado en el Apéndice para coleccionar información para la validación de algunas de las respuestas dadas por la tripulación en las entrevistas, y también para evaluar la factibilidad de la colecta de datos. Información sobre la duración de cada etapa de la descarga (desembarque, fileteo y pesado) será colectada a fin de estimar el número posible de muestras que serán colectadas durante un día de trabajo típico.

Para Tarea 2, la principal prioridad será incrementar el número de supermuestras, intentando coleccionar al menos 25 para cada grupo principal (viajes orientados a dorado, viajes orientados a tiburones) y para cada estación (seca y lluviosa). Adicionalmente, con información de la frecuencia de desembarques y composición de capturas proporcionadas por Costa Rica, un diseño muestral para estimar los viajes que deben ser muestreados para obtener la composición de tamaños de los desembarques de toda la flota NPG será realizado. Actualmente, el 100% de los desembarques en Costa Rica realizados por la flota NPG son monitoreados para composición de especies y capturas.

Los principales resultados del estudio piloto serán los diseños de muestreo que pueden ser implementados como parte del programa de muestreo de largo plazo para las capturas de tiburones en Centro América (ver Propuesta C.4.b). Sin embargo, es importante considerar que una fase inicial de tal programa debería enfocarse en evaluar los detalles prácticos de la implementación de los diseños muestrales y validar las asunciones de los diseños muestrales propuestos, lo que puede conducir a un refinamiento de los protocolos de muestreo para el programa de largo plazo. Adicionalmente, alternativas

para incrementar la calidad y cantidad de datos disponibles deben ser explorados, particularmente aquellos que no incrementan el esfuerzo de muestreo (e.g. el número de muestreadores) como las bitácoras para los barcos de la flota NPG.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo de los Enlaces técnicos de cada país centroamericano (ARAP, CENDEPESCA, DIPESCA, INCOPEPESCA, INPESCA) para la culminación de esta etapa del proyecto. Extendemos también un agradecimiento especial al sector pesquero palangrero centroamericano cuya motivación y apertura para colaborar proporcionaron a este proyecto con información invaluable que condujo a la culminación exitosa de los objetivos del proyecto.

REFERENCIAS

Chang, S-K., Lin, T-T., Lin, G-H., Chang, H-Y., and Hsieh, C-L. 2009. How to collect verifiable length data on tuna from photographs: an approach for sample vessels. – *ICES Journal of Marine Science*, 66: 907–915.

DRAFT



FIGURE 1. Unloading site in mangroves.
FIGURA 1. Sitio de descarga en manglares.



FIGURE 2. Landing site found during site visit.
FIGURA 2. Sitio de desembarque encontrado durante las visitas.



FIGURE 3. Sites dedicated to purposes other than fishing.
FIGURA 3. Sitios dedicados a propósitos diferentes a la pesca.

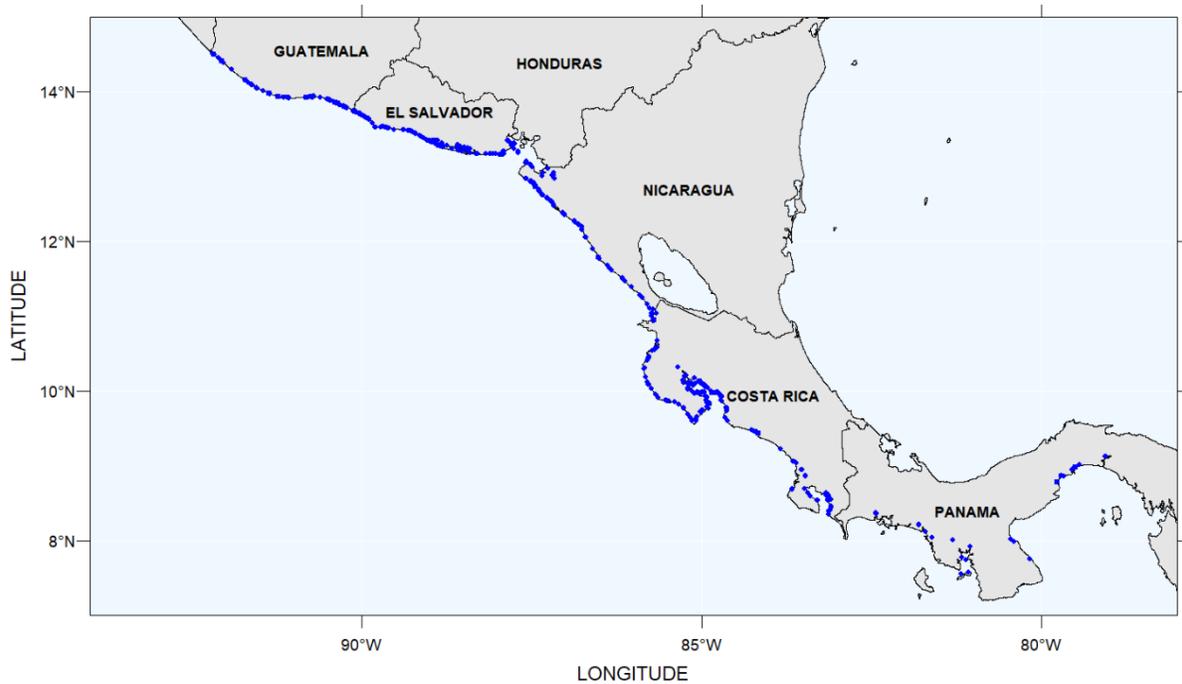


FIGURE 4. Landing sites identified under sub-tasks 1.1 and 1.2.
FIGURA 4. Sitios de desembarque identificados durante las sub-tareas 1.1 y 1.2.

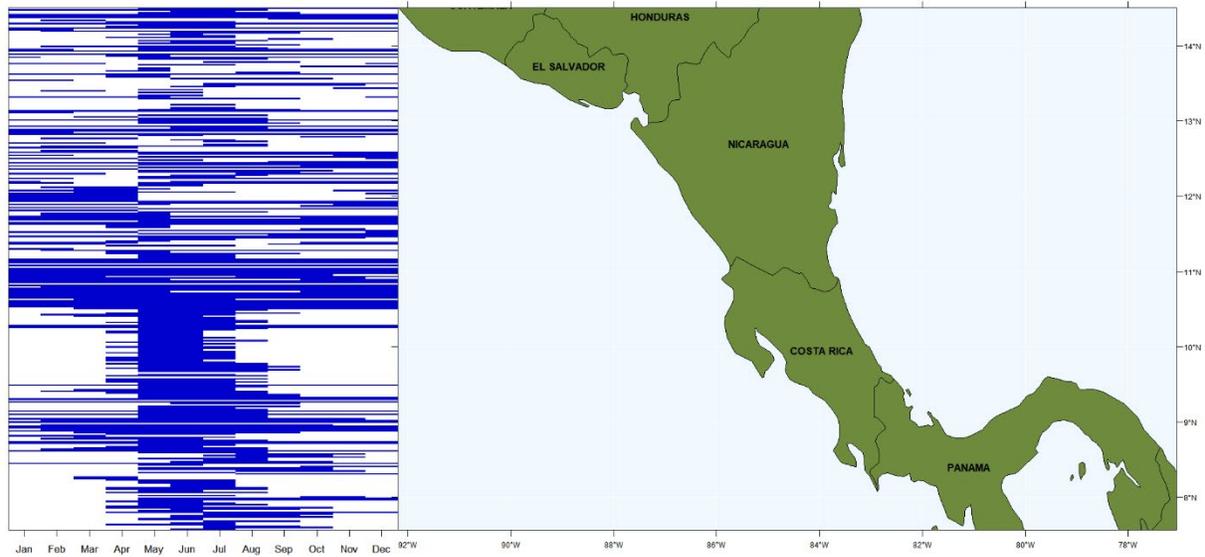


FIGURE 5. Shark fisheries seasonality. The blue area indicates shark landings reported at the site corresponding the latitude observed in the map.

