

**COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL**

**COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR**

**13ª REUNIÓN**

*(por videoconferencia)*

16-20 de mayo de 2022

**DOCUMENTO SAC-13 INF-E**

**ESTUDIO PILOTO DEL PROGRAMA DE LIMITES POR BUQUE INDIVIDUAL PARA EL MONITOREO DE LAS CAPTURAS DE PATUDO: ACTUALIZACIÓN**

Cleridy E. Lennert-Cody, Erick D. Largacha Delgado, William E. Paladines, Brad A. Wiley, Ernesto Altamirano Nieto, Nickolas W. Vogel, Mark N. Maunder, Anandamayee Majumdar, Alexandre Aires-da-Silva, Jean-François Pulvenis de Séligny

**RESUMEN**

A finales de octubre de 2021, en la 98ª reunión de la CIAT, la Comisión estableció un programa de límites por buque individual (LBI) para las capturas de atún patudo. A partir de 2023, el programa incluirá un muestreo adicional en puerto de las bodegas de los viajes en los que se considere que se ha capturado una cantidad considerable de atún patudo. Con el fin de preparar este componente de muestreo en puerto reforzado del programa de LBI, la Comisión financió un estudio piloto de LBI, que se llevará a cabo de julio a diciembre de 2022. Este documento describe con detalle la primera fase (la Fase 1) del estudio piloto de LBI. Esta fase se centrará en la recolección de datos extensos de muestreo de bodegas, que se utilizarán en simulaciones para probar diseños de muestreo para estimar la composición de capturas a nivel de bodega y a nivel de viaje. Le seguirá una segunda fase que se centrará en la realización de pruebas de campo del mejor diseño de muestreo de la Fase 1 con el fin de identificar y resolver los posibles problemas logísticos. Este documento incluye una descripción del protocolo de muestreo de la Fase 1, la cooperación que se requerirá de parte de la tripulación de los buques y los descargadores para poder implementar este protocolo y el número de bodegas que se prevé muestrear. Se presenta también una breve descripción del uso de los datos extensos de muestreo de bodegas en las simulaciones.

**ANTECEDENTES**

Por medio de la resolución [C-21-04](#), adoptada por la Comisión en la 98ª reunión de la CIAT a finales de octubre de 2021, se estableció un programa de LBI para abordar preocupaciones de conservación en relación con el atún patudo (BET). En el programa de LBI, el monitoreo del cumplimiento cuenta con dos componentes. El primer componente, que inició en enero de 2022, consiste en utilizar fuentes de datos existentes (es decir, datos de observadores/de bitácora, de enlatadoras) para llevar a cabo el monitoreo del cumplimiento de todos los viajes. El segundo componente, que iniciará en enero de 2023, realizará un monitoreo del cumplimiento de los viajes en los que se considere que se ha capturado una cantidad considerable de BET a través de un programa especial de muestreo en puerto (el programa reforzado de muestreo en puerto de LBI). Por medio de la resolución, también se estableció un estudio piloto que se llevará a cabo entre julio y diciembre de 2022 con el fin de desarrollar y realizar pruebas en campo de diseños de muestreo que se utilizarán para estimar la composición de capturas a nivel de bodega y a nivel de viaje durante el programa reforzado de muestreo en puerto de LBI.

El estudio piloto de LBI cumplirá dos propósitos principales y por eso se puede considerar que tendrá lugar en dos fases. En la Fase 1, se recolectarán datos para un estudio de simulación para probar diseños de muestreo. Se prevé que la Fase 1 tenga lugar durante el periodo de julio a octubre de 2022. Para poder generar los datos necesarios para el estudio de simulación, el muestreo de la Fase 1 se centrará en muestrear extensamente la captura de bodegas específicas. Es necesario realizar un muestreo extenso de bodegas para identificar y caracterizar las tendencias en la composición por especie y talla de la captura a medida que se va descargando de la bodega. En la Fase 2, que tendrá lugar en noviembre y diciembre de 2022, se realizarán pruebas en campo de los diseños de muestreo desarrollados en la Fase 1 con el fin de identificar y resolver los problemas logísticos antes de iniciar el programa reforzado de muestreo en puerto de LBI en enero de 2023. Las pruebas en campo de la Fase 2 conllevarán el muestreo de múltiples bodegas del mismo viaje, tal como se haría en 2023, y la generación de estimaciones de la composición de la captura. Otro beneficio que aportará la Fase 2 es que las estimaciones a nivel de viaje de la composición de la captura se podrán comparar estadísticamente con las estimaciones de enlatadoras y de observadores (de bitácora) para el mismo viaje, ayudando así al personal de la CIAT a determinar la mejor fuente de datos para la Mejor Estimación Científica (BSE, por sus siglas en inglés) de la composición de la captura para los viajes que no serán muestreados por el programa reforzado de muestreo en puerto de LBI.

El muestreo extenso de la captura cerquera en el momento de la descarga que se llevará a cabo durante la Fase 1 del estudio piloto de LBI parte de estudios realizados anteriormente por el personal de la CIAT. A finales de los años 1980, se llevó a cabo un estudio para evaluar opciones de diseño de muestreo para estimar la composición por talla del atún aleta amarilla capturado en lances sobre atunes asociados a delfines (DEL) y sobre atunes no asociados (NOA) (Wild, 1994). El protocolo de estudio implicó medir la talla de cada  $n^{\text{ésimo}}$  pez de la descarga, en el mismo orden de la descarga. Los resultados de Wild indicaron que en la secuencia de peces descargados existían tendencias tanto de corto como de largo plazo en la talla (por ejemplo, Figura 1), debido a factores como la selección por talla por parte de los descargadores y la estratificación de la captura dentro de la bodega. Los datos de talla secuenciales recolectados durante el estudio se utilizaron para generar datos de composición por talla sintéticos para bodegas individuales y para probar, por medio de simulaciones, el desempeño de diversos diseños de muestreo. Los resultados de ese estudio sirvieron de fundamento para el protocolo de recolección de datos de muestreo en puerto para la composición por talla en los años 1990 así como para el protocolo de muestreo de composición por especie (por ejemplo, anexo de Suter, 2010) que comenzó en 2000. En particular, se recomendó realizar un muestreo “prolongado” para obtener una muestra de una fracción mayor de la descarga, lo cual ayudaría a mitigar el sesgo potencial derivado de la estratificación de la captura, ya sea por especie o por talla, dentro de la bodega.

