COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

16ª REUNIÓN

La Jolla, California (EE. UU.)
2-6 de junio de 2025

DOCUMENTO SAC-16 INF-M

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS REJILLAS EXCLUIDORAS UTILIZADAS EN LA PESQUERÍA CERQUERAS DE ATUNES TROPICALES DEL OPO

Este documento fue producido por el personal de la CIAT en respuesta a una recomendación del SAC-15 de, "*a) Que el personal científico proporcione una evaluación del valor de conservación de la rejilla excluidora y realice un análisis comparativo de la captura entre lances con y sin uso de rejillas excluidoras de peces con la finalidad de detectar cambios en la composición de la captura objetivo y no objetivo, y b) Que se celebre un taller en Ecuador con personal científico de la CIAT, la industria, y técnicos de pesca con la finalidad de: i: Conocer prototipo de rejillas excluidoras utilizadas durante las maniobras de pesca, uso, experiencias, beneficios y problemáticas, y ii: Analizar la posibilidad de cuantificar la cantidad de peces que son extraídos por este método así como sobrevivencia o condición de los mismos, por medio del diseño de un experimento y/o muestreo durante lances en que se utilicen las rejillas (por ejemplo, mediante el uso de cámaras submarinas).* "

Marlon Román, Jon Lopez, Luis Torres[1], José Luis García[2] , Enrique Ureña y Alexandre Aires-da-Silva

CONTENIDO

1. Resumen 2
2. Introducción 2
3. Materiales y métodos 4
3.1. Fuentes de datos 4
3.1.1. Datos de los observadores de la CIAT 4
3.1.2. Datos de PROBECUADOR 5
3.1.3. Datos de TUNACONS 5
3.1.4. Datos de la encuesta 6
3.2. Análisis de datos 6
3.2.1. Utilización de la rejilla excluidora 6
3.2.2. Evasión del atún 6
3.2.3. Composición por tallas de la captura 7
4. Resultados y discusión 8
4.1. Utilización de la rejilla excluidora 8
4.2. Evasión del atún 9
4.3. Composición por tallas de las capturas 10
5. Conclusiones y recomendaciones 11
6. Referencias 13
7. Tablas 14
8. Figuras 16

[1] Programa Nacional de Observadores de Ecuador - PROBECUADOR
[2] Grupo de Conservación del Atún - TUNACONS

1. RESUMEN

En la 15ª Reunión del CCA se aprobó una recomendación