FIGURA 5. Estacionalidad de las pesquerías de tiburones. El área azul indica los desembarques de tiburones reportados en los sitios correspondientes con a latitud observada en el mapa.

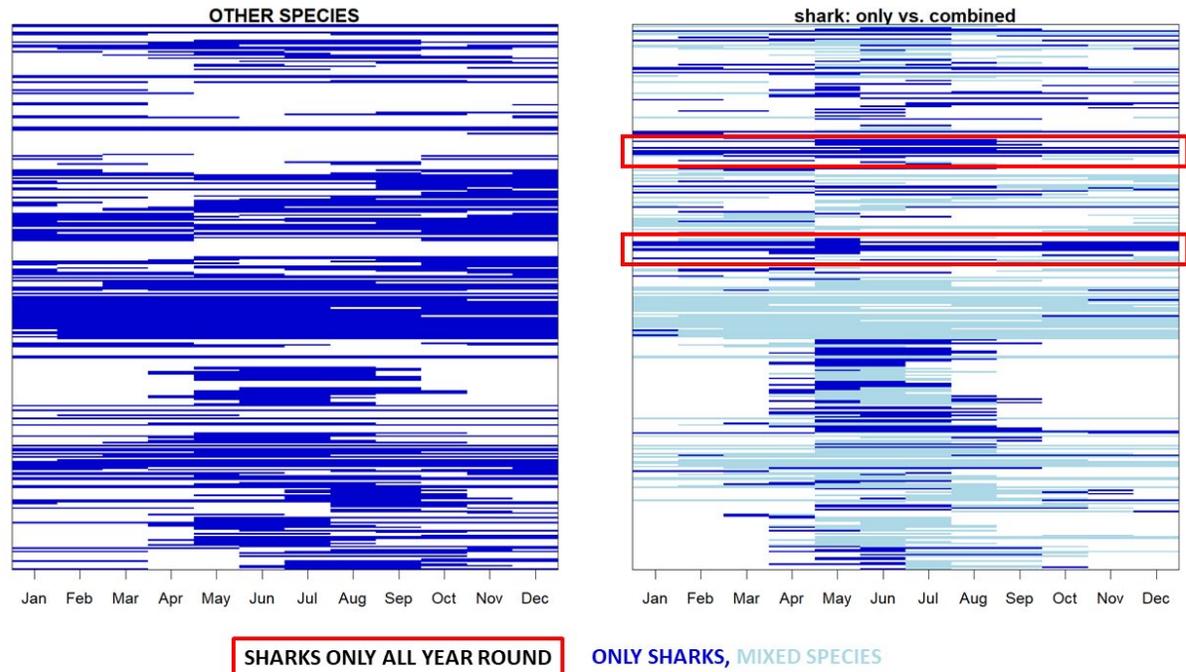


FIGURE 6. Fishing seasonality. In the left panel, the blue area indicates landings for species other than sharks. In the right panel, colored areas indicate shark landings reported at the site as in Figure 5, but distinguishing when landings are primary sharks (blue) or mixed with other species (light blue). The order of the landing sites (north at the top) match the order shown in Figure 5.

FIGURA 6. Estacionalidad de la pesca. En el panel de la izquierda, el área azul indica los desembarques de especies diferentes de los tiburones. En el panel derecho, las áreas coloreadas indican las capturas de tiburones reportadas en el sitio, como en la Figura 5, pero diferenciando cuando los desembarques son principalmente tiburones (azul) o en combinación con otras especies (celestes). El orden de los sitios de desembarque (norte arriba) concuerdan con el orden mostrado en la Figura 5.

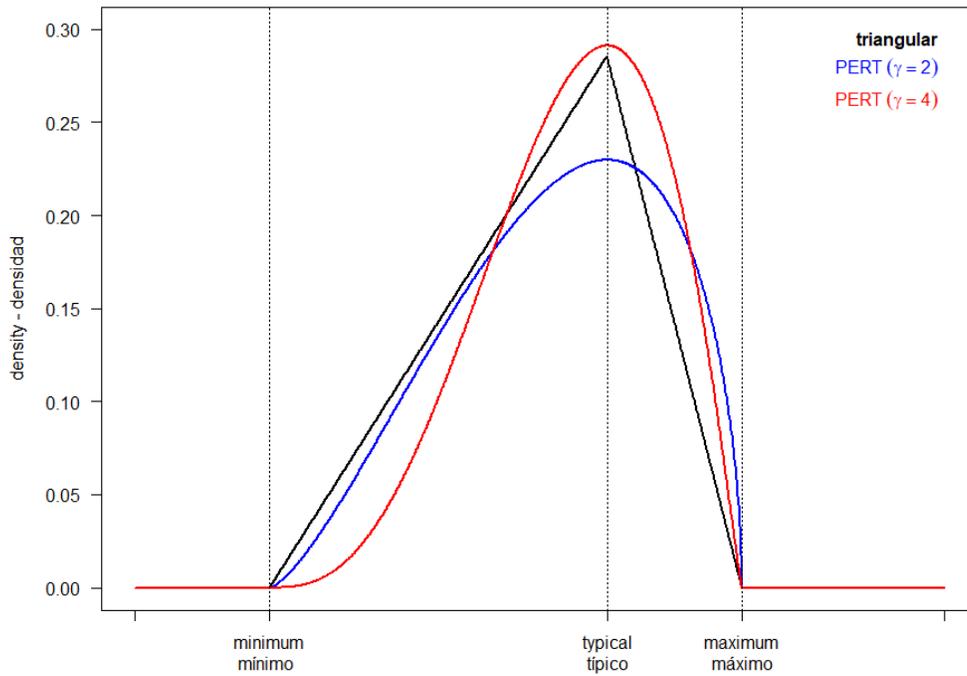


FIGURE 7. Examples of the distributions (triangular and PERT) used in the Monte Carlo simulations, for the same “three-point” estimates. See details in the text.

FIGURA 7. Ejemplo de las distribuciones (triangular y PERT) usadas en las simulaciones de Monte Carlo, para los mismo estimados de “tres puntos”. Ver los detalles en el texto.