Desde el estudio de Wild (1994), la pesquería de cerco sobre objetos flotantes (OBJ) ha evolucionado, pasando de ser una pesquería costera tanto sobre objetos naturales como sobre plantados a una pesquería que se extiende por todo el Océano Pacífico oriental (OPO) y emplea mayoritariamente plantados (SAC-13-03). Probablemente con el fin de investigar la aplicabilidad de los resultados de Wild (1994) al muestreo de bodegas con capturas provenientes de lances sobre plantados, en 1999 el personal de la CIAT inició un estudio que incluía el muestreo exhaustivo de varias bodegas con capturas provenientes de lances OBJ y en el que se registraban la especie y la categoría de peso<sup>1</sup> de cada pez de cada descarga, en el mismo orden de la descarga. Una inspección preliminar de estos datos sugiere la posibilidad de variabilidad en la composición por especie durante el transcurso de la descarga, particularmente en el caso de BET (Figura 2).

---

<sup>1</sup> Existen tres categorías de peso para atunes utilizadas por los observadores y el personal de la CIAT (por ejemplo, [Fuller et al., 2022](#)): “pequeños”: < 2.5 kg; “medianos”: 2.5 – 15 kg; “grandes”: > 15 kg.

Ambos estudios identificaron cambios en la composición de la captura que se produjeron durante la descarga de una bodega y será importante confirmar la existencia de estos cambios para la pesquería actual de captura de BET y, si existen, tenerlos en cuenta en el diseño de muestreo para el programa reforzado de muestreo en puerto de LBI. Los cambios que ocurren dentro de la misma descarga en la composición por especie y/o por talla de la captura de una única bodega son susceptibles de provocar un sesgo en las estimaciones de la composición de la captura de un viaje si no se toman en cuenta a la hora de desarrollar el diseño del muestreo. Los datos recolectados durante la Fase 1 del estudio piloto se utilizarán para evaluar a) si existen cambios, dentro de la misma descarga, en la composición de la captura y b) a través de estudios de simulación, la capacidad de diferentes diseños de muestreo para mitigar el sesgo que pudiera producirse por otros motivos en las estimaciones a nivel de bodega y a nivel de viaje. Los estudios de simulación que utilizan datos del programa de muestreo en puerto actual resultarían ineficaces en este sentido por diversas razones. Primero, los datos de cada bodega muestreada representan un único “vistazo” de la descarga. Segundo, no se sabe de qué manera los cambios que ocurren en la composición de la captura dentro de la misma descarga pueden diferir entre buques. Cabe notar que esto no necesariamente es problemático para estimar la composición de la captura de la flota, siempre y cuando la selección de viajes para el muestreo se realice de manera aleatoria y el punto de partida del muestreo de bodegas individuales también se seleccione aleatoriamente.

El protocolo de muestreo empleado en el programa reforzado de muestreo en puerto de LBI debe forzosamente ser distinto al que utiliza el programa de muestreo habitual de la CIAT debido a que el programa de LBI está estructurado expresamente para promover modificaciones por buque en las prácticas de pesca normales. El carácter y el efecto de dichas modificaciones pueden variar con el tiempo para un buque individual conforme se va aproximando a su límite de captura de BET. El protocolo de muestreo utilizado por el programa de muestreo en puerto habitual estratifica la recolección de datos por tipo de lance cerquero, área y mes de pesca, y categoría de tamaño de buque, mas no por buque ni por viaje. Esto no permitiría estimar la composición de la captura de viajes individuales sin suponer que el comportamiento pesquero tiene poco impacto sobre la composición de la captura a nivel de viaje, dentro de un mismo buque o entre buques. En cambio, el programa de LBI busca expresamente promover cambios en el comportamiento por buque con el tiempo, es decir, de un viaje a otro, para lograr una reducción en las capturas de BET para la flota. Por lo tanto, el protocolo de muestreo en puerto reforzado de LBI debe centrarse en la recolección de datos adecuados para la estimación de la composición de la captura a nivel de bodega y a nivel de viaje, así como sus varianzas.

En el presente documento se resumen los planes de muestreo actuales para la Fase 1 del estudio piloto de LBI. Debido a que el protocolo aquí descrito se probará en julio antes de que empiece de lleno la recolección de datos, es de esperar que el protocolo evolucione en cierta medida para mejorar su implementación.

## **PROTOCOLO DE MUESTREO DE LA FASE 1**

La Fase 1 del estudio piloto de LBI tiene por objeto recolectar datos que puedan utilizarse en una simulación para probar los protocolos de muestreo, así como los métodos de estimación, para el programa reforzado de muestreo en puerto de LBI. Idealmente, para cada bodega muestreada en la Fase 1 se recolectarían datos correspondientes a la identificación de la especie y la talla de cada pez descargado de la bodega, en el orden en que se descargan. Tales datos capturarían en su totalidad las tendencias existentes en las características de composición por especie y por talla de la descarga. Sin embargo, el personal de la CIAT teme que la recolección de estos datos provocaría retrasos considerables en la descarga de la bodega muestreada, además de la descarga de otras bodegas del mismo viaje, y produciría muy pocas muestras de bodegas, habida cuenta del tiempo y recursos disponibles para el estudio piloto. Por ende, se adoptará un enfoque práctico hacia el muestreo extenso de bodegas, con la intención de

minimizar el impacto sobre el proceso de descarga habitual del buque y al mismo tiempo obtener datos suficientes y de alta calidad con los que se pueda realizar un estudio de simulación.

