

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

14^a REUNIÓN

La Jolla, California (EE. UU.)
15-19 de mayo de 2023

DOCUMENTO SAC-14 INF-I

PROGRAMA REFORZADO DE MONITOREO PARA CAPTURAS DE ATÚN PATUDO
ASPECTOS LOGÍSTICOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Cristina De La Cadena, Luis Chompoy, Cleridy E. Lennert-Cody, Brad A. Wiley, Ernesto Altamirano Nieto,
Jean-François Pulvenis, Nickolas W. Vogel, Alexandre Aires-da-Silva

ÍNDICE

RESUMEN	1
ANTECEDENTES	2
A. ESTUDIO PILOTO DEL PRM	2
A.1 Estudio piloto del PRM: Medidas preliminares	3
A.2 Estudio piloto del PRM: Selección de viajes y bodegas para el muestreo.....	5
A.3 Fase 1 del estudio piloto del PRM: muestreo intensivo	5
A.4 Fase 2 del estudio piloto del PRM: prueba de campo del protocolo de muestreo diseñado	8
A.5 Control de calidad.....	10
A.6 Muestreo de descargas con red de carga.....	10
B. PLAN DE TRABAJO DEL PRM PARA 2023	12
B.1 Protocolo de muestreo del PRM: detalles logísticos de la implementación en campo	12
B.2 Gestión de datos brutos.....	13
B.3 Muestreo en otros puertos con descargas de BET	13

RESUMEN

La resolución [C-21-04](#), que estableció medidas de conservación para los atunes tropicales en el Océano Pacífico oriental (OPO) durante el periodo 2022-2024, incluyó la creación de un Programa Reforzado de Monitoreo (PRM) para fortalecer el sistema de monitoreo y control de las capturas cerqueras de atún patudo (BET; *Thunnus obesus*). Uno de los beneficios del PRM es que apoyará a los armadores y capitanes de los buques en el monitoreo de sus capturas para un mejor cumplimiento de los objetivos de la resolución C-21-04.

La implementación del PRM estuvo precedida de un estudio piloto para desarrollar y probar los protocolos de muestreo (ver [SAC-14-10](#)). Dicho estudio, que se llevó a cabo entre septiembre de 2022 y febrero de 2023, constó de dos fases. La primera incluyó el muestreo intensivo de la captura de las bodegas de buques individuales para su uso en estudios de simulación de diseños de muestreo. La segunda consistió en realizar pruebas de campo del mejor diseño de muestreo obtenido de la Fase 1.

Este documento proporciona información detallada sobre los aspectos logísticos y operacionales asociados a las dos fases del estudio piloto. Además, el documento brinda información sobre los pasos

necesarios para poner en marcha el PRM a partir de marzo de 2023. La información de los estudios de simulación realizados puede encontrarse en el documento [SAC-14-10](#).

ANTECEDENTES

Mediante la resolución C-21-04, adoptada por la Comisión a finales de octubre de 2021, se estableció un Programa Reforzado de Monitoreo (PRM) para apoyar el fortalecimiento del sistema de monitoreo y control de las capturas de atún patudo (BET; *Thunnus obesus*) realizadas por buques cerqueros, con el fin de abordar las preocupaciones de conservación de esta especie. El PRM realizará muestreos de las capturas de los viajes de los buques cerqueros que se considere que pueden contener una cantidad importante de BET.

El PRM comenzó con un estudio piloto para desarrollar y hacer pruebas de campo de los diseños de muestreo para la estimación de la composición de la captura a nivel de bodega y a nivel de viaje. Este estudio piloto constó de dos fases. En la Fase 1, se recolectaron datos para un estudio de simulación para desarrollar diseños de muestreo. La recolección de datos durante la Fase 1 se centró en el muestreo intensivo de la captura de bodegas específicas, el cual fue necesario para identificar y caracterizar las tendencias en la composición por especie y talla de la captura a medida que se descargaban las bodegas; la Fase 2 consistió en realizar pruebas de campo de los diseños de muestreo desarrollados durante la Fase 1 para identificar y resolver problemas logísticos antes del inicio del PRM en marzo de 2023.

El estudio piloto se llevó a cabo en los puertos de Manta y Posorja, Ecuador. Según los datos de años anteriores, en estos puertos se lleva a cabo la mayor cantidad de descargas de BET en la región ([SAC-13 INF-L](#)). Estos puertos reciben capturas de BET de buques con pabellón ecuatoriano, así como de buques registrados en otros países, como Panamá, Venezuela, Estados Unidos, España, El Salvador y Nicaragua.

Este documento contiene información sobre aspectos logísticos relacionados con la implementación del estudio piloto del PRM (Sección A) y para el PRM en 2023 (Sección B). En la Sección A.1 se describen las medidas preliminares adoptadas para el estudio piloto. En la Sección A.2. se describen los criterios utilizados para seleccionar los viajes y las bodegas para el muestreo durante el estudio piloto. Las secciones A.3 y A.4 contienen una descripción de los principales aspectos que se consideraron para la implementación de la Fase 1 y la Fase 2 del estudio piloto, respectivamente. La Sección A.5 describe cómo se ha utilizado la tecnología en el programa para ayudar a garantizar la recolección de datos de alta calidad. La Sección A.6 ofrece un informe detallado sobre los desarrollos derivados del estudio piloto en relación con el muestreo de viajes que utilizan métodos de descarga menos comunes, centrándose en una descripción del entorno de trabajo asociado a estos tipos de métodos de descarga y en las medidas adoptadas para mitigar los desafíos que presenta el muestreo. En la Sección B se presentan los detalles de las decisiones tomadas sobre los aspectos logísticos para la implementación del protocolo de muestreo del PRM y cómo se buscó la eficiencia en el uso de los recursos para aumentar el número de viajes de pesca que se pueden muestrear al año.

A. ESTUDIO PILOTO DEL PRM

El estudio piloto se realizó entre septiembre de 2022 y febrero de 2023, en los puertos de Manta y Posorja en Ecuador. Debido a limitaciones logísticas y presupuestarias, durante el estudio piloto no se consideró la posibilidad de realizar muestreos en puertos de otros países. Además, dado que una proporción significativa de la captura cerquera de BET en el OPO es descargada en estos puertos por buques de diversos pabellones, se determinó que la recolección de datos de la descarga de BET para estudios de simulación destinados a obtener la mejor estimación científica de la captura por viaje de pesca podría lograrse muestreando exclusivamente las capturas descargadas en puertos ecuatorianos.

A.1 Estudio piloto del PRM: Medidas preliminares

A.1.1 Determinación de los tipos de métodos de descarga

Para establecer el protocolo de muestreo de la Fase 1, fue importante identificar primero los distintos métodos de descarga empleados en los puertos de Ecuador. Se identificaron dos categorías principales de métodos de descarga utilizados por la flota cerquera atunera: descarga estándar y descarga con red de carga. Estos métodos difieren en cuanto al momento en que la captura está disponible para el muestreo durante el proceso de descarga.

Las descargas estándar son aquellas en las que la captura descargada de la bodega está disponible para el muestreo en el parque de pesca del buque. La descarga estándar puede utilizar dos métodos:

- a) Descarga en seco: Antes de comenzar la descarga, se extrae la salmuera de la bodega. Los descargadores comienzan a descargar los peces de la bodega, uno por uno, hasta tener suficiente espacio dentro de la bodega para trabajar; esto se conoce como “abrir boca”. Posteriormente, los descargadores entran en la bodega y utilizan contenedores para sacar los peces de la bodega. Estos contenedores pueden ser de metal o plástico y su forma y tamaño puede variar dependiendo del buque. Los contenedores llenos se izan al parque de pesca con ayuda de poleas mecánicas (ver [VIDEO 1 - Descarga en seco](#)).
- b) Descarga en flotado: La salmuera se mantiene en la bodega y los descargadores sacan, uno por uno, los peces que flotan cerca de la escotilla. Esta tarea se lleva a cabo desde el parque de pesca (ver [VIDEO 2 - Descarga en flotado](#)).