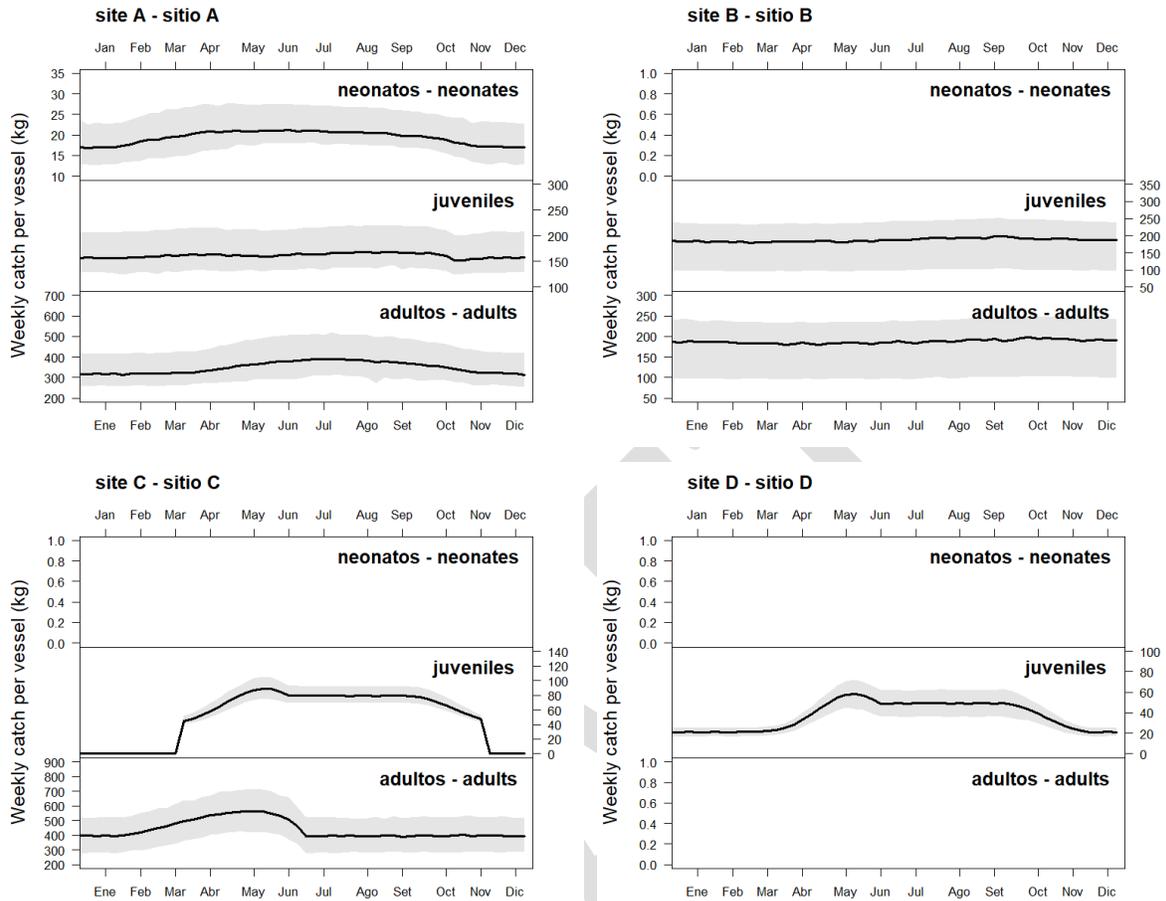


FIGURE 8. Seasonality of the landings of silky sharks (*Carcharhinus falsiformis*) by life stage (neonates, juveniles and adults) for four landing sites. Solid lines represent the mean of the catch and grey bands the 90% confidence interval based on Monte Carlo simulations.

FIGURA 8. Estacionalidad de los desembarques de tiburón sedoso (*Carcharhinus falsiformis*) por estadio (neonatos, juveniles y adultos) para cuatro sitios de desembarque. Las líneas sólidas representan la media de las capturas y las bandas grises el intervalo de confianza al 90% basado en las simulaciones de Monte Carlo.

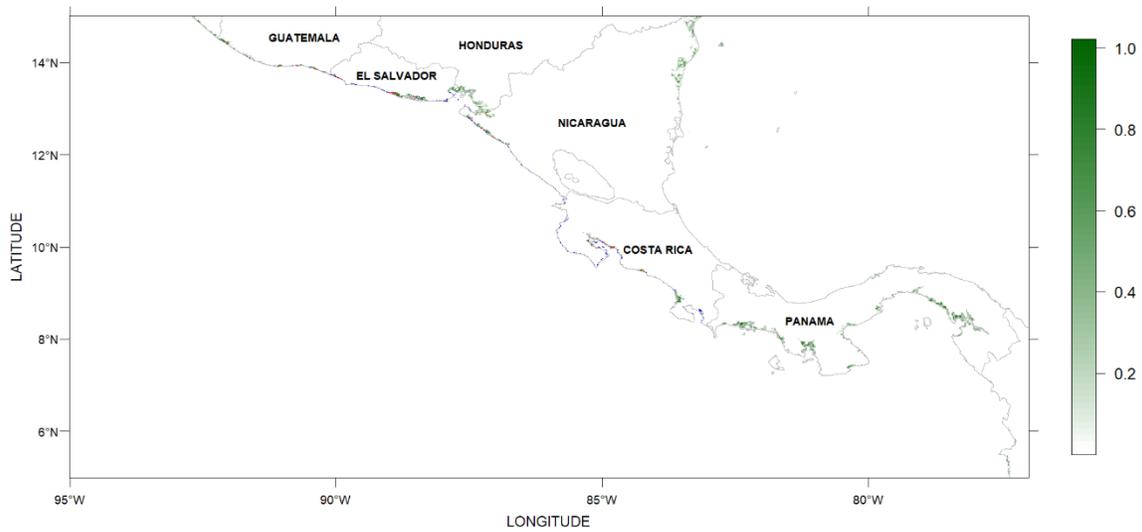


FIGURE 9. Landing sites (red, blue) and mangrove coverage (green). Landing sites in areas with more than 10% of mangrove coverage were classified as mangrove sites (red); the remaining landing sites were classified as beach sites (blue).

FIGURA 9. Sitios de desembarque (rojo, azul) y cobertura de manglares (verde). Los sitios de desembarque con más de 10% de cobertura fueron clasificados como sitios de manglar (rojo), el resto de sitios de desembarque fueron clasificados como sitio de playa (azul).

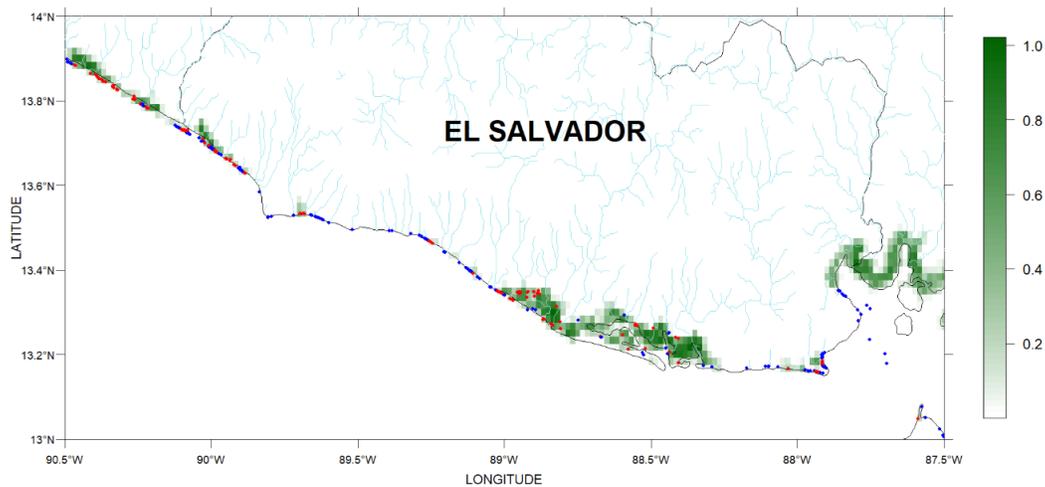


FIGURE 10. Landing sites, mangrove coverage (green) and rivers in El Salvador. Landing sites in areas with more than 10% of mangrove coverage were classified as mangrove sites (red); the remaining landing sites were classified as beach sites (blue).