Este enfoque práctico conllevará el muestreo de cada  $n^{\text{ésimo}}$  “grupo de peces” (tal como se define a continuación) descargado de la bodega, en lugar de muestrear cada pez o incluso cada  $n^{\text{ésimo}}$  pez. Para cada  $n^{\text{ésimo}}$  grupo de peces, se registrarán la especie y la talla de cada pez del grupo. Con el fin de minimizar el impacto del muestreo sobre las operaciones de descarga del buque, los equipos de muestreadores serán más grandes que los que utiliza actualmente el programa de muestreo en puerto habitual de la CIAT. No obstante lo anterior, el muestreo requerirá la cooperación de la tripulación de los buques y de los descargadores. A continuación se presentan los detalles del protocolo de muestreo:

- Se seleccionará una bodega de un viaje determinado para su muestreo según las características operacionales del viaje, así como las de viajes anteriores del buque. (Se podrá seleccionar del mismo viaje más de una bodega para muestreo.)
- Se requerirá un equipo de 4 muestreadores para muestrear de manera exhaustiva una bodega.
- Los cuatro miembros del equipo de muestreo desempeñarán las siguientes funciones:
  - Una persona se colocará en la boca de la bodega para contar los “grupos de peces” conforme se vayan descargando y seleccionará cada  $n^{\text{ésimo}}$  grupo para el muestreo. La definición de un grupo de peces dependerá del método de descarga, pero en general se definirá ya sea como un contenedor de peces, en los casos en los que se descargue la captura de la bodega con contenedores, o como un conjunto de peces individuales (por ejemplo, 100 o 150 peces), en los casos en los que no se utilicen contenedores para descargar la captura de la bodega. (Se abordan los métodos de descarga más adelante.)
  - Dos personas medirán e identificarán hasta el nivel de especie cada pez de cada  $n^{\text{ésimo}}$  grupo de peces;
  - Una persona registrará las identificaciones de especies y las medidas de talla para cada  $n^{\text{ésimo}}$  grupo de peces.
- Un equipo de cuatro personas muestrearán una bodega al día.

En julio se probarán diferentes valores de  $n$ . En este momento, se prevé que será posible tener  $n = 10$ , es decir, muestrear cada 10º grupo de peces sin perder el ritmo del proceso de descarga normal. Se buscará utilizar el valor de  $n$  más pequeño posible para obtener la resolución más fina posible dentro de cada bodega para los datos de las muestras y al mismo tiempo mantener la viabilidad del protocolo de muestreo. Para ello, probablemente sea necesario que el equipo de muestreadores identifique hasta el nivel de especie y mida varios miles de peces por descarga. Las distribuciones de frecuencias del número estimado de peces por bodega para las bodegas de buques de clase 6 de la CIAT, con capturas de lances OBJ y NOA (Figura 3), presentan un valor modal de unos 15,000 peces por bodega para la captura de lances OBJ y unos 20,000 peces por bodega para la captura de lances NOA.

Este protocolo de muestreo pretende procurar minimizar los retrasos en la descarga normal de las bodegas muestreadas, pero no por ello dejará de tener un impacto; llevará más tiempo que el protocolo de muestreo de bodegas actual de la CIAT, que es el protocolo al que se está acostumbrado en las diferentes instalaciones y que los descargadores conocen bien. En particular, será de suma importancia que la tripulación de los buques y los descargadores:

- Dejen espacio cerca de la boca de la bodega para los tres muestreadores que recolectan los datos de identificación de especie y talla, y que dejen espacio en la boca de la bodega para un muestreador que cuenta los grupos de peces.
- Ayuden al equipo de muestreadores a sacar el grupo de peces de la zona de descarga inmediata, en la boca de la bodega, hacia otro lugar cercano donde se pueda realizar la recolección de datos de manera segura, sin retrasar la descarga de la bodega.
- Devuelvan el grupo de peces muestreado al siguiente paso del proceso de descarga, una vez que el equipo de muestreo haya recolectado los datos de composición por especie y talla;
- Retrasen brevemente la descarga si el equipo de muestreo no logra seguir el ritmo de descarga normal y no se encuentra inmediatamente listo para procesar el  $n^{\text{ésimo}}$  grupo de peces en el momento de su descarga de la bodega.

Aunque se prevé que el muestreo realizado durante el programa reforzado de muestreo en puerto de LBI sea menos extenso que el de la Fase 1 del estudio piloto de LBI, se estima que se requerirá lo mismo en cuanto al espacio para el equipo de muestreo y en cuanto a la cooperación de la tripulación de los buques y los descargadores. Al acercarse la culminación del proyecto piloto es esencial tener más seguridad de que así sea el caso.

Para facilitar la identificación de los viajes y bodegas que se muestrearán antes de que los buques lleguen a puerto, y así no retrasar más la descarga, los observadores proporcionarán información sobre las bodegas como parte de sus informes semanales desde el mar obligatorios (en el caso de los viajes que llevan un observador). Esta información adicional no sólo será beneficiosa para ambas fases del estudio piloto de LBI, sino que será esencial para la implementación del programa reforzado de muestreo en puerto de LBI. Así, el estudio piloto será una prueba para la recolección y procesamiento de esta nueva información. Aunque en la Fase 1 del estudio piloto se hará hincapié en el muestreo de viajes de buques de clase 6, también se podrán muestrear las bodegas de buques cerqueros más pequeños (por ejemplo, buques de clase 5).

Durante la Fase 1 del estudio piloto de LBI, el muestreo se concentrará en Ecuador, en los puertos de Manta y Posorja. Manta y Posorja son dos de los principales puertos donde se descarga captura de BET (SAC-13 INF-L). Sin embargo, si el tiempo y los recursos así lo permiten, también se podrán llevar a cabo muestreos en algunos otros países y puertos donde descargan buques que capturan BET, tales como Mazatlán o Manzanillo, en México, con el fin de recolectar datos de bodegas que se descargan con métodos que no se utilizan habitualmente en Manta o Posorja (ver abajo).