Una vez que se extraen los peces de la bodega, se transportan manualmente o por cinta transportadora a una red de carga situada bajo la escotilla de la cubierta principal. Una vez llena, la red de carga se iza con una grúa hasta la cubierta principal y después a los camiones de contenedores en el muelle que transportarán los peces a las plantas procesadoras.

Una descarga con red de carga difiere de una descarga estándar en que el primer punto en el que se puede acceder a la mayor parte de la captura de la bodega para el muestreo es en la cubierta principal del buque; mientras que en una descarga estándar se puede tener acceso a toda la captura descargada de la bodega para el muestreo en el parque de pesca, que se encuentra debajo de la cubierta principal, en un entorno de trabajo más seguro. La red de carga, también llamada “chinguillo”, es una red grande que se llena dentro de la bodega. Una vez llena, ésta se iza con una grúa y se lleva a un camión en el muelle para transportarla a la planta procesadora. Si inicialmente la red de carga se iza de la bodega con el cabrestante del buque, se realiza una maniobra adicional en la cubierta principal del buque, donde la red de carga se desengancha del cabrestante y se engancha a la grúa del muelle. Los buques comienzan la descarga a través de la bodega situada bajo la escotilla de la cubierta principal, ya sea en la proa o en la popa del buque. Al principio, como en la descarga en seco, hay que hacer espacio en la bodega para la red de carga, por lo que los descargadores empiezan a sacar los peces de la bodega de uno en uno hasta que haya espacio suficiente para trabajar dentro de la bodega. Una vez que se coloca la red de carga dentro de la bodega, los descargadores la llenan. Si el buque tiene bodegas conectadas por escotillas laterales, una vez vaciada la primera bodega, los descargadores proceden a trasladar los peces de otras bodegas a la red de carga colocada en la bodega vacía mediante ductos conectados a través de las escotillas laterales de cada bodega. Este proceso puede repetirse para todas las bodegas de un buque, si hay escotillas laterales en cada una, lo que permite conectar todas las bodegas con el uso de ductos (ver [VIDEO 3 - Descarga con chinguillos](#)).

A.1.2 Reclutamiento y capacitación del personal

El PRM está dirigido por el coordinador del programa, con sede en La Jolla, California, Estados Unidos.

También se contrató a un coordinador local para la supervisión y coordinación *in situ* a través de la oficina regional de la Comisión en Manta, Ecuador. De conformidad con la planificación descrita en el documento [SAC-13 INF-E](#), se publicó una convocatoria para contratar los servicios de 20 muestreadores, 16 de ellos destinados en Manta y cuatro en Posorja. Para evitar ideas preconcebidas sobre la recolección de datos, se decidió que los candidatos no podían tener experiencia previa como observadores a bordo, ni de la CIAT, ni de programas nacionales, ni de programas privados, para garantizar la uniformidad entre los muestreadores a la hora de implementar el protocolo establecido para el estudio piloto.

Los muestreadores participaron en un taller de capacitación en el que se les instruyó sobre el protocolo de muestreo diseñado para el estudio piloto (Figura 1). El personal científico de la Comisión elaboró las instrucciones y los formularios para el muestreo durante el estudio piloto. Una consideración importante en el desarrollo del protocolo de muestreo para la Fase 1 fue que los procedimientos de recolección de datos debían procurar no afectar los procesos y tiempos normales de descarga, sin dejar de obtener los datos necesarios para realizar las simulaciones que permitieran establecer un protocolo de muestreo eficaz para estimar la captura de BET por viaje de pesca de acuerdo con el PRM. Además, los muestreadores aprendieron sobre las operaciones de las pesquerías cerqueras, los principales métodos de descarga que se utilizan en los puertos ecuatorianos y la identificación de las tres especies de atunes tropicales objeto de este estudio: BET; atún aleta amarilla (YFT; *Thunnus albacares*); y barrilete (SKJ; *Katsuwonus pelamis*).

Se proporcionó a los muestreadores equipo de protección personal (botas, cascos, cinturones de sujeción lumbar y guantes), herramientas de trabajo para contar y medir a los individuos muestreados (contadores manuales, calibradores, formularios de registro) y equipo de grabación para la supervisión a distancia (cámaras GoPro).

A.1.3 Comunicación con las autoridades y la industria

Antes de iniciar el estudio piloto, se celebró una reunión con representantes del Viceministerio de Acuicultura y Pesca de Ecuador. El objetivo de la reunión fue explicar el proceso de muestreo que se utilizaría durante el estudio piloto, el alcance del trabajo que realizarían los muestreadores en los puertos de Manta y Posorja y los canales de comunicación que se utilizarían para informar sobre los viajes de pesca seleccionados.

En Posorja, se celebraron reuniones con representantes de los tres puertos de propiedad y administración privadas ubicados en el área, para conocer sus protocolos de seguridad y acceso, y solicitar su colaboración para la implementación del programa piloto. Estas reuniones tuvieron resultados positivos, contando inclusive con el ofrecimiento de proporcionar alimentación a los muestreadores sin ningún costo.

Una de las principales preocupaciones expresadas por los representantes de la industria durante estas reuniones fue la posibilidad de que el muestreo provocara retrasos en la descarga y afectara negativamente la calidad de la captura. Se les aseguró que, en la medida de lo posible, la intervención de los muestreadores solo tendría un impacto mínimo en la duración y el flujo del proceso de descarga.

Además, a través del Viceministerio de Acuicultura y Pesca de Ecuador, se informó a los representantes de la industria de las actividades del estudio piloto y se pidió a las empresas que designaran personal de contacto. El objetivo era garantizar que el personal pudiera notificar a la empresa los viajes de pesca seleccionados para el muestreo y facilitar la coordinación antes de la llegada del buque. También se compartieron los procesos de muestreo durante la fase piloto. Por último, se celebró una reunión con el representante del programa nacional de observadores de Ecuador (PROBECUADOR) para garantizar la colaboración en los viajes seleccionados que llevarán observadores de PROBECUADOR.

A.2 Estudio piloto del PRM: Selección de viajes y bodegas para el muestreo

La selección del viaje de pesca y las bodegas para el muestreo se basó en la información preliminar del observador. Es importante señalar que esta información, compartida por el observador antes de la llegada del buque a puerto, no ha sido sometida a los procesos de control de calidad aplicados a los datos de los observadores antes de cargarlos en la base de datos de observadores permanente de la CIAT. No obstante, las actualizaciones o cambios en la información preliminar sobre las capturas son muy poco frecuentes.

El PRM utiliza dos fuentes de información preliminar de los observadores:

- a) El Informe Desde el Mar (IDM), es un informe que los observadores deben elaborar periódicamente y proporcionar al personal del buque para que se transmita al personal de la CIAT. El IDM contiene información sobre las toneladas métricas estimadas de las tres especies de atunes tropicales retenidas por el buque, las bodegas donde se almacenaron, el área de pesca y los totales acumulados de todo el viaje hasta la fecha de envío del informe. Sin embargo, la información del IDM no incluye un desglose de las cantidades de capturas de cada lance que entraron en cada bodega. Por lo tanto, solo sirve como resumen de las características de la captura por viaje y se utiliza únicamente para seleccionar viajes de pesca de interés para el muestreo.
- b) El Resumen de Lances, es una hoja de trabajo auxiliar que los observadores utilizan para registrar datos detallados necesarios para llenar formularios específicos como los Registros de Seguimiento de Atún (RSA). El RDL no se carga en la base de datos de observadores permanente de la CIAT ya que es un documento de apoyo. Sin embargo, es el único documento que proporciona información detallada sobre cómo se distribuye la captura retenida entre las bodegas y puede obtenerse antes de que el buque llegue a puerto.