FIGURA 10. Sitios de desembarque, cobertura de manglares (verde) y ríos en El Salvador. Los sitios de desembarque con más de 10% de cobertura fueron clasificados como sitios de manglar (rojo), el resto de sitios de desembarque fueron clasificados como sitio de playa (azul).

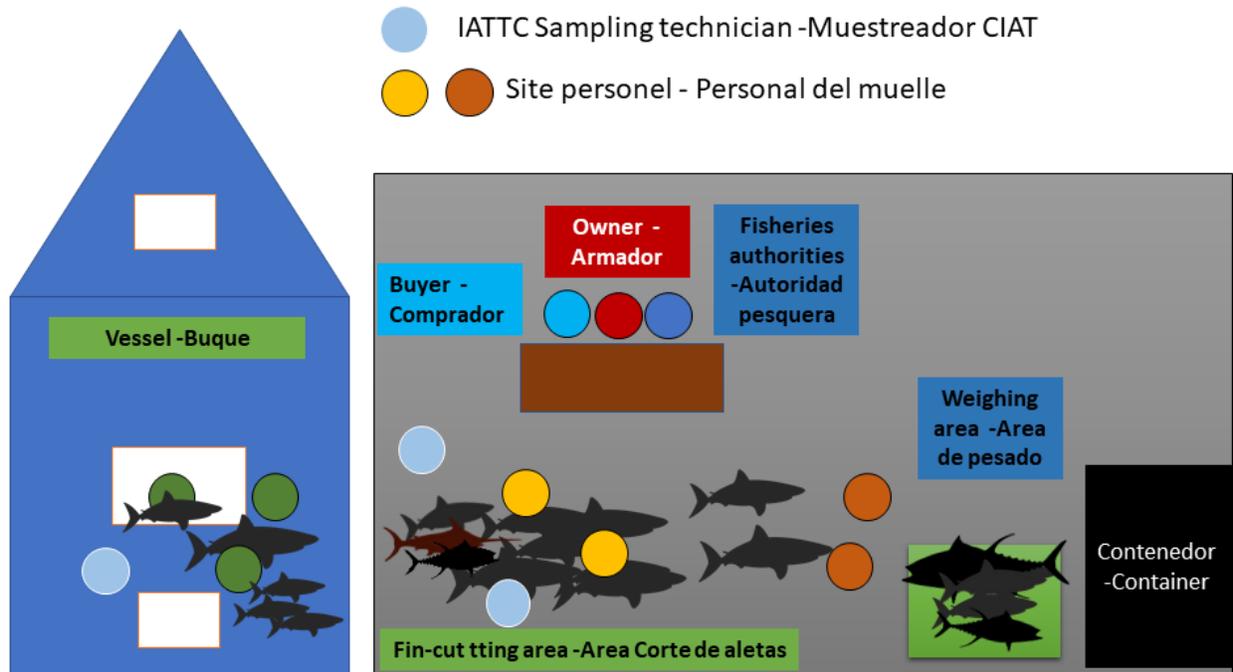


FIGURE 13. Schematic of super-sampling for 'one-by-one' unloading.
FIGURA 13. Esquema de supermuestreo para descarga "uno por uno".

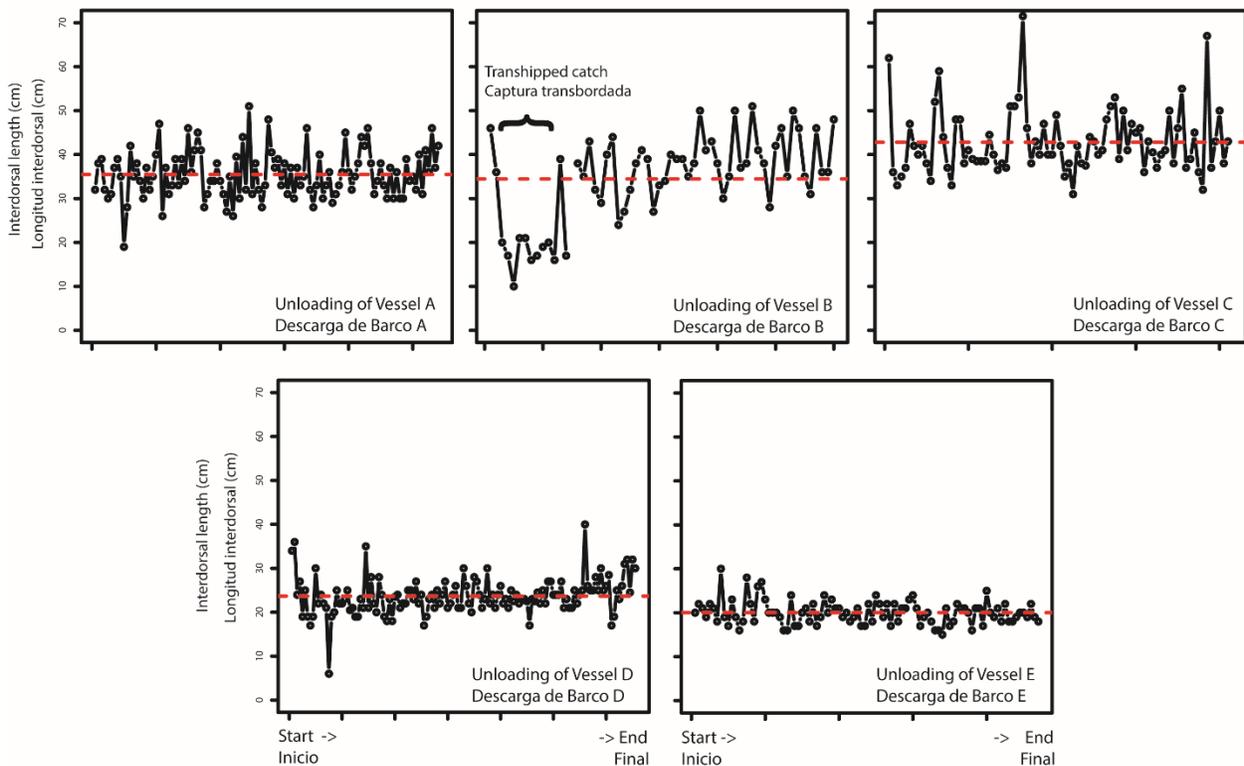


FIGURE 14. LID of silky sharks (cm), according to the order in which they were unloaded from the vessel, for 5 of the 6 super-samples collected with the initial super-sampling protocol.

FIGURA 14. LID del tiburón sedoso (cm), de acuerdo al orden en que fueron descargados de las embarcaciones, para 5 de 6 de los supermuestras colectados con el protocolo de supermuestreo inicial.