Una parte importante de la Fase 1 del estudio piloto de LBI será el muestreo de bodegas con peces capturados con características operacionales diferentes (por ejemplo, tipos de lance, áreas de pesca) y descargados con métodos de descarga diferentes (ver abajo). Dada la variación en el número de bodegas por buque para buques de clase 6 (Figura 4), se prevé que durante el programa reforzado de muestreo en puerto de LBI, no será posible muestrear cada bodega de un viaje y por ende será importante establecer de qué manera se seleccionarán las bodegas y cómo se optimizará el muestreo para estimar mejor la composición de la captura a nivel de bodega y a nivel de viaje, así como sus varianzas. Debido a que el programa de LBI se enfoca en la captura de BET, será importante muestrear bodegas cargadas con capturas de lances OBJ (ya que este tipo de lance es el que genera la mayor parte de la captura de BET), lances NOA y tipos de lance mixtos, en particular la captura de lances OBJ y NOA, que históricamente representan alrededor del 10% de las bodegas de los buques de clase 6 que descargan en Manta y Posorja (Figura 5). (Los lances DEL no capturan patudo efectivamente; por ejemplo, SAC-13-03). Se definirán estratos espaciales para su muestreo con el fin de capturar el gradiente costa-alta mar en la captura de

patudo dentro del OPO (por ejemplo, SAC-10 INF-D; FAD-05 INF-A e INF-C). Aún no se ha elegido el límite exacto costa-alta mar, pero es posible que se sigan las definiciones de pesquerías espaciales empleadas en la última evaluación del atún patudo (SAC-11-06 REV), que apuntarían hacia un límite costa/alta mar en 110°O.

En Manta y Posorja se siguen dos métodos principales de descarga de bodegas. El primero se conoce como una descarga “en seco”. Al inicio de una descarga en seco, los descargadores permanecen fuera de la bodega y sacan los peces que están en la boca de la bodega hasta que haya suficiente espacio que les permita entrar. Después, los descargadores entran a la bodega y separan los peces congelados (en caso de que estén pegados) y los cargan en contenedores dentro de la bodega. Cuando se llenan estos contenedores, se sacan de la bodega y se vacían los peces sobre una cinta transportadora o en tolvas u otros contenedores para retirarlos del buque. Los contenedores vacíos se devuelven a la bodega para cargarlos con más peces. La descarga en seco es común en Posorja. El segundo tipo de descarga, de uso frecuente en Manta, es una combinación de métodos de flotación y de descarga en seco. El método de flotación se utiliza para descargar la parte superior de la bodega (hasta el 50% superior) y luego se descarga el resto de la bodega en seco. Con el método de flotación, se apaga el sistema de enfriamiento para la salmuera, lo que permite que los peces se suelten y floten libremente dentro de la bodega. Los peces que flotan libremente se descargan en la boca de la bodega sobre una cinta transportadora, en tolvas o en contenedores. Durante la Fase 1, el muestreo se enfocará en las bodegas descargadas mediante alguno de estos dos métodos debido a la prevalencia de su uso en los dos puertos principales donde se descarga actualmente la captura de BET. Sin embargo, si los recursos y el tiempo así lo permiten, se muestrearán también las bodegas descargadas únicamente por el método de flotación, como ocurre en Mazatlán, México, o bodegas descargadas en seco pero a través de otras bodegas, como ocurre en ocasiones en Posorja.

El número de bodegas que se podrán muestrear durante la Fase 1 del estudio piloto de LBI dependerá de diversos factores, entre ellos los recursos disponibles, el número de viajes que descargan durante los meses de agosto a octubre y la cooperación de los buques. El presupuesto acordado para el estudio piloto de LBI en la 98ª reunión de la CIAT en octubre de 2021 incluía financiamiento para 8 muestreadores durante 6 meses, más otros 4 muestreadores que serán proporcionados “en especie” por el Gobierno de Ecuador, sumando un total de 12 muestreadores o tres equipos de cuatro muestreadores. Tras revisar cuidadosamente los otros puestos financiados para el estudio piloto, el personal de la CIAT ha concluido que las tareas que habrían sido cubiertas por el puesto de programador científico serán realizadas de manera más eficiente por el personal existente, lo cual permitirá disponer de recursos para contratar a muestreadores adicionales para la Fase 1 del estudio piloto. Se prevé contratar con hasta 8 muestreadores adicionales para formar un total de cinco equipos de cuatro muestreadores. Dado el carácter físicamente demandante del trabajo de muestreo y el tiempo que requiere, se espera que cada equipo de cuatro personas muestree tres bodegas por semana. Siempre y cuando se cuente con disponibilidad de viajes y la cooperación de buques, se muestrearán entre 9 bodegas (con 3 equipos) y 15 bodegas (con 5 equipos) por semana. A este ritmo, se estima que entre principios de agosto y finales de octubre, deberá ser posible muestrear entre 100 y 165 bodegas. Este nivel de muestreo equivaldría a unas 12-20 bodegas muestreadas para cada una de las 8 combinaciones de factores importantes descritos anteriormente: cuatro categorías espaciales y de tipo de lance (OBJ alta mar; OBJ costa; OBJ-NOA mixto; NOA) x 2 categorías de método de descarga (en seco únicamente; mezcla de flotación y en seco). Con 5 equipos de muestreo, cabe esperar que exista la posibilidad de realizar muestreos de métodos de descarga menos comunes, así como muestreos en Mazatlán a finales de octubre y a principios de noviembre de 2022.

## **ANÁLISIS DE DATOS DE LA FASE 1**

Las estimaciones de la composición por especie y talla de la  $n^{\text{ésima}}$  sección de cada descarga se obtendrán a partir de los datos del muestreo del  $n^{\text{ésimo}}$  grupo de peces de la descarga. Las estimaciones pueden utilizarse para investigar si la composición por especie y/o talla varía en el transcurso de la descarga, con una resolución de secciones de talla de  $1/n$  (o más gruesa). Estas estimaciones también se pueden utilizar para generar datos de descarga sintéticos para las simulaciones, con una resolución de sección de  $1/n$ . Además, dadas las cantidades estimadas de peces descargados en cada  $n^{\text{ésima}}$  sección de la descarga, ya sea en peso a partir del número de contenedores, o en número de peces a partir del recuento de los grupos de peces, la composición por talla de la captura de cada especie en la bodega puede estimarse extrapolando la composición por talla estimada de cada  $n^{\text{ésima}}$  sección a la captura de la sección y luego sumando las  $n$  secciones.