El personal de la CIAT recibe periódicamente el IDM como parte del protocolo del programa de observadores y se comparte automáticamente con el PRM a través de una tabla dinámica en la intranet de la CIAT que muestra información casi en tiempo real (Figura 2). En el caso del RDL, la información suele facilitarse al personal tras la llegada del buque a puerto, como parte del paquete de formularios del observador para el viaje. Sin embargo, a efectos del PRM, fue necesario recibir el RDL antes de la llegada del buque. Se realizó una coordinación interna con el programa de observadores de la CIAT, además de comunicaciones con los representantes de los programas nacionales, para solicitar su colaboración en el envío del RDL escaneado por medios electrónicos antes de la llegada del buque a puerto.

A.3 Fase 1 del estudio piloto del PRM: muestreo intensivo

A.3.1 Selección de viajes y bodegas para el muestreo

Para la Fase 1, las bodegas de los viajes a muestrear se seleccionaron de manera oportunista dando prioridad a los viajes en los que el observador notificó capturas de BET y a los buques de las clases 4 a 6 de la CIAT con un alto nivel histórico de capturas anuales de BET. Se definieron parámetros para garantizar que los viajes seleccionados fueran representativos de los que serían de interés principal durante la implementación del PRM.

Selección de viajes: Para establecer las prioridades de muestreo, los buques cerqueros de clases 4 a 6 de la CIAT (los buques a los que se aplicará el PRM de conformidad con la resolución C-21-04) se clasificaron según las siguientes categorías, ordenadas de mayor a menor prioridad para el muestreo:

- a) Buques que, durante la implementación del estudio piloto, capturaron BET.
- b) Buques con elevadas capturas históricas de BET.
- c) Buques no incluidos en las dos primeras categorías con pocos o ningún lance sobre atunes

asociados a delfines (DEL).

- d) Buques que realizaron principalmente lances DEL.

Selección de bodegas: Las bodegas se seleccionaron en función de las características de la captura que contenían, basándose en las siguientes categorías, ordenadas dentro de cada característica de mayor a menor prioridad para el muestreo:

Tipos de lance:

- a) Lances sobre atunes asociados a objetos flotantes (OBJ).
- b) Lances sobre cardúmenes de atunes no asociados (NOA).
- c) Lances mixtos que no involucran DEL (es decir, OBJ-NOA).
- d) Lances sobre atunes asociados a delfines (DEL).

Las bodegas con tipos de lances mixtos que incluyen lances DEL no se consideraron prioritarios en esta fase del estudio.

Áreas de pesca:

Con el fin de incorporar el gradiente costa-alta mar en la captura de BET dentro del OPO (por ejemplo, [SAC-10 INF-D](#)), se definió un límite en la longitud 110°O, basado en las definiciones espaciales de las pesquerías utilizadas en la última evaluación del atún BET ([SAC-11-06 REV](#)). Se establecieron dos áreas de pesca: a) al oeste de 110°O, denominada de alta mar, u OFF (*offshore* en inglés); y b) al este de 110°O, denominada costera, o IN (*inshore* en inglés), donde la primera, OFF, tiene prioridad sobre la segunda, IN, porque las capturas anuales de BET tienden a ser mayores, en promedio, en el área al oeste de aproximadamente 110°O que en el área al este de esta longitud ([SAC-14-10](#)).

Presencia de especies de atunes:

- a) Bodegas con al menos dos especies de atunes tropicales, una de las cuales era BET.
- b) Bodegas con dos especies de atunes tropicales, ninguna de las cuales era BET.
- c) Bodegas con solo una especie de atún tropical.

También se consideró la cantidad de BET que contenía la bodega, ya que muestrear demasiadas bodegas con poca presencia de BET podría dar lugar a muchas muestras con pocos o ningún individuo de esta especie, lo que no produciría el mejor conjunto de datos para probar los diseños de muestreo para la estimación de captura de BET.

A.3.2 Proceso de muestreo

Durante la Fase 1 del estudio piloto, se utilizó principalmente una cobertura de muestreo del 10 %. Para ello, se muestreaba cada décima "unidad" de peces que era descargada de la bodega, siguiendo un protocolo de "1 de cada 10". El proceso de muestreo comenzaba con una unidad seleccionada aleatoriamente de las 10 primeras descargadas y continuaba hasta el final del proceso de descarga. Una unidad se define como un contenedor físico lleno de peces o un número fijo de peces descargados individualmente de la bodega. En los casos en que los peces se descargaban individualmente, como durante la descarga en flotado o al principio de una descarga en seco, se utilizaron unidades virtuales. Estas unidades virtuales eran prácticamente un número fijo de peces que se trataban como si estuvieran en un contenedor. El número de peces que se utilizaba para definir una unidad virtual permanecía constante durante todo el proceso de descarga y era determinado por los muestreadores al inicio del muestreo. Para ello, el tipo de contenedor que se utilizaría durante la descarga se llenó de peces, tal como se indica en el Anexo I.

La secuencia de muestreo de la unidad de peces para una bodega en concreto se determina por dos parámetros: el porcentaje de muestreo deseado y el número aleatorio utilizado para seleccionar la primera unidad de muestreo. Por ejemplo, si el número aleatorio fuera cuatro, los muestreadores contarían las unidades descargadas hasta llegar a la cuarta unidad, procesarían todos los peces de esta unidad para identificarlos por especie y medirlos (solo atunes tropicales) y, posteriormente, continuarían contando las unidades descargadas hasta llegar a la siguiente unidad por muestrear, que sería la unidad 14. Este proceso se repetía para cada décima unidad (unidad 24, unidad 34, unidad 44, etc.) hasta vaciar la bodega.

En noviembre de 2022 se probó un muestreo intensivo en el que se muestreó una de cada ocho unidades (porcentaje de cobertura del 12.5 % de las unidades). Sin embargo, el tiempo entre unidades a muestrear era demasiado corto, lo que aumentaba el riesgo de errores en la recolección de datos debido a la rapidez con la que tenían que operar los muestreadores. Para garantizar la recolección de datos de alta calidad, se llegó a la conclusión de que no era prudente continuar el muestreo con un nivel de cobertura superior al 10 %.

El muestreo de una bodega lo realizó un equipo de cuatro muestreadores con las siguientes funciones:

- a) Un muestreador contaba las unidades de peces y seleccionaba la unidad para muestrear.
- b) Dos muestreadores medían e identificaban cada atún tropical en la unidad seleccionada para el muestreo. Todos los peces de la unidad que no fueran atunes tropicales se contaban pero no se medían.
- c) Un muestreador escribía la información en formularios.

En total se formaron cinco equipos de muestreadores: cuatro en Manta y uno en Posorja. En cada equipo se designó a un muestreador principal. Debido a la naturaleza dinámica del proceso de descarga, se determinó que el mejor medio de comunicación entre los muestreadores y los coordinadores sería un chat de grupo en WhatsApp, que permite una interacción rápida. A través del chat de grupo, el coordinador local proporcionaba la información del viaje seleccionado, incluyendo el número de viaje, el nombre del buque, el puerto y la hora de descarga, el porcentaje de muestreo deseado, el número aleatorio para iniciar la secuencia de muestreo y una lista de las bodegas de las que podrían elegir muestrear. El coordinador local definía las bodegas de la lista basándose en los parámetros de selección descritos anteriormente. La lista incluía más bodegas de las que realmente el equipo podía muestrear, ya que a veces las limitaciones logísticas impedían muestrear determinadas bodegas, por lo que era necesario contar con alternativas (ver [VIDEO 4 – Protocolo de muestreo de la Fase 1 del PRM](#)).