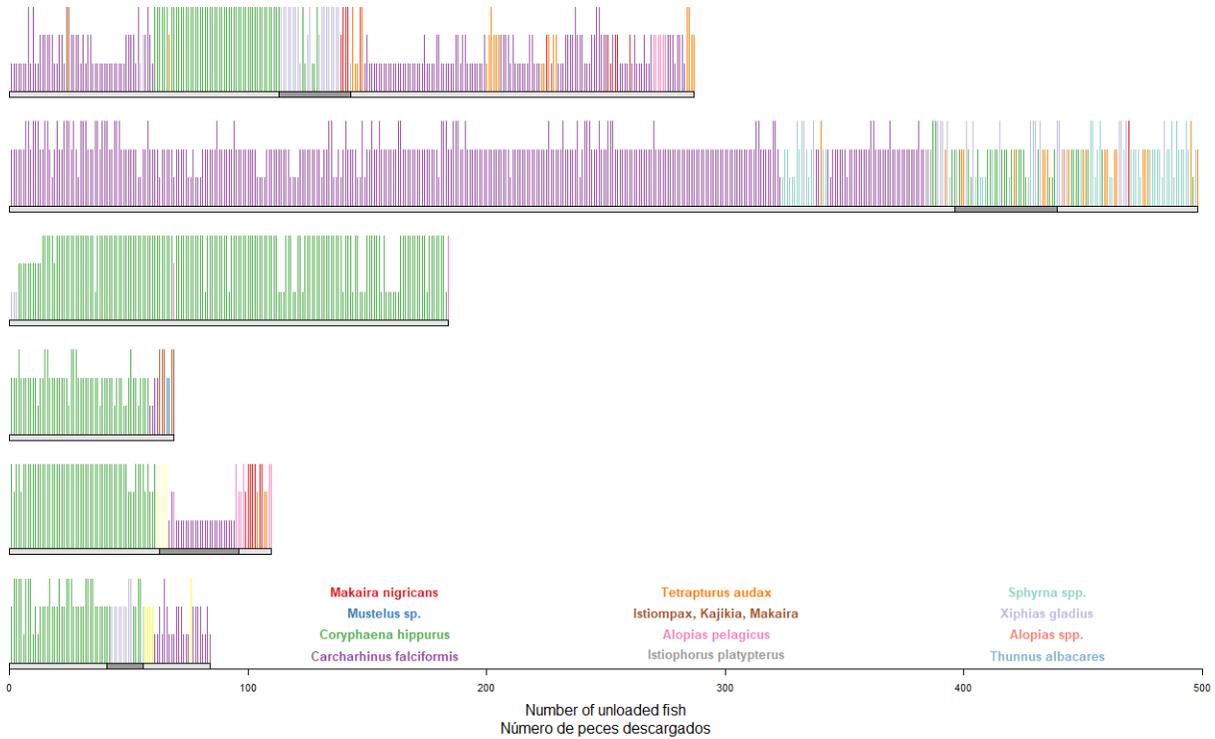


FIGURE 15. Species and size composition of the 6 super-samples collected with the simplified protocol, according to the order in which they were unloaded from the vessel. Color codes species and the vertical size of the bar the weight class (small, medium and large). The gray and black horizontal bar at the bottom of each super-sample indicates the “unloading blocks” that were identified (see text).

FIGURA 15. Especies y composición de tamaños de 6 de los supermuestras colectadas con el protocolo simplificado, de acuerdo al orden en que fueron descargados de la embarcación. El color representa las especies y el tamaño de la barra vertical la categoría de peso (pequeño, mediano y grande). Las barras horizontales negras y grises en la parte inferior de cada supermuestra indica los “bloques de descarga” que fueron identificados (ver texto).

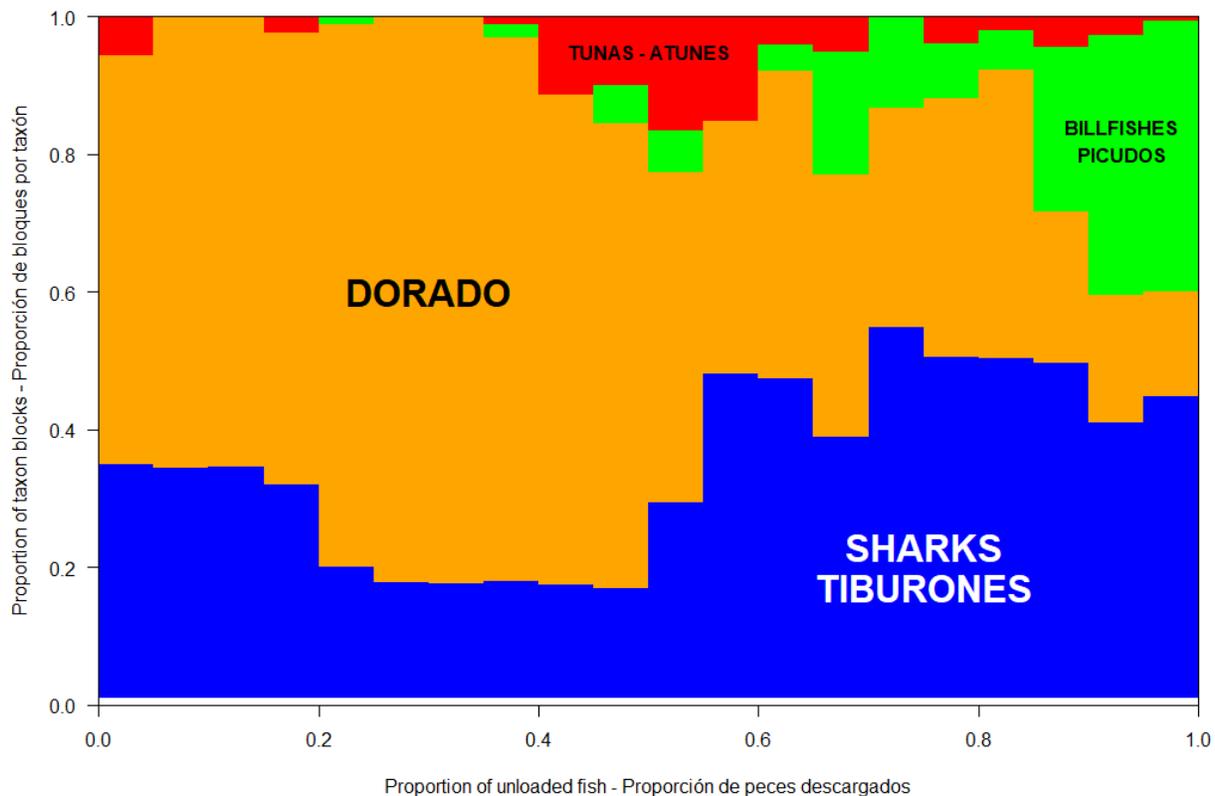


FIGURE 16. Average species composition of the six unloadings shown in Figure 8, in 5% fractions, from the start to the end of unloading. The x-axis corresponds to the timeline of unloading, from a proportion of 0 (the start) to a proportion of 1 (the end).

FIGURA 16. Composición de especies promedio de las seis descargas mostradas en la Figura 8, en fracciones de 5%, del inicio al final de la descarga. El eje x corresponde a la línea de tiempo de la descarga, desde la proporción 0 (inicio) hasta la proporción 1 (final).



FIGURE 17. An example of a 'group' unloading.

FIGURA 17. Ejemplo de descarga “en grupo”.