El propósito de las simulaciones será probar diferentes diseños de muestreo y estimadores de composición de la captura. El estudio de simulación se centrará en los diseños de muestreo sistemático, ya que los diseños de muestreo basados en muestreo aleatorio simple han resultado ser poco prácticos (Wild 1994). Los detalles de los diseños de muestreo candidatos aún no se han concretado. Sin embargo, con una resolución de sección en las descargas sintéticas para cada bodega de  $1/n$ , las características de los diseños de muestreo sistemático que se pueden probar incluirán: a) diseños con una resolución más gruesa que  $1/n$ ; y, b) compensaciones entre el aumento del número de peces muestreados por grupo (sección) y el número de secciones muestreadas por bodega, lo que está relacionado con el nivel de variabilidad dentro de las  $n$  secciones, y entre ellas, y la prevalencia general de las especies de interés en las descargas. Este trabajo de simulación será similar a un estudio de diseño de muestreo realizado recientemente por el personal de la CIAT (Lennert-Cody *et al.* 2022) como parte del estudio piloto para un programa de muestreo de las pesquerías tiburonera en Centroamérica (SAC-11-13). En dicho estudio, se desarrollaron diseños de muestreo para estimar la composición por talla de tiburones y otras especies capturadas por las pesquerías palangreras artesanales. Las descargas de buques palangreros costarricenses fueron muestreadas exhaustivamente para obtener la composición por especie y categoría de peso. Utilizando las secuencias de descarga de captura de 99 descargas, se probaron diseños de muestreo sistemático y varios estimadores de composición por talla para evaluar el error asociado a la composición por talla estimada en un rango de frecuencias de muestreo. Se considerarán los estimadores de composición de la captura basados en diseño, similares a los utilizados para la mejor estimación científica (Tomlinson 2002). Sin embargo, es posible que también se exploren otros tipos de estimadores.

Aunque el objetivo principal de la Fase 1 del estudio piloto de LBI es desarrollar diseños de muestreo prácticos y robustos para su uso durante el programa reforzado de muestreo en puerto de LBI, los datos recolectados en la Fase 1 también serán muy valiosos para explorar opciones para mejorar los diseños de muestreo utilizados por el programa de muestreo en puerto habitual para estimar la composición de las capturas de la flota de cerco. En particular, los datos recolectados durante la Fase 1 permitirán evaluar el desempeño del protocolo de muestreo en puerto actual para la estimación de la composición de la captura de lances OBJ. Este trabajo no sólo conducirá potencialmente a mejoras para el programa de muestreo en puerto de la CIAT, sino que el resultado podría beneficiar también a los programas de muestreo de otras Organizaciones Regionales de Ordenación Pesquera atuneras.

## **PREGUNTAS QUE SE ABORDARÁN EN LA FASE 1**

Las preguntas que la Fase 1 intentará responder mediante la simulación son las siguientes:

- 1) ¿Existen cambios significativos en la composición por especie y/o talla de la captura en el transcurso de los procesos de descarga en el punto en el que la captura está disponible por primera vez para los muestreadores? De ser así, ¿la magnitud de los cambios difiere según el tipo de lance o el área asociada a la captura, o según el método de descarga? ¿Existe una mayor tendencia a los cambios en la composición por especie y/o talla con las descargas de bodegas de

lances mixtos (por ejemplo, lances OBJ y NOA mixtos), en comparación con las bodegas de un solo tipo de lance?

- 2) ¿Cuántas muestras por bodega deberían recolectarse (y de cuántos peces) para estimar mejor la composición de la captura de una bodega y su varianza? ¿Deberían diferir estos parámetros de muestreo en función del tipo de lance y del área de captura o del método de descarga?
- 3) 3) ¿La varianza asociada a la composición estimada de la captura del mismo viaje y tipo de lance/área —pero de diferentes bodegas— es menor o mayor que la varianza entre las muestras de una bodega? En otras palabras, si más de una bodega de un viaje contiene capturas del mismo tipo de lance/área (es decir, "estrato"), ¿el muestreo debería centrarse en obtener al menos una muestra de cada bodega o en obtener múltiples muestras de una de las bodegas?

### **POSIBLES DIFICULTADES**

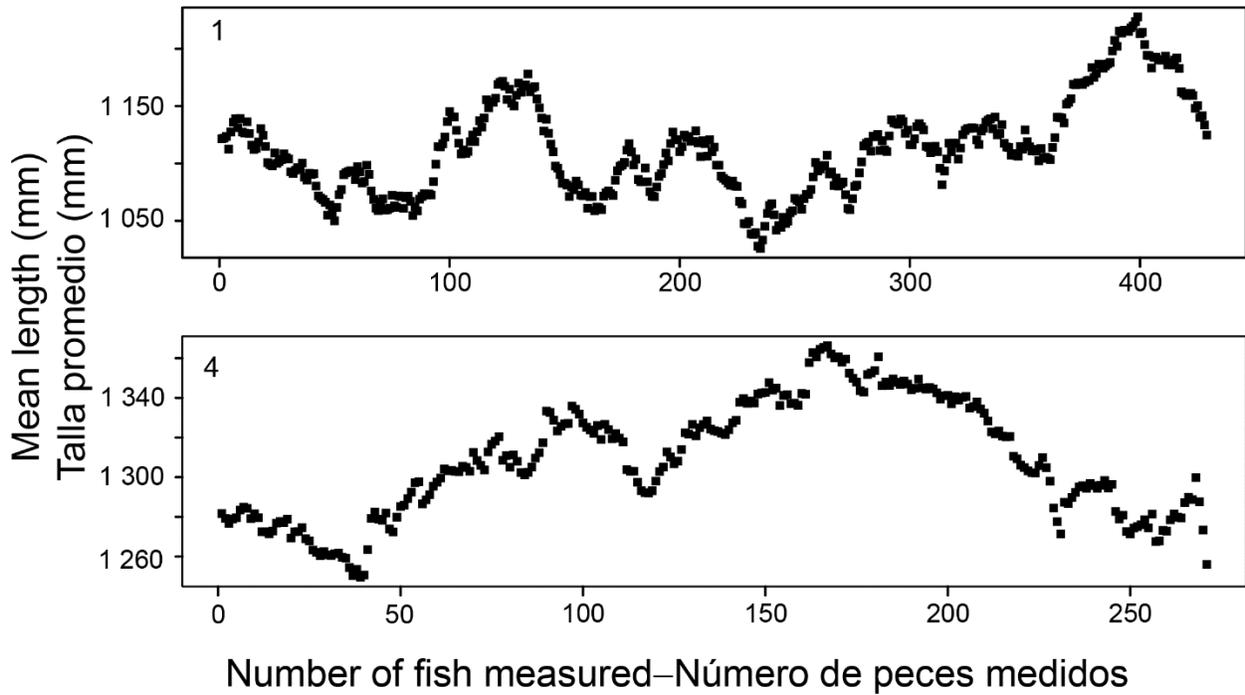
Existen varios factores que pueden afectar el número de bodegas que se pueden muestrear durante la Fase 1 del estudio piloto de LBI, entre ellos:

- La persistencia de la pandemia de COVID puede limitar la capacidad de muestreo con el nivel de intensidad deseado.
- Es posible que el primer periodo de veda para los buques cerqueros (29 de julio-8 de octubre) tenga algún impacto en la disponibilidad de viajes para el muestreo durante la Fase 1. Aproximadamente, 50% de los buques que suelen descargar en Manta y Posorja acatan el primer periodo de veda. Esto podría mitigarse, hasta cierto punto, mediante el muestreo de múltiples bodegas de algunos viajes
- Una falta de cooperación con el plan de muestreo exhaustivo de la Fase 1 tendría un impacto negativo en la calidad de los datos. La cooperación de los buques para el muestreo será esencial para el éxito del estudio piloto de LBI y del programa reforzado de muestreo en puerto de LBI.

En caso de que se produzca alguno de estas dificultades, la Fase 1 se extenderá para poder recolectar un número adecuado de muestras de bodegas.

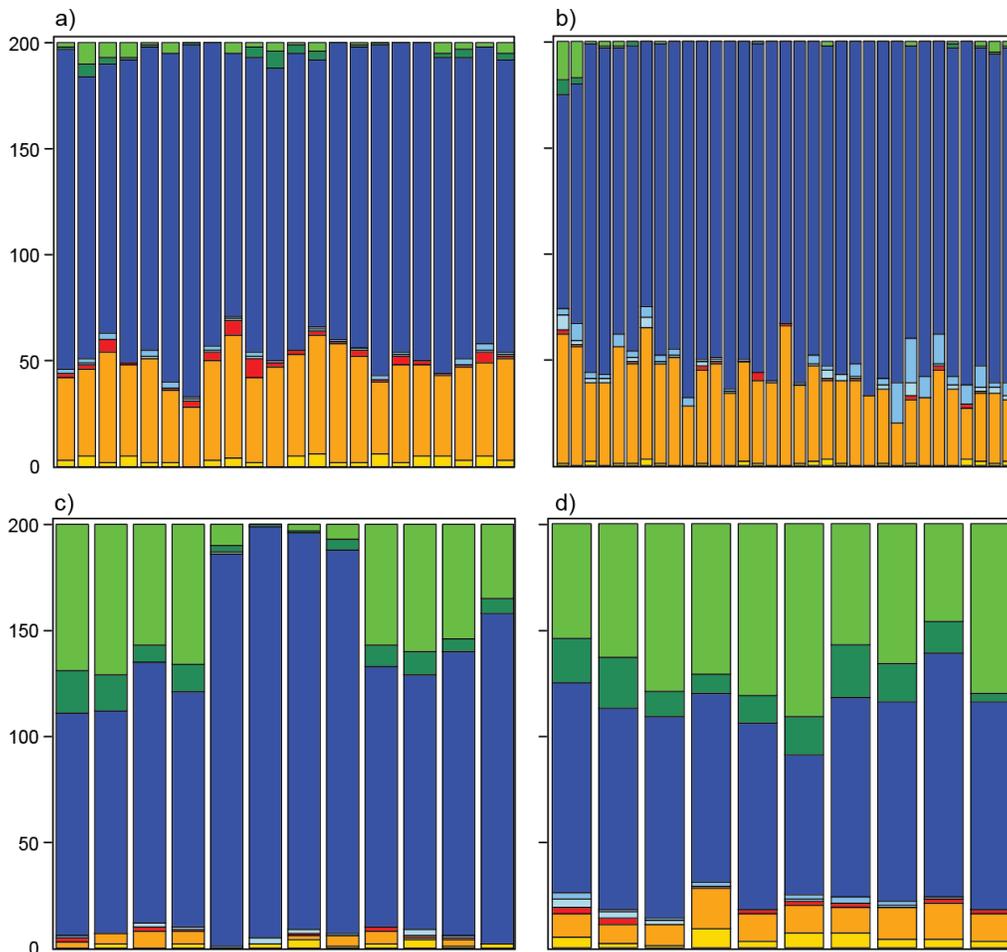
### **REFERENCIAS**

Lennert-Cody, C.E., McCracken, M., Siu, S., Oliveros-Ramos, R., Maunder, M.N., Aires-da-Silva, A., Miguel, Carvajal Rodrigues, J. M., Opsomer, J. 2022. Single-cluster sampling designs for shark catch size composition in a Central American longline fishery. *Fisheries Research* 251 (2022) 106320. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106320>