A.3.3 Resumen de la recolección de datos

Durante la Fase 1 del estudio piloto, entre septiembre y diciembre de 2022, se muestrearon 58 viajes de pesca y 93 bodegas; con una bodega muestreada para 30 viajes, dos bodegas muestreadas para 21 viajes y tres bodegas muestreadas para siete viajes (Tabla 1). En 13 ocasiones no se pudo muestrear el 100 % de la descarga debido a varios factores que se describen a continuación:

- a) En el transcurso del estudio, se produjeron tres casos de tiempos de descarga prolongados que dificultaron la implementación del protocolo de muestreo para la descarga completa. Estos tiempos prolongados se atribuyeron a acontecimientos imprevisibles ajenos a los descargadores y al equipo de muestreo. Por ejemplo, en un caso, a pesar de 12 horas de muestreo, solo se completó el 27 % de la descarga de las bodegas debido a retrasos en el proceso de descarga. Estos retrasos pueden deberse a averías mecánicas en el buque o a retrasos en la recepción de la captura en la planta procesadora. Lamentablemente, debido a la falta de disponibilidad de un equipo de reemplazo para continuar con las tareas, se tuvo que finalizar el muestreo en este

punto del proceso.

- b) En una ocasión, tras detectarse una posible fuga de amoníaco en la bodega, la descarga se detuvo al 90 % de avance por motivos de seguridad.
- c) Las ocasiones restantes correspondieron a muestreos en la cubierta principal del buque durante descargas con red de carga. La interrupción del muestreo se debió a que la red de carga se transportó directamente de la bodega al camión en el muelle, sin detenerse antes en la cubierta principal. En la Sección A.6 se pueden encontrar más detalles sobre los desafíos que se presentaron al muestrear las descargas con red de carga durante la Fase 1 del estudio piloto.

A.4 Fase 2 del estudio piloto del PRM: prueba de campo del protocolo de muestreo diseñado

El análisis de los datos durante la Fase 1 del estudio piloto condujo al diseño de un protocolo de muestreo para las descargas estándar, el cual se puso a prueba durante la Fase 2, que se llevó a cabo entre enero y febrero de 2023. El protocolo para el muestreo de las descargas con red de carga no se ha finalizado; será necesario llevar a cabo un análisis adicional de los datos de la Fase 1 para determinar los parámetros de muestreo que proporcionarán datos de calidad conforme a los desafíos logísticos que se encontraron durante este tipo de descarga, incluyendo los pocos casos especiales de descarga con redes de carga por buques con cámaras frigoríficas.

El protocolo de muestreo de descargas estándar requiere que se muestreen un mínimo de seis bodegas por viaje de pesca, de las que se obtiene una muestra sistemática de unidades de cada bodega con una cobertura de muestreo del 3.33 % de las unidades descargadas. Este muestreo sistemático se consigue seleccionando una unidad de cada 30, a partir de una unidad elegida aleatoriamente entre las 30 primeras unidades descargadas de la bodega. Las bodegas que se van a muestrear se eligen aleatoriamente entre las que tienen una captura del estrato (o estratos) principal de captura de interés para el viaje, tal como se describe en la Sección A.4.1.

Se ha determinado que este protocolo produce estimaciones fiables de la captura de BET con un margen de error razonable para el viaje o para el estrato principal de captura del viaje ([SAC-14-10](#)). Los muestreadores pueden ejecutarlo a largo plazo sin interferir indebidamente con el proceso normal de descarga de la captura.

A.4.1 Selección de viajes y bodegas para el muestreo

Los estratos de captura, que se definieron para la estimación de la captura a nivel de viaje ([SAC-14-10](#)), se utilizaron para seleccionar viajes de pesca y bodegas para el muestreo. Estos estratos se basan en el tipo de lance y el área de pesca asociada con la captura en las bodegas de un viaje. Los tipos de lance de mayor prioridad para el muestreo fueron los lances OBJ y NOA. Se definieron tres áreas de pesca: al oeste de la longitud 110°O (OFF); entre 110°O y 95°O (IN-oeste); y al este de 95°O (IN-este). Dado que las estrategias de los buques para llenar las bodegas no consideran la división según estos estratos, se permitió cierta flexibilidad a la hora de asignar las bodegas a los estratos espaciales considerando un margen de 2° para los estratos descritos. Es decir, si parte de la captura contenida en una bodega se encontraba 2° o menos fuera del área de pesca dominante de la captura en la bodega, entonces la bodega se asigna a esta área de pesca dominante para el componente espacial de la estratificación (es decir, a efectos de muestreo y estimación de la captura, se considera que la captura en la bodega procede de un único estrato espacial). Si una parte de la captura en la bodega se realizó fuera de esta área de 2°, se considera que la bodega tiene una captura asociada a dos estratos espaciales y, por lo tanto, se consideraría una bodega de estrato mixto. Con estas definiciones de tipo de lance y área de pesca, se definieron los siguientes estratos de captura para la selección de las bodegas que se muestrearían, enumeradas por orden de prioridad, de mayor a menor:

- OBJ OFF: captura de lances OBJ realizados al oeste de 110°O
- OBJ IN-oeste: captura de lances OBJ realizados entre 110°O y 95°O
- OBJ IN-este: captura de lances OBJ realizados al este de 95°O
- NOA OFF: captura de lances NOA realizados al oeste de 110°O
- NOA IN-oeste: captura de lances NOA realizados entre 110°O y 95°O
- NOA IN-este: captura de lances NOA realizados al este de 95°O

Las bodegas con captura de lances DEL se consideran actualmente de baja prioridad para el muestreo, a menos que se cuestione la exactitud de la determinación del tipo de lance, porque los lances DEL no producen efectivamente capturas de BET (por ejemplo, [SAC-13-03](#)).

A.4.2 Proceso de muestreo

El protocolo de muestreo que se estableció a partir del análisis de los datos de la Fase 1 ([SAC-14-10](#)) fue el protocolo en dos etapas que se probó durante la Fase 2 del estudio piloto. Concretamente, la primera etapa consistió en la selección aleatoria de bodegas de un viaje en función del estrato de captura; y la segunda, en la recolección de una muestra sistemática de cada una de las bodegas seleccionadas, en la que el muestreo dentro de la bodega consistió en seleccionar unidades de peces según un porcentaje de cobertura y un número aleatorio designado. Durante las pruebas del protocolo en la Fase 2, para un viaje de pesca, se seleccionaron aleatoriamente seis bodegas del estrato de captura que se consideraba más probable que contuvieran una cantidad importante de BET; la primera opción fue OBJ OFF. Posteriormente, se tomó una unidad de la bodega para el muestreo de cada 30 unidades descargadas, empezando por una unidad seleccionada aleatoriamente de entre las 30 primeras unidades descargadas, hasta el final de la descarga.

Este protocolo representa un aumento del número mínimo de bodegas por muestrear por viaje, respecto al número muestreado por viaje de pesca en la Fase 1, necesario para alcanzar una estimación de la captura de BET con un coeficiente de variación inferior a 0.4 ([SAC-14-10](#)). Este aumento del número de bodegas por muestrear hizo que fuera necesario reestructurar los equipos de muestreadores, ya que cinco equipos no eran suficientes para cubrir seis bodegas por viaje. Por lo tanto, los muestreadores se dividieron en grupos de tres, lo que resultó en seis equipos de muestreadores y dos muestreadores de apoyo que ayudaron en las pruebas de nuevas herramientas de recolección de datos (grabadoras de voz y balanzas; ver la Sección A.4.3).