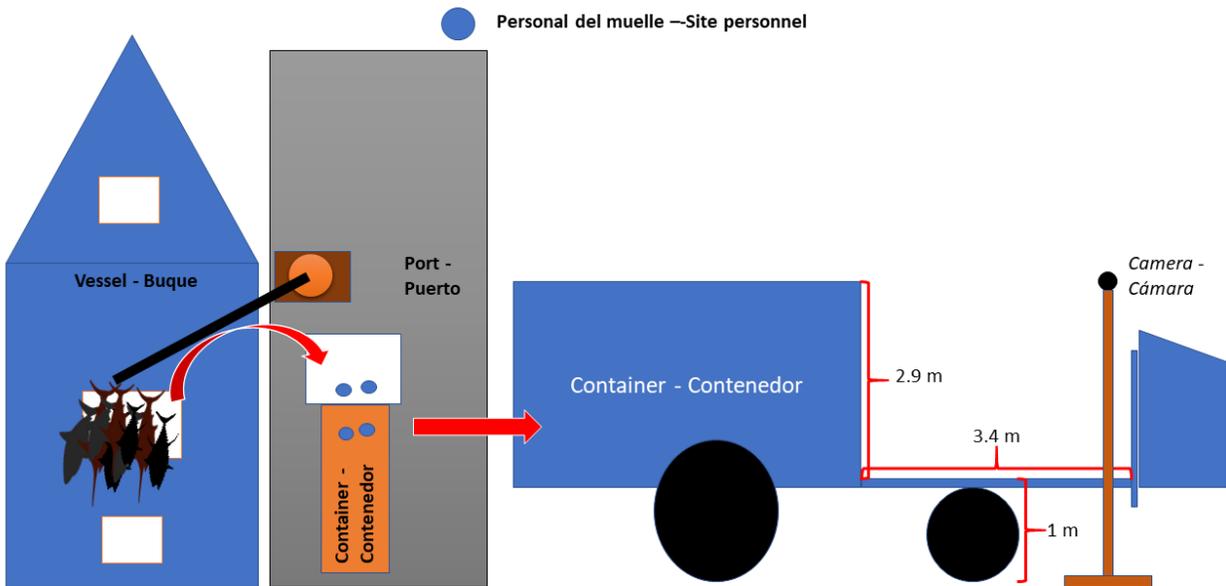


FIGURE 18. Schematic of super-sampling for ‘group’ unloading.
 FIGURA 18. Esquema del supermuestreo para la descarga “en grupo”.

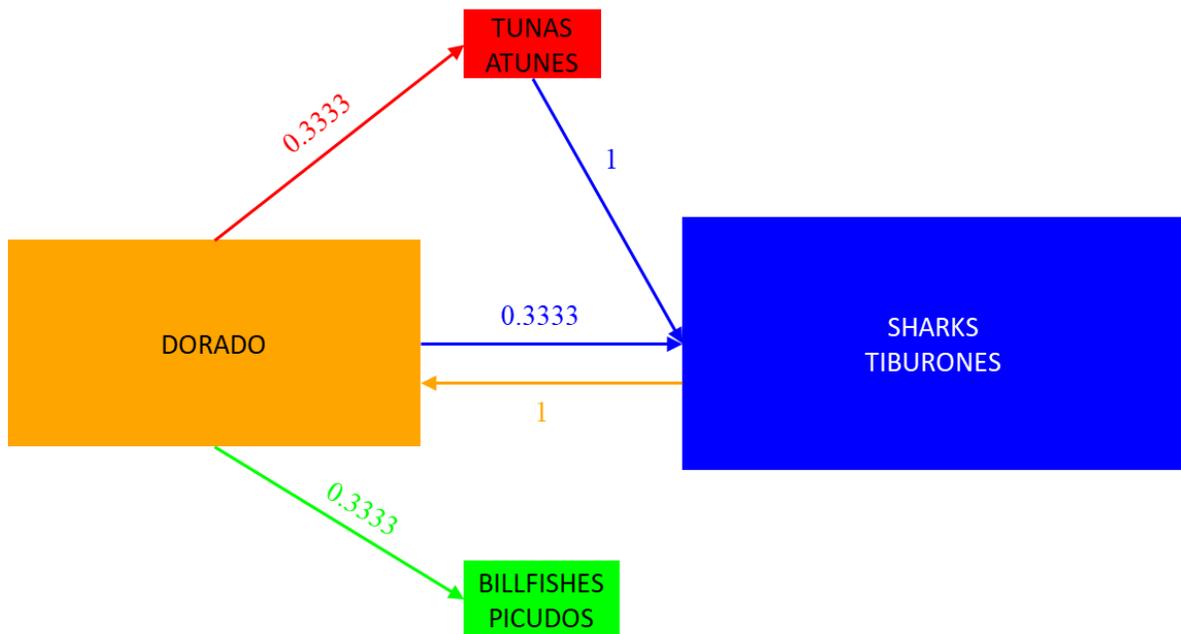


FIGURE 19. Diagram representing the transition between taxon blocks. The size of the box is proportional to the estimated proportion of fish in the catch (in numbers) and the arrows show the probability of jumping to other unloading blocks, the color representing the next unloading block.

FIGURA 19. Diagrama representando la transición entre bloques de taxones. El tamaño de la caja es proporcional a la proporción estimada de los peces en la captura (en número) y las flechas muestran la probabilidad de saltar a otro bloque de descarga, el color representando el siguiente bloque de descarga.

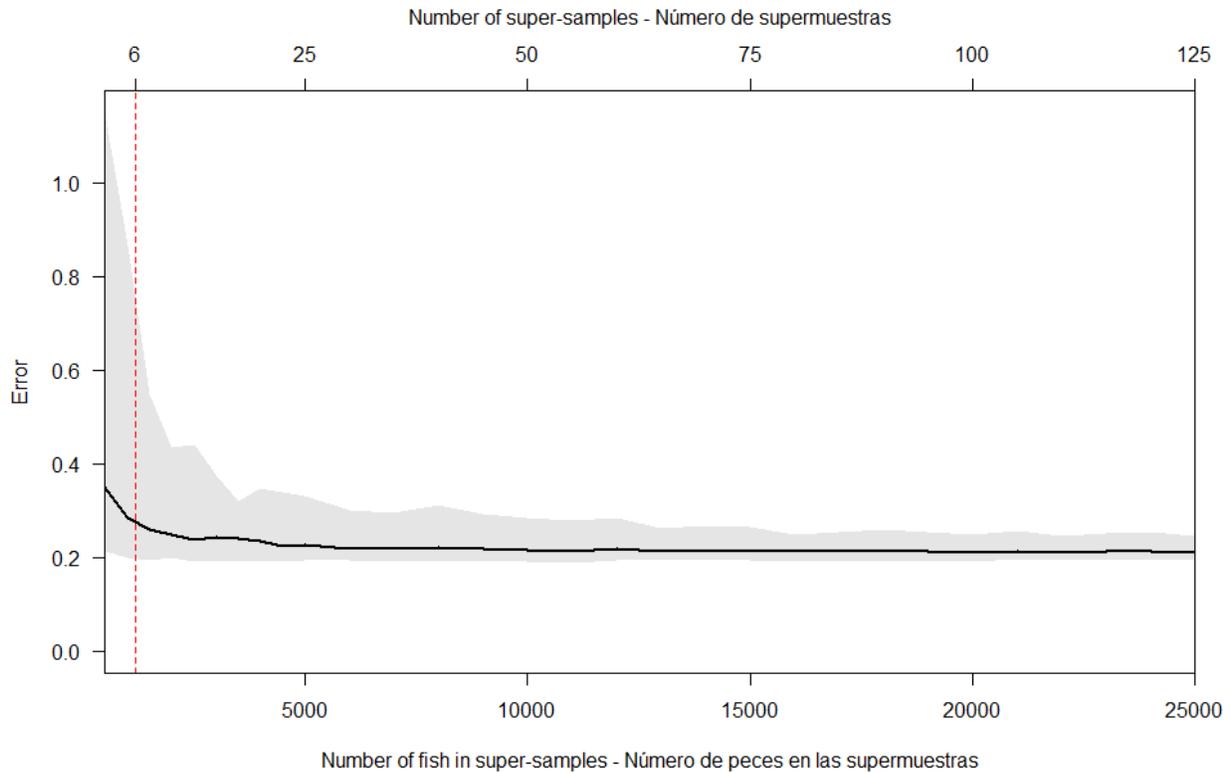


FIGURE 20. Estimation error for the SMC (solid black line), and estimation error variance (shaded gray region), as a function of the number of super-samples and the number of fishes in the super-sample. The dashed red line indicates the number of super-samples currently available.