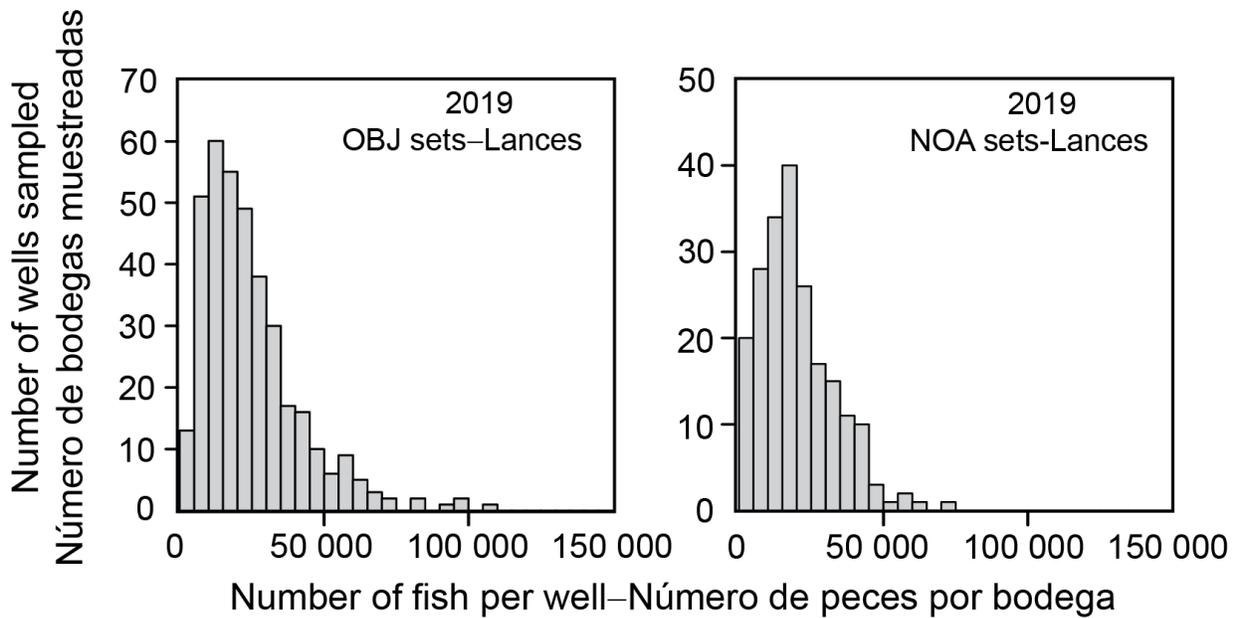
**FIGURE 1.** Mean length (moving average of 50-fish samples) for yellowfin tuna, from the data of Wild (1994), for two of the extensively sampled wells (Test Well 1 and Test Well 4, both containing catch from DEL sets).

**FIGURA 1.** Talla promedio (promedio móvil de muestras de 50 peces) para el atún aleta amarilla, a partir de los datos de Wild (1994), para dos de las bodegas muestreadas exhaustivamente (Bodega de prueba 1 y Bodega de prueba 4, ambas con capturas de lances DEL).



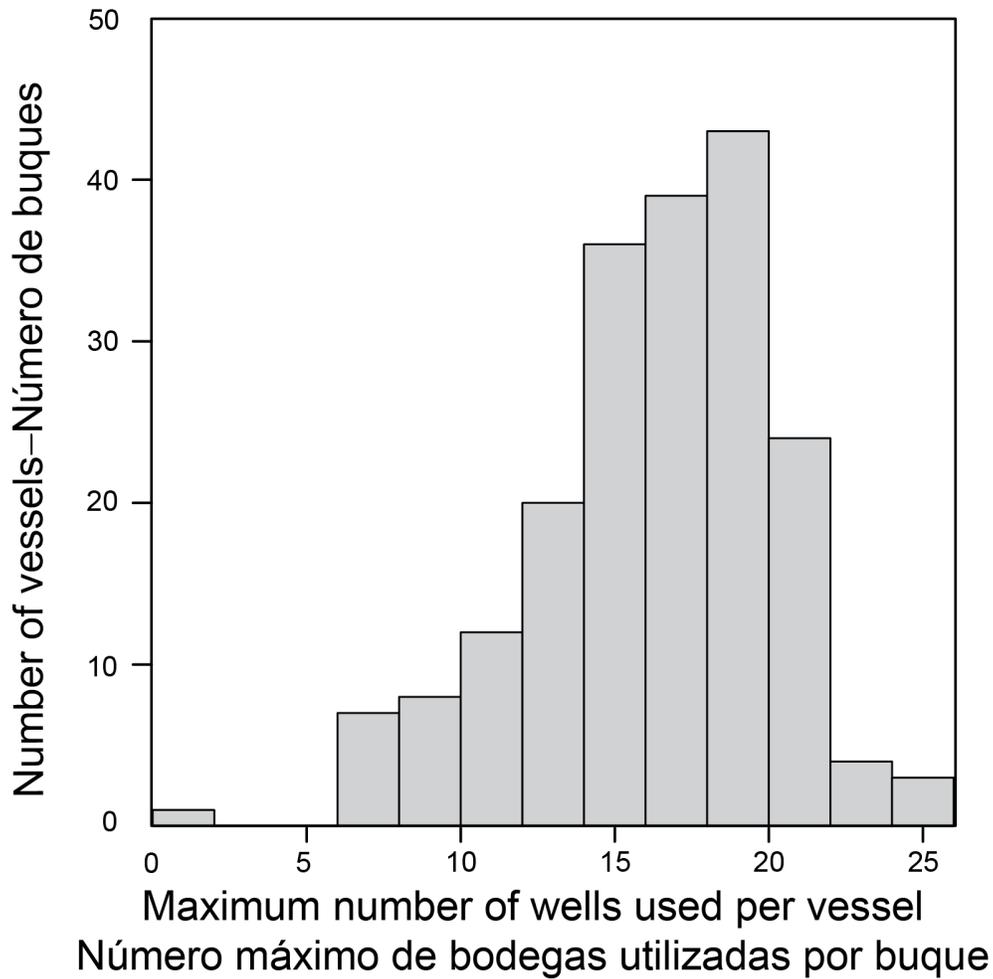
**FIGURE 2.** Data from exhaustive port-sampling of 4 wells, each well from a different vessel, that was conducted in 1999 by IATTC staff. Each panel is a separate well sample, and each vertical bar represents 200 consecutive fish (a block size of 200 fish was selected because this is the number of fish that might typically be counted for species composition under the current sampling protocol (appendix of Suter 2010)). All sampled wells contained catch exclusively from OBJ sets. Yellowfin tuna: small (yellow), medium (gold), large (red). Skipjack tuna: small (light blue), medium (blue), large (dark blue). Bigeye tuna: medium (dark green), large (medium green). Small: < 2.5kg; Medium: 2.5 – 15kg; Large: > 15kg. Total BET and tropical tuna catch – in numbers of fish – for each unloading were: (a) 75 BET, 6637 tropical tunas; (b) 112 BET, 4567 tropical tunas; (c) 615 BET, 2471 tropical tunas; (d) 849 BET, 2005 tropical tunas.