La posibilidad de trabajar en equipos más pequeños durante la Fase 2 se debió al cambio en el protocolo de muestreo. Aunque fue necesario muestrear más bodegas por viaje, el número de unidades que debían muestrearse por bodega disminuyó de una de cada 10 a una de cada 30. Este cambio permitió aumentar el tiempo disponible para muestrear una unidad, que pasó de 6-10 minutos en la Fase 1 a 20-30 minutos en la Fase 2. Como resultado, los equipos más pequeños pudieron manejar la carga de trabajo de forma más eficiente, sin comprometer la calidad de los datos recolectados.

A.4.3 Resumen de la recolección de datos

Entre enero y febrero de 2023, se muestrearon un total de 16 viajes de pesca y 72 bodegas. De los 11 viajes muestreados en Manta, se muestrearon seis bodegas en cada viaje (Tabla 2).

En Posorja, dos muestreadores realizaron pruebas sobre el uso de grabadoras de voz y balanzas electrónicas portátiles. El uso de una grabadora de voz permite al muestreador que está identificando y midiendo los peces recolectar también los datos; de esta forma, se elimina el papel de un muestreador dedicado únicamente a poner la información por escrito, y permite la posibilidad de tener equipos de dos muestreadores. Se realizaron varias pruebas simulando situaciones problemáticas que pudieran afectar la calidad y fiabilidad de los datos registrados, como un entorno ruidoso en el parque de pesca o la

posibilidad de que la información no se registrara en absoluto, ya fuera por un error humano o por una falla del dispositivo. Como resultado de estas pruebas, se elaboró un conjunto de directrices para el uso de grabadoras de voz que se incluyó en el protocolo del PRM (ver el Anexo I).

En la Fase 2 se consideró y probó el uso de balanzas para pesar los peces en lugar de medir su talla. Tras analizar las imágenes de las cámaras GoPro recolectadas en la Fase 1, se observó que los peces con aletas caudales rotas o cuerpos curvos podían sesgar las mediciones de talla. Se consideró necesario disponer de datos de talla de alta calidad porque las mediciones de talla se estaban utilizando para estimar el peso de cada pez muestreado, de modo que se pudiera obtener la proporción en término de peso de cada especie en la bodega. La composición por especie en peso es necesaria para estimar la captura ([SAC-14-10](#)). La balanza seleccionada para las pruebas debía ser portátil, resistente al entorno de descarga relacionado con condiciones de humedad, temperatura y salinidad, y capaz de medir con una sensibilidad de milésimas de milímetro. Las pruebas realizadas identificaron otras situaciones problemáticas que pueden influir en el funcionamiento de la balanza; de igual modo se encontraron soluciones a estos problemas. Por ejemplo, en los buques con una cinta transportadora en el parque de pesca, la vibración de dicha maquinaria afectaba la lectura de la balanza. Esto fue solucionado al colocar la balanza sobre una base capaz de absorber la vibración. Otro retro se presentó al colocar los peces más grandes en el plato de la balanza. Para resolver este problema, el coordinador local diseñó una bandeja especial de acero inoxidable con soportes para mantener a los peces en su sitio. La bandeja se acopla directamente al plato de la balanza, lo que proporciona estabilidad durante el pesaje (Figura 4).

A.5 Control de calidad

La supervisión de los muestreadores fue de suma importancia para garantizar la calidad de los datos recolectados y la correcta implementación del protocolo de muestreo.

El uso de cámaras GoPro para el monitoreo a distancia se probó en la Fase 1 del estudio piloto. Los muestreadores llevaron las cámaras en un soporte en el pecho y grabaron el proceso de muestreo. Los coordinadores y muestreadores experimentados del programa regular de muestreo en puerto de la CIAT revisaron los videos para verificar si la identificación de especies y las mediciones se hicieron correctamente; estas grabaciones también ayudaron a identificar situaciones problemáticas como la presencia de peces rotos o curvos, como se explica en la Sección A.4.3. También se llevó a cabo la supervisión en sitio.

Se celebraron varias reuniones de manera remota entre los muestreadores del PRM y el personal de La Jolla para discutir los problemas que se encontraron durante el muestreo y explicar el análisis de los datos recolectados y los resultados preliminares obtenidos. El objetivo de estas reuniones fue hacer hincapié en la importancia de recolectar correctamente la información durante el muestreo. Se explicó cómo se utilizaban los datos brutos para elaborar el protocolo de muestreo del PRM y cómo el trabajo de campo realizado por los muestreadores desemboca en los análisis que el personal de La Jolla lleva a cabo. La reunión destacó el hecho de que la recolección de datos de alta calidad y la buena ciencia están estrechamente vinculadas.

A.6 Muestreo de descargas con red de carga

El muestreo de bodegas descargadas con redes de carga presenta dificultades logísticas que se identificaron y abordaron en cierta medida durante la Fase 1 del estudio piloto. Según la información recolectada en campo, aproximadamente 21 buques que descargan en los puertos ecuatorianos de Manta y Posorja utilizan redes de carga, ya sea para descargar todas o parte de sus bodegas.

Durante la Fase 1 del estudio piloto, se muestrearon total o parcialmente 18 bodegas que habían sido descargadas con redes de carga. En algunos casos, el objetivo del muestreo fue obtener datos

recolectados con diferentes secuencias de muestreo y porcentajes de cobertura para su análisis. En otras ocasiones, el objetivo del muestreo fue probar la viabilidad de distintas técnicas de campo para seleccionar una muestra de peces de la red de carga para evitar el sesgo de selección del muestreador. Puesto que las redes de carga pueden contener más de 600 peces a la vez, el concepto de unidad que se utilizó para muestrear descargas en seco estándares, en el que el contenido de un contenedor representaba una unidad de peces que podía muestrearse en su totalidad, no era aplicable. No sería posible identificar y medir todos los peces en una red de carga con los recursos humanos disponibles, las condiciones del espacio de trabajo en la cubierta principal y seguir cumpliendo el mandato de tener un impacto mínimo en los tiempos de descarga y la calidad del producto. En este sentido, se probaron protocolos de muestreo parcial de una red de carga, considerando las siguientes directrices:

- Los muestreadores debían que encontrar un lugar seguro en la cubierta principal para trabajar, evitando estar debajo de la ruta de transporte de la red de carga, demasiado cerca de la escotilla principal y en zonas donde hubiera peligro de tropezarse (por ejemplo, zonas con cabos en el suelo de la cubierta principal).
- Los muestreadores tenían que esperar a que la red de carga se colocara en la cubierta y se quitara la tensión de los cabos que la sujetaban, antes de acercarse a la red para tomar muestras.
- Para tratar de minimizar el sesgo de selección de los muestreadores en el momento del muestreo, el contenido de la red de carga se dividía en cuatro cuadrantes y los muestreadores utilizaban un número aleatorio entre uno y cuatro, que el coordinador local había proporcionado previamente, para seleccionar el cuadrante del que se tomaría la muestra.
- Los muestreadores tenían que tomar todos los peces del cuadrante para identificarlos y medirlos.

Estas primeras directrices resultaron poco prácticas de implementar. Por ejemplo, el cuadrante seleccionado de manera aleatoria podría estar situado en una zona de difícil acceso para los muestreadores; aunque esto no fuera un problema, el tiempo necesario para tomar todos los peces en un cuadrante supondría un retraso de la descarga. Los factores climáticos también fueron importantes por su efecto en las condiciones de trabajo y la calidad de los peces. Teniendo en cuenta lo anterior, se introdujo una modificación en la que los cuadrantes seleccionados estaban siempre en la zona de trabajo segura para los muestreadores y se debía seleccionar un número fijo de peces¹ de la red de carga para la identificación de especies y mediciones. Para tratar de minimizar el sesgo de selección de los muestreadores, la selección de peces debía comenzar en el extremo de la red de carga más cercano a los muestreadores y proceder hacia el centro del cuadrante seleccionado hasta obtener el número fijo de peces por muestrear (ver [VIDEO 5 - Muestreo de descarga con red de carga](#)).