FIGURA 20. Estimación del error para el CMS (línea negra sólida), y varianza del error en la estimación (área gris), como función del número de supermuestras y el número de pescados en la supermuestra. La línea guionada roja indica el número de supermuestras actualmente disponibles.

TABLE 1. Fishing localities and landing sites (identified from historical data, satellite imagery and after in situ verification), in total and with shark fisheries.

TABLA 1. Localidades pesqueras y sitios de desembarque (identificados a partir de datos históricos, imágenes satelitales y después de las verificaciones *in situ*), en total y con pesquerías de tiburones.

	Fishing localities – Localidades pesqueras		Landing sites – Sitios de desembarque	
	Total	With shark landings – Con desembarques de tiburones	Total	With shark landings – Con desembarques de tiburones
Costa Rica	121	41	152	102
El Salvador	89	55	244	183
Guatemala	51	32	182	133
Nicaragua	39	34	149	109
Panama	39	36	68	52
Total	339	198	795	579

TABLE 2. Total number of PNG vessels by country and data source. (*: data in process of analysis, see text).

TABLA 2. Número total de embarcaciones PNG por país y fuente de datos. (*: datos en proceso de análisis, ver texto).

	Data source – Fuente de datos			
	Registry - Registros	Satellite - Satélite	Sampling technicians - Muestreadores	Fishers - Pescadores
Costa Rica	1,653	1,064	312	1,545
El Salvador	2,926	2,213	2,770	2,448
Guatemala	1,395	1,193	662	974
Nicaragua	1,913	804	1,239	1,128
Panama	*	419	930	3071
Total	7,887	5,693	5,913	9,166

TABLE 3. Landing site characteristics collected in the fisher interviews.

TABLA 3. Características del sitio de desembarque colectados en las entrevistas a los pescadores.

Tipo de información	VARIABLES REGISTRADAS
Barcos	Número total observado al momento de realizar la entrevista, número reportado por los pescadores.
Esfuerzo	Tipo de motor y caballaje, rango (m), número de barcos activos, número promedio de días de pesca por embarcación, número de días de descanso entre viajes, número de pescadores por embarcación.
Arte de pesca	<u>Palangre:</u> número de lances, longitud de la línea madre, anzuelos (número, tipo, tamaño), días efectivos de pesca, carnada, posición vertical de la línea en la columna de agua, uso de reinales de acero. <u>Redes agalleras:</u> número de lances, largo y profundidad de la red, posición vertical de la red en la columna de agua, tamaño de malla.

Captura	Especies principales desembarcadas y tipo de captura procesada, diferencias estacionales (seca y lluviosa).
---------	---

TABLE 4. Percent use of gears in the PNG fleet, by season.

TABLA 4. Porcentaje de uso de artes de pesca en la flota PNG, por temporada.

%	Season - Temporada		Overall - Total
	Dry –Seca	Rainy –Lluviosa	
Gillnet – Red agallera	66	63	65
Longline – Palangre	17	19	18
Handline – Línea de mano	17	18	17
Purse seine - Cerco	≈ 0.1	≈ 0.1	≈ 0.1

TABLE 5. Variables collected during the second set of interviews on catch and effort.

TABLA 5. Variables colectadas durante el segundo grupo de entrevistas sobre captura y esfuerzo.

Tipo de información	Variables registradas
Flota y tripulación	Número de barcos (presente y pasado), número de tripulantes y otros operadores en el sitio de desembarque, número de compradores con los que el barco ha trabajado durante el último año.
Esfuerzo	Número de viajes por semana y por condiciones ambientales (Bueno, malo) y estaciones (seca y lluviosa).
Captura	Volumen de descarga por viaje (mínimo, máximo y típico) por estación y, para tiburones, por estadio (neonate, juvenile y adulto); estacionalidad de los desembarques (inicio, final y mes pico); área de pesca (distancia a la costa y profundidad), tipo de procesamiento de la captura y nombre común de las especies en el sitio de descarga.

TABLE 6. Examples of rules to be tested for sampling the PNG fleet.

TABLA 6. Ejemplos de reglas a ser evaluadas para el muestreo de la flota PNG.

Regla	Parametrización
El observador permanece en la misma localidad pesquera por n semanas.	n , el número de semanas antes de potencialmente moverse a otra localidad pesquera.
El observador viaja a otra localidad pesquera	Una distribución basada en la distancia entre localidades pesqueras (e.g. más probable ir a una localidad cercana) e importancia (e.g. más probable ir a una localidad con mayor promedio de capturas de tiburones).
El observador viaja a distintos sitios de desembarque dentro de la misma localidad pesquera.	Selección aleatoria de lugares de desembarque, tomando en cuenta el número de barcos de cada sitio.

TABLE 7. NPG vessels and landing sites surveyed.
TABLA 7. Barcos NPG y sitios de desembarque entrevistados.

	Vessels surveyed – Barcos entrevistados	Fishing locality – Localidad pesquera	Landing sites – Sitios de desembarque
Costa Rica (119)	112	Puntarenas	10
	3	Chacarita	1
	4	Boca Vieja	1
Panama (62)	36	Puerto Pedregal	5
	1	Puerto Remedios	1
	1	Puerto Mutis	1
	8	Puerto Panamá	1
	1	Puerto Juan Díaz	1
	11	Puerto Vacamonte	1
	3	Puerto Mensabé	1
	1	Puerto Coquira	2
Total	181	11	25

TABLE 8. Preservation methods used by NPG vessels for shark catches in Costa Rica and Panama.
TABLA 8. Métodos de conservación usados por la flota NPG para la captura de tiburones en Costa Rica y Panamá.

	Preservation method – Método de conservación	Vessels - Barcos	
		Number – Número	%
Costa Rica (88)	Congelado	13	17
	Fresco/Hielo	75	83
Panama (62)	Congelado	31	50
	Fresco/Hielo	31	50

TABLE 9. Weighing methods used for shark catches by NPG vessels in Costa Rica and Panama.
TABLA 9. Métodos de pesaje usados para las capturas de tiburones por la flota NPG en Costa Rica y Panamá.

	Weighing method – Método de pesaje	Vessels - Barcos	
		Number – Número	%
Costa Rica (82)	Uno a uno	13	16
	En grupo	63	77
	Ambos	6	7
Panama (34)	Uno a uno	0	0

	En grupo	31	91
	Ambos	3	9

TABLE 10. Time (minutes) available for measuring fish in Costa Rica and Panama, by unloading method (N.A.: data not available).

TABLA 10. Tiempo (minutos) disponible para medir peces en Costa Rica y Panamá, según método de descarga (N.A.: datos no disponibles).

	Método de conservación		Método de descarga	
			Uno a uno	Grupo
Costa Rica	Fresco/Hielo	Antes del pesaje	4	10
		Después del pesaje	0	0
	Congelado	Antes del pesaje	1	10
		Después del pesaje	N.A.	0
Panama	Fresco/Hielo	Antes del pesaje	2	4
		Después del pesaje	1	4
	Congelado	Antes del pesaje	4	N.A.
		Después del pesaje	2	N.A.

TABLE 11. Weight categories used in the super-sampling.

TABLA 11. Categorías de peso usadas en el supermuestreo.