**FIGURA 2.** Datos de muestreo en puerto exhaustivo de 4 bodegas, cada bodega de un buque diferente, realizado en 1999 por personal de la CIAT. Cada panel es una muestra de bodega separada, y cada barra vertical representa 200 peces consecutivos (se seleccionó un tamaño de bloque de 200 peces porque éste es el número de peces que típicamente se contaría para la composición por especie bajo el protocolo de muestreo actual (anexo de Suter 2010)). Todas las bodegas muestreadas contenían capturas exclusivamente de lances OBJ. Aleta amarilla: pequeño (amarillo), mediano (dorado), y grande (rojo). Barrilete: pequeño (azul claro), mediano (azul medio) y grande (azul oscuro). Patudo: mediano (verde oscuro) y grande (verde medio). Pequeño: < 2.5 kg; Mediano: 2.5–15 kg; Grande: > 15 kg. El total de capturas de BET y de atunes tropicales, en número de peces, para cada descarga fue: (a) 75 BET, 6637 atunes tropicales; (b) 112 BET, 4567 atunes tropicales; (c) 615 BET, 2471 atunes tropicales; (d) 849 BET, 2005 atunes tropicales.



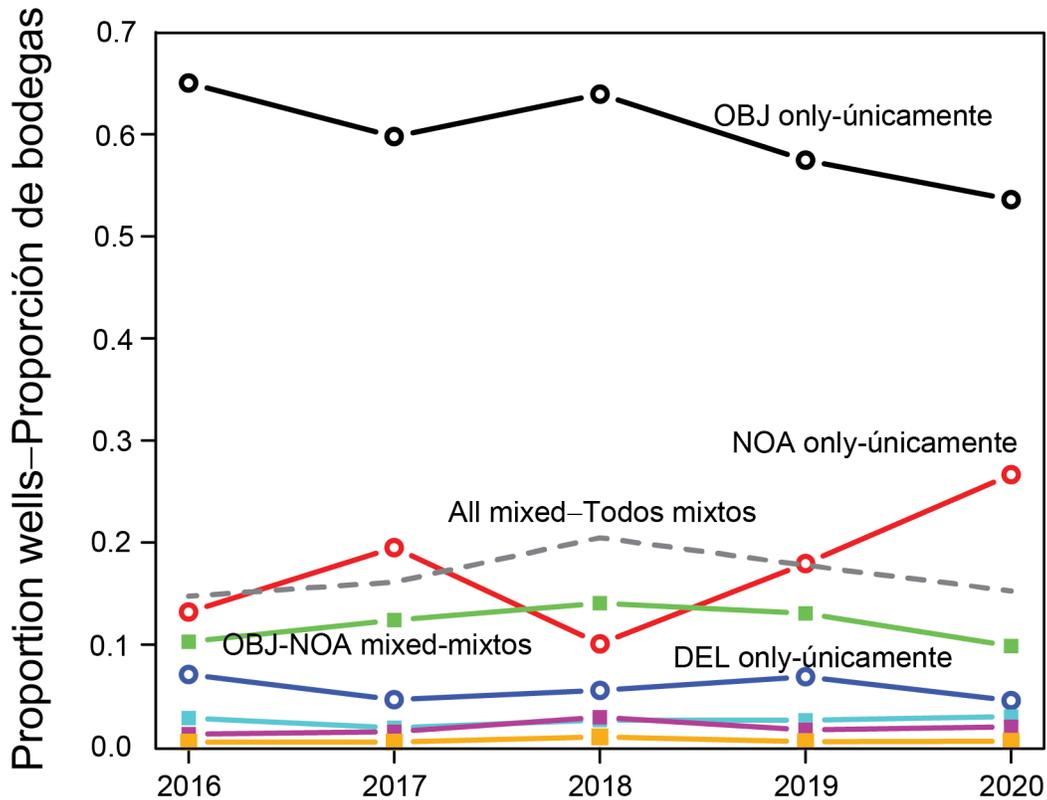
**FIGURE 3.** Frequency distributions of the estimated number of fish (yellowfin + bigeye + skipjack) per well for 2019 Class-6 vessels sampled by the regular port-sampling program, for wells with OBJ-set catch (left panel) and NOA-set catch (right panel).

**FIGURA 3.** Distribuciones de frecuencia del número estimado de peces (aleta amarilla + patudo + barrilete) por bodega para buques cerqueros de clase 6 muestreados en 2019 por el programa de muestreo en puerto habitual, para bodegas con captura de lances OBJ (panel izquierdo) y captura de lances NOA (panel derecho).



**FIGURE 4.** Frequency distribution of the maximum number of wells used per vessel for IATTC Class-6 vessels during 2017 - 2021.

**FIGURA 4.** Distribución de frecuencia del número máximo de bodegas utilizadas por buque, para buques cerqueros de clase 6 de la CIAT durante 2017-2021.



**FIGURE 5.** Proportion, by year, of wells unloaded, according to the set types associated with their catch, in Manta and Posorja, 2016-2020. Open circles indicate wells loaded with catch from only one set type and filled squares indicate wells with catch from more than one set type. The dashed gray line ("All mixed") indicates the proportion of wells with any mix of set types. Black: OBJ sets only; red: NOA sets only; dark blue: DEL sets only; green: OBJ and NOA sets; light blue: DEL and OBJ sets; pink: DEL and NOA sets; gold: DEL, NOA and OBJ sets.

**FIGURA 5.** Proporción, por año, de bodegas descargadas, según los tipos de lance asociados a su captura, en Manta y Posorja, 2016-2020. Los círculos sin relleno indican bodegas cargadas con capturas de un solo tipo de lance y los cuadrados rellenos indican bodegas con capturas de más de un tipo de lance. La línea gris discontinua ("Todos mixtos") indica la proporción de bodegas con cualquier mezcla de tipos de lance. Negro: lances OBJ únicamente; rojo: lances NOA únicamente; azul oscuro: lances DEL únicamente; verde: lances OBJ y NOA; azul claro: lances OBJ y DEL; rosa: lances DEL y NOA; dorado: lances DEL, NOA y OBJ.