Aunque los ajustes que se hicieron al protocolo de muestreo de las redes de carga dieron lugar a una mejora de la metodología, hay aspectos del proceso de descarga con red de carga que son específicos de cada buque y, por lo tanto, dificultan la elaboración de un protocolo de muestreo estándar que sea aplicable a todos los buques o, al menos, uno que solo requiera pequeñas variaciones. Por lo tanto, parece claro que será necesaria una mayor colaboración de la industria para llegar a un protocolo definitivo de muestreo de las descargas con red de carga, incluyendo las de buques con cámaras frigoríficas.

¹ Durante la Fase 1 del estudio piloto, se probaron varias opciones sobre el número de peces de una red de carga que debían recolectarse como grupo para muestrearse. Al principio, se hizo una estimación de la cantidad de peces que contenía una red de carga y se seleccionó el 10 % de los peces de la red de carga para el muestreo; más adelante, en el estudio piloto, se determinó que un número fijo de 30 o 40 peces era un número más práctico para muestrear de la red de carga.

B. PLAN DE TRABAJO DEL PRM PARA 2023

B.1 Protocolo de muestreo del PRM: detalles logísticos de la implementación en campo

La logística del muestreo evolucionó a medida que el análisis de los datos recolectados determinaron nuevos requisitos. El mayor impacto se produjo en términos del número de muestreadores necesarios por bodega y por viaje de pesca para alcanzar el nivel de cobertura de muestreo requerido para estimar la captura de BET por viaje. Antes del estudio piloto, el plan general de muestreo consistía en formar un total de cinco equipos de cuatro muestreadores cada uno (ver [SAC-13-INF-E](#)), que fue la configuración de recursos que se utilizó durante el estudio piloto, en el que la prioridad era el muestreo intensivo de la captura en una bodega y se muestreaba una unidad de cada 10 unidades descargadas. Sin embargo, se logró muestrear un máximo de tres bodegas por viaje y solo una bodega en aproximadamente la mitad de los viajes.

El protocolo de muestreo diseñado con los análisis de los datos recolectados en la Fase 1 que se probó durante la Fase 2 del estudio piloto, y que se está utilizando actualmente en el PRM, supuso una reducción de la frecuencia de muestreo dentro de la bodega empleado en la Fase 1, pasando de muestrear una de cada 10 unidades descargadas a muestrear una de cada 30 unidades descargadas; lo que extendió el tiempo entre unidades muestreadas de un promedio de seis minutos a 30 minutos. Este tiempo adicional entre unidades muestreadas permitió que el muestreo de una bodega lo realizara un equipo de tres en lugar de cuatro muestreadores. Por lo tanto, los 16 muestreadores con base en Manta se redistribuyeron en cinco equipos de tres muestreadores cada uno y se creó un sexto equipo añadiendo dos muestreadores de Posorja. Análisis adicionales de la configuración de los equipos de muestreo fue posible gracias a los importantes resultados que se obtuvieron en las pruebas realizadas durante la Fase 2 sobre el uso de grabadoras de voz para la recolección de datos, lo que permitió eliminar el papel de un muestreador dedicado exclusivamente a registrar los datos por escrito.

Con las pruebas realizadas durante la Fase 2 del estudio piloto, se verificó la viabilidad logística de implementar el protocolo de muestreo desarrollado durante la Fase 1 dentro del presupuesto aprobado para el PRM en 2023. Se determinó que el número mínimo de muestreadores necesarios tanto para recolectar datos de alta calidad de un número suficiente de bodegas por viaje como para permitir el muestreo de un número razonable de viajes de pesca, todo ello dentro del presupuesto aprobado, sería de 14 equipos de dos muestreadores cada uno, ocho equipos con base en Manta y seis equipos con base en Posorja. Esto requiere que el personal existente de la CIAT asuma algunas tareas que se habían previsto serían cubiertas con nuevas contrataciones (por ejemplo, la introducción de datos), y la contratación de ocho muestreadores adicionales para Posorja, lo que fue realizado en febrero. De este modo, el PRM podrá muestrear hasta ocho bodegas por viaje y se estima que 100 viajes al año en puertos ecuatorianos. (Tabla 2)

Cada equipo de muestreadores seguirá estas directrices (ver [VIDEO 6 - Muestreo del PRM](#)):

- Para un equipo de muestreo de dos personas, un muestreador se situará en la boca de la bodega para contar las unidades a medida que se descargan y ayudar al segundo muestreador con los peces de la unidad seleccionada para el muestreo. El segundo muestreador será responsable de identificar todos los peces y de medir todos los atunes contenidos en cada unidad seleccionada para el muestreo. En el caso de las descargas en flotado, dado que los peces deben contarse uno por uno a medida que se sacan de la bodega para determinar las "unidades virtuales", lo que significa que el conteo es constante, se necesitará un tercer muestreador exclusivamente para esta tarea.
- Los muestreadores de un equipo se rotarán las funciones para ayudar a reducir la fatiga y la monotonía durante el muestreo. Además, los miembros de los equipos individuales no serán fijos,

los muestreadores se rotarán entre los equipos para fomentar el intercambio de conocimientos.

- Los muestreadores podrán llevar un conteo minucioso de las unidades descargadas de la bodega con ayuda de un contador manual y una plantilla de conteo. Las unidades pueden ser contenedores físicos o grupos de peces extraídos uno por uno de la bodega, que forman una unidad virtual.
- Cada equipo de muestreadores estará equipado con una balanza portátil calibrada y totalmente cargada. La balanza incluirá una base capaz de absorber las vibraciones y una bandeja modificada con un soporte específicamente diseñado para mantener los peces que se van a medir centrados sobre la balanza (Figura 4).
- Los muestreadores además tendrán un calibrador para medir la talla furcal, que será necesaria en los casos en que los peces rebasen el límite de peso de la balanza, fijado en 28 kg (fijado por debajo del límite de peso del fabricante para tener en cuenta el peso de la bandeja modificada).
- El muestreador encargado de la identificación y medición tendrá una grabadora de voz para recolectar la información en tiempo real (Figura 3).
- En todo momento, los muestreadores deben seguir las instrucciones establecidas en el protocolo de muestreo del PRM, que incluye directrices para el uso correcto de la grabadora de voz y la balanza (Anexo I).

B.2 Gestión de datos brutos

La transcripción de la información registrada en audio a formato físico (es decir, hojas de datos) será realizada por un asistente local en la oficina regional de la CIAT en Manta. El asistente también es responsable de gestionar los archivos digitales y físicos del PRM, que consisten en resúmenes de lances, formularios de muestreo, grabaciones de voz, grabaciones de video de cámaras GoPro y registros fotográficos.

La información transcrita en formularios de papel se transfiere luego al personal de la CIAT encargado de digitar los datos en la oficina de Manta. Este personal es responsable de la digitación y edición de datos de los viajes muestreados (datos del RDL y formularios de muestreo). Posteriormente, estos datos son cargados en bases de datos creadas por el personal del Grupo de Recolección de Datos y Bases de Datos de La Jolla. La información digitalizada en Manta se comparte semanalmente con el personal científico de La Jolla y se utilizará para obtener la mejor estimación científica (BSE, por sus siglas en inglés) de la captura de BET por viaje de pesca para los viajes muestreados. Se estima que los primeros resultados de la BSE se compartirán a partir de mediados de agosto de 2023 a través de una tabla dinámica a la que cada CPC tendrá acceso para visualizar la información de la flota de su pabellón.