Taxon	Small (kg) - Pequeños (kg)	Medium (kg) - Medianos (kg)	Large (kg) - Grandes (kg)
Sharks – Tiburones	<25	25-32	>32
Dorado	<3	3-6	>6
Billfishes – Picudos	<25	25-45	>45
Tunas – Atunes	<20	20-30	>30

TABLE 12. Description of the identified unloading blocks. Main species (based on proportion in number) are indicated. Any other species present is considered a secondary species for that block. See the text for details.

TABLA 12. Descripción de los bloques de descarga identificados. La especie principal (basada en proporción en número) son indicadas. Cualquier otra especie presente es considerada una especie secundaria para ese bloque. Ver el texto para los detalles.

Unloading block – Bloque de descarga	Main species – Especie principal	Secondary species – Especies secundarias
DORADO	96.1% <i>Coryphaena hippurus</i> (DOL)	<i>Mustelus spp.</i> , <i>Carcharhinus falciformis</i> , <i>Tetrapturus audax</i> , <i>Alopias pelagicus</i> , <i>Istiophorus platypterus</i> , <i>Xiphias gladius</i> , <i>Alopias spp.</i> , <i>Thunnus albacares</i>
SHARKS – TIBURONES	86.7% <i>Carcharhinus falciformis</i> (FAL)	<i>Makaira nigricans</i> , <i>Coryphaena hippurus</i> , <i>Tetrapturus audax</i> , <i>Istiompax spp.</i> , <i>Kajikia spp.</i> , <i>Makaira spp.</i> , <i>Istiophorus platypterus</i> , <i>Sphyrna spp.</i> , <i>Xiphias gladius</i> , <i>Alopias spp.</i> , <i>Thunnus albacares</i>
TUNAS – ATUNES	63.4% <i>Thunnus albacares</i> (YFT)	<i>Makaira nigricans</i> , <i>Coryphaena hippurus</i> , <i>Xiphias gladius</i>
BILLFISHES - PICUDOS	51.9% <i>Xiphias gladius</i> (SWO)	<i>Makaira nigricans</i> , <i>Coryphaena hippurus</i> , <i>Tetrapturus audax</i> , <i>Thunnus albacares</i>

TABLE 13. Parameters estimated for the taxon block transition matrix. Results are based on the six super-samples shown in Figure 15.

TABLA 13. Parámetros estimados para la matriz de transición de bloques por taxón. Los resultados están basados en las seis supermuestras mostradas en la Figura 15.

Taxon block – Bloque por taxón	Proportion - Proporción	Probability of jump – Probabilidad de salto
DORADO	36.20%	SHARKS (33.33%), TUNA (33.33%), BILLFISH (33.33%) TIBURONES(33.33%), ATUNES (33.33%), PICUDOS (33.33%)
SHARKS – TIBURONES	54.39%	DORADO (100%)
TUNAS – ATUNES	4.07%	SHARKS (100%) – TIBURONES (100%)
BILLFISHES - PICUDOS	5.34%	Terminal group (no transitions observed to other groups) Grupo terminal (no se observaron transiciones a otros grupos).

ANEXO. PROTOTIPO DE FICHA DE MUESTREO DE COMPOSICIÓN DE LA CAPTURA Y ESFUERZO DE LA FLOTA PNG.

Formulario de muestreo para la flota de "Pangas" de Centroamérica – N° _____

1. Información General

Nombre del observador: _____ Código del observador: _____
 Localidad pesquera ID: _____ Sitio de Descarga ID: _____ Fecha: dd/mm/aaaa Hora: _____
 Embarcación: _____ Matrícula: _____ Tipo: Panga/Mediana/Avanzada
 Fecha zarpe: dd/mm/aaaa – HH:MM Fecha arribo: dd/mm/aaaa – HH:MM N° viajes semana pasada: _____
 Número de tripulantes: _____ Número de fileteros: _____ Comprador: _____

2. Proceso de la descarga

	Total	Descarga	Fileteo	Pesaje
Hora inicio				
Hora fin				

3. Área de pesca y condiciones ambientales

¿Frente a qué playa pesco?	Artes usados	Distancia a la costa	Latitud	Longitud	Profundidad (todas las artes)	
					Mínima	Máxima
	LL GN LHP PS	km mn			m bz	m bz

Condiciones ambientales durante la faena de pesca (0: malas, 1: buenas):

Si fueron malas, indique: Viento Marea Tormenta Otros: _____

4. Captura.

Especie objetivo: _____ Calificación de la captura total: (1: muy mala – 2: mala – 3: normal – 4: buena – 5: muy buena)

Especie	Código FAO	CCE ¹	Manifiesto de descarga				Descarga			
			Número	Peso kg lb	Estadios capturados			Número	Peso kg lb	Tipo de corte
					Neonato	Juv.	Adulto			
	DOL									
	FAL							(Tabla 5)		
	SPL							(Tabla 5)		

5. Número de cuerpos en la descarga por estadios (tiburones y rayas)

	Especie (código FAO)						
	FAL	SPL					
0 – Neonatos							
1 – Juveniles							
2 - Adultos							
3- Hembras grávidas ²							

¹ CCE: Calificación de la captura por especie. 1: muy mala – 2: mala – 3: normal – 4: buena – 5: muy buena.

² Realizar siempre la biometría para las hembras grávidas, indicar en la columna de observaciones ("Obs.") el número de crías si es posible o AB si abortó durante la captura y las crías fueron descartadas o no pueden ser contadas.

6. Esfuerzo

PALANGRE	Carnada: 1. _____ (%) 2. _____ (%) 3. _____ (%)						
Reinal de acero	N° de lances	N° de anzuelos	Tipo de anzuelo	Profundidad (m bZ)		Duración faena	
				MIN	MAX	Total	Efectiva
SÍ [] NO []							
RED AGALLERA	N° de lances: _____ Longitud: _____ m Alto: _____ m Luz de malla: _____ / _____ / _____ pulgadas						
LÍNEA DE MANO	N° de lances: _____ N° anzuelos: _____ Carnada: 1. _____ (%) 2. _____ (%) 3. _____ (%)						

7. Biometría

N°	Cód. FAO	Sexo	Estadio	Madurez	Longitud				Peso (kg)				Obs.	
					LT/LD ³	LP/AD ⁴	LID ⁵	LIC ⁵	Total	Visceras	Cabeza	Aletas		
01		[M] [H]												
02		[M] [H]												
03		[M] [H]												
04		[M] [H]												
05		[M] [H]												
06		[M] [H]												
07		[M] [H]												
08		[M] [H]												
09		[M] [H]												
10		[M] [H]												
11		[M] [H]												
12		[M] [H]												
13		[M] [H]												
14		[M] [H]												
15		[M] [H]												
16		[M] [H]												
17		[M] [H]												
18		[M] [H]												
19		[M] [H]												
20		[M] [H]												
21		[M] [H]												
22		[M] [H]												
23		[M] [H]												
24		[M] [H]												
25		[M] [H]												
26		[M] [H]												
27		[M] [H]												
28		[M] [H]												
29		[M] [H]												
30		[M] [H]												
31		[M] [H]												
32		[M] [H]												
33		[M] [H]												
34		[M] [H]												
35		[M] [H]												
36		[M] [H]												
37		[M] [H]												
38		[M] [H]												
39		[M] [H]												
40		[M] [H]												
41		[M] [H]												
42		[M] [H]												

³ Longitud total (LT, cm) para tiburones, longitud de disco (LD, cm) para rayas.

⁴ Longitud precaudal (LP, cm) para tiburones, ancho de disco (AD, cm) para rayas.

⁵ Longitud interdorsal (LID, cm) y longitud interna del clasper (LIC, mm) para tiburones.