B.3 Muestreo en otros puertos con descargas de BET

Durante el estudio piloto, se recolectó información sobre los aspectos logísticos y presupuestarios asociados al muestreo en otros puertos, fuera de Manta y Posorja, donde se descarga captura de BET. Basándose en la información histórica sobre la captura, se determinó que el puerto de La Unión, El Salvador, sería el siguiente más importante para el muestreo del PRM ([SAC-13 INF-L](#); Figura 5). No obstante, cabe señalar que la magnitud de la captura de BET que se descarga en La Unión ha sido, históricamente, considerablemente inferior a la que se descarga en Manta y Posorja (80% de la captura de BET descargada en Manta y Posorja, frente al 6% en La Unión).

Dado que el programa tiene su base en Ecuador, el muestreo en otros países resulta costoso debido a los gastos de viaje. Considerando que un viaje de pesca requiere el muestreo de al menos seis bodegas, se necesitaría movilizar un total de 12 muestreadores. Se calcula que los costos operativos para el muestreo

de un viaje de pesca en La Unión oscilarían entre US\$ 20,000 y US\$ 25,000. Costos de esta magnitud no estaban previstos en el presupuesto original del PRM ya que se pensaba que solo habría que muestrear unas pocas bodegas por viaje.

En promedio, el 86% de las capturas de BET se han descargado en Manta, Posorja y La Unión. Por lo tanto, con el fin de optimizar el uso de los recursos asignados al PRM, sería conveniente concentrar los esfuerzos de muestreo en estos puertos. No obstante, se debe considerar la posibilidad de ampliar el muestreo a otros puertos y países, lo que será tratado durante la discusión sobre el presupuesto propuesto para 2024.

B.4 Muestreo en las plantas procesadoras

Otra ampliación del PRM podría originarse de una recomendación adoptada por el CCA en su 13ª reunión, celebrada en julio de 2022: "*Que el personal, en el marco del programa piloto, considere si el programa reforzado de muestreo puede llevarse a cabo en las plantas de procesamiento, e informe al CCA sobre este asunto en 2023*". Además del considerable aumento de los costos de tal ampliación y la necesidad, por lo tanto, de nuevos recursos, hay una serie de cuestiones que deberían abordarse incluso antes de elaborar un estudio de viabilidad, y que el personal ha identificado de la siguiente manera:

- La variabilidad en la composición de la captura dentro de las bodegas y entre ellas, incluso para las bodegas con captura del mismo tipo de lance y área ([SAC-14-10](#)), sugiere que el muestreo de los contenedores podría ser al menos tan complicado como el muestreo de bodegas individuales a bordo del buque;
- Si se cargan en un mismo contenedor capturas procedentes de diferentes áreas y tipos de lance, la estimación de la captura no puede hacerse por estratos, lo que requiere un muestreo adicional para estimar la captura del viaje (es decir, muestrear más contenedores);
- Durante el estudio piloto del PRM se observó que parte de la captura de BET podían desviarse durante la descarga para su venta en otro lugar (no en la enlatadora), lo que requeriría más recursos para monitorear la descarga de un viaje; y,
- La comparación de las estimaciones de la captura de los observadores y del PRM y las estimaciones de la captura de los observadores y las plantas procesadoras ([SAC-14-10](#)) sugiere que los datos de las plantas procesadoras actualmente proporcionados a la CIAT pueden subestimar las capturas de BET, y por lo tanto, cualquier muestreo en las plantas procesadoras podría requerir la modificación de los procedimientos actuales de clasificación de la captura que se llevan a cabo en las plantas procesadoras.

B.5 Tareas adicionales

El PRM se implementará durante 2023 siguiendo el protocolo diseñado y probado en el estudio piloto, y con las directrices logísticas establecidas y detalladas en las secciones B.1 y B.2. A continuación se enumeran otros aspectos a ser abordados:

- Se completará e implementará el protocolo de muestreo de descargas con red de carga, incluyendo las descargas de buques con cámaras frigoríficas.
- Se llevarán a cabo muestreos en el puerto de La Unión y se buscarán formas más eficaces de cumplir los requisitos logísticos y de costos, sin afectar la calidad de los datos recolectados, cuando el muestreo se realice en puertos fuera de Ecuador.
- Se procurará seguir mejorando el uso de las herramientas de trabajo: balanzas, grabadoras de voz y cámaras GoPro; así como las actividades de oficina relacionadas con el manejo de los datos recolectados.

- Se continuará fortaleciendo la comunicación con las distintas partes interesadas mediante la búsqueda de apoyo para recibir los RDL antes de la llegada de los buques y para coordinar el muestreo en puerto.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente a los muestreadores Jennifer Aguilar, Grace Álvarez, Carlos Bravo, Pablo Delgado, Jonathan Gaibor, Juan Galarza, José Guillén, Javier Mejía, James Méndez, Diego Montehermoso, Marcos Muñoz, Darío Quimi, Alex Santana, Diego Ureta, Wellington Vásquez, Víctor Vinces, Ledin Vizueta, Robinson Zambrano, Tommy Zamora y Alisson Zúñiga; el personal de la oficina regional de Manta, Erick D. Largacha Delgado, Daniel E. Cevallos-Alarcón, Carlos de la A Florencia, Glenthon Macías Pita, Nilo Pérez, y Alex Urdiales; el personal de la oficina regional de Playas, William E. Paladines Proaño y Felix F. Cruz Vargas; a los programas nacionales de observadores de Ecuador y Panamá, y a Dan W. Fuller, por su esfuerzo para ayudar a garantizar el éxito del estudio piloto del PRM y a la industria pesquera y las autoridades ecuatorianas por su colaboración en todos los aspectos de este proyecto.

TABLE 1. Detail of trips and wells sampled by vessel flag, for each phase of the EMP pilot study.

TABLA 1. Detalle de los viajes y las bodegas muestreadas por pabellón del buque, para cada fase del estudio piloto del PRM.

Pabellón del buque	Viajes			Bodegas		
	Fase 1	Fase 2	Total	Fase 1	Fase 2	Total
Ecuador	40	11	51	63	42	105
España	1	-	1	2	-	2
Nicaragua	3	-	3	6	-	6
Panamá	9	3	12	15	18	33
Estados Unidos	4	1	5	6	6	12
Venezuela	1	-	1	1	-	1
El Salvador	-	1	1	-	6	6
TOTAL	58	16	74	93	72	165

TABLE 2. Evolution of the various logistical aspects related to sampling, from Phase 1 of the pilot study in September 2022 to the implementation of the EMP in March 2023.

TABLA 2. Evolución de los diversos aspectos logísticos relacionados con el muestreo, desde la Fase 1 del estudio piloto en septiembre de 2022 hasta la implementación del PRM en marzo de 2023.

Estudio piloto Fase 1 Muestreo intensivo	Estudio piloto Fase 2 Prueba del protocolo diseñado	PRM 2023
Muestreadores		
<p>Cuatro muestreadores por equipo, rotando periódicamente entre las siguientes tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conteo de unidades a medida que se descargan de la bodega. - Identificación de todos los peces y medición de todos los atunes de la unidad seleccionada para el muestreo. - Registro por escrito de los datos recolectados en formularios físicos. 	<p>Tres muestreadores por equipo, rotando periódicamente entre las siguientes tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conteo de unidades a medida que se descargan de la bodega. - Identificación de todos los peces y medición de todos los atunes de la unidad seleccionada para el muestreo. - Registro por escrito de los datos recolectados en formularios físicos. 	<p>Dos muestreadores por equipo, rotando periódicamente entre las siguientes tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conteo de unidades a medida que se descargan de la bodega. - Identificación de todos los peces, medición de todos los atunes y registro por grabación de voz de los datos de la unidad seleccionada para el muestreo.
Secuencia de muestreo		
Selección de una de cada 10 unidades para el muestreo a partir de una unidad inicial aleatoria de las 10 primeras unidades descargadas de la bodega.	Selección de una de cada 30 unidades para el muestreo a partir de una unidad inicial aleatoria de las 30 primeras unidades descargadas de la bodega.	Selección de una de cada 30 unidades para el muestreo a partir de una unidad inicial aleatoria de las 30 primeras unidades descargadas de la bodega.
Tiempo promedio entre unidades seleccionadas para el muestreo		
6 minutos	30 minutos	30 minutos
Recolección de datos		
En formularios de papel	En formularios de papel	Con una grabadora digital de voz
Tipo de medición		
Talla furcal en milímetros	Talla furcal en milímetros	Peso en kilogramos. Medición con balanzas electrónicas.
Viajes muestreados		
Un total de 58, con una a tres bodegas muestreadas por viaje.	Un total de 11, con seis bodegas muestreadas por viaje.	Se calcula que el PRM podrá muestrear alrededor de 100 viajes al año.



FIGURE 1. Samplers workshop held in September 2022. Samplers were trained in the sampling protocol designed for the pilot study and in the identification of the three tropical tuna species: BET, SKJ and YFT.
FIGURA 1. Taller de muestreadores celebrado en septiembre de 2022. Se capacitó a los muestreadores en el protocolo de muestreo diseñado para el estudio piloto y en la identificación de las tres especies de atunes tropicales: BET, SKJ y YFT.

Trip: [redacted] - [redacted] with 1286MT of capacity and 68% of fullness [redacted]
Left from Posorja - No arrival date

WELL ID	BET-E	YFT-E	SIU-E	BET-W	YFT-W	SIU-W	OBI-E	NOA-E	DEL-E	OBI-W	NOA-W	DEL-W
C01	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	1	0
P02	0	0	0	14	10	29	0	0	0	2	0	0
P03	0	0	0	11	62	22	0	0	0	2	0	0
P05	0	0	0	21	30	64	0	0	0	4	0	0
P06	0	0	0	21	28	46	0	0	0	3	0	0
P07	0	0	0	82	31	62	0	0	0	1	0	0
P08	0	0	0	85	36	74	0	0	0	2	0	0
P09	0	0	0	26	1	24	0	0	0	2	0	0
S02	0	0	0	17	44	34	0	0	0	3	0	0
S03	0	0	0	14	46	40	0	0	0	2	0	0
S05	0	0	0	19	21	60	0	0	0	3	0	0
S06	0	0	0	15	38	47	0	0	0	2	0	0
S07	0	0	0	20	11	44	0	0	0	3	0	0
S08	0	0	0	82	31	62	0	0	0	1	0	0
S09	0	0	0	47	2	101	0	0	0	4	1	0
Total	0	0	0	231	214	431	0	0	0	25	2	0

FIGURE 2. An example of the information shown in the IDM dynamic table developed for the EMP. BET-E is retained catch east of 110°W and BET-W corresponds to retained catch between 110°W and 150°W. Retained catch means loaded into the vessel.

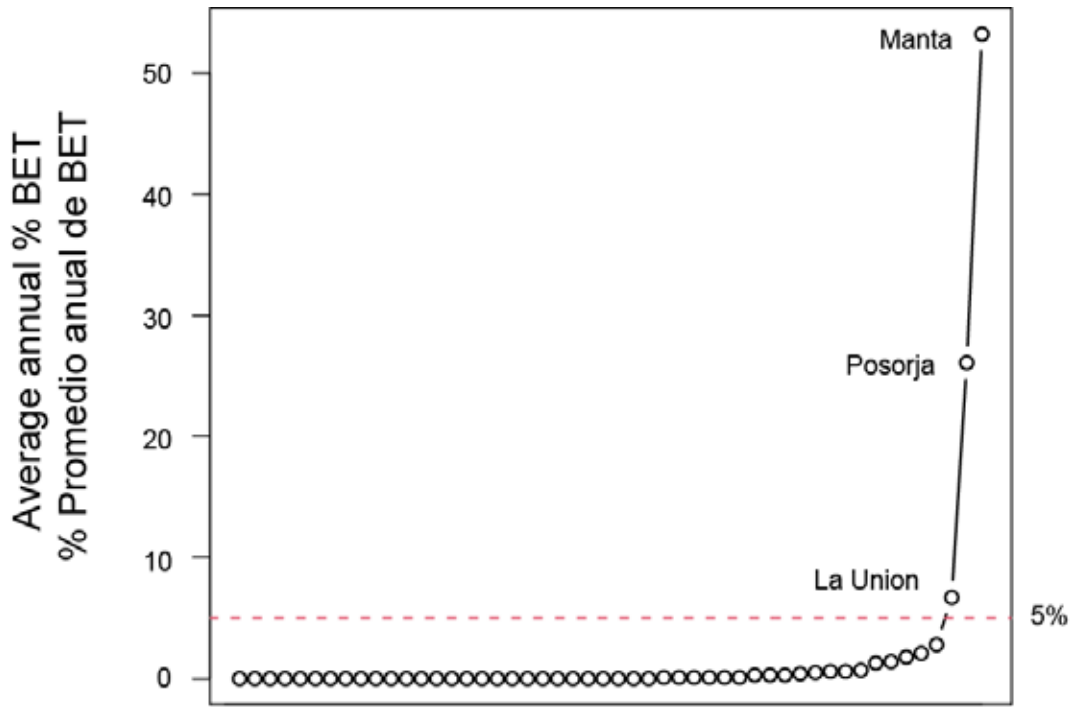
FIGURA 2. Un ejemplo de la información que aparece en la tabla dinámica del IDM desarrollada para el PRM. BET-E corresponde a la captura retenida al este de 110°O y BET-W corresponde a la captura retenida entre 110°O y 150°O. Captura retenida significa captura cargada en el buque.



FIGURE 3. Sampler equipment: A) scale, B) caliper, C) voice recorder, D) GoPro camera, E) counting sheet.
FIGURA 3. Equipo de muestreo: A) balanza, B) calibrador, C) grabadora de voz, D) cámara GoPro, E) hoja de conteo.



FIGURE 4. Portable scale with custom tray and anti-vibration base.
FIGURA 4. Balanza portátil con bandeja modificada y base antivibraciones.



Port of unloading (sorted by average annual % BET)
Puerto de descarga, ordenado por % promedio anual de BET

FIGURE 5. Average annual percent of retained BET catch, by port of unloading, sorted from lowest to highest values. The retained BET catch is obtained from observer and logbook data (Class 1-6 vessels; all three set types), for years 2010 - 2022. The average percentages are computed as follows: a) for each year, the retained BET catch per trip is summed across trips according to the port of unloading; b) these annual sums are converted to percent by dividing by the total across ports; and, c) by port, the annual percentage values are averaged over the 13-year period. The red dashed line is at a value of 5%.

FIGURA 5. Porcentaje promedio anual de captura retenida de BET, por puerto de descarga, ordenado de menor a mayor. La captura retenida de BET se obtienen a partir de los datos de observadores y de bitácora (buques de clases 1-6; los tres tipos de lance), para el periodo 2010-2022. Los porcentajes promedio se calculan del siguiente modo: a) para cada año, la captura de BET retenida por viaje se suma en todos los viajes según el puerto de descarga; b) estas sumas anuales se convierten en porcentajes dividiéndolas por el total de todos los puertos; y c) por puerto, los valores porcentuales anuales se promedian a lo largo del periodo de 13 años. La línea punteada roja está en un valor del 5 %.

ANEXO I: [Protocolo de muestreo del PRM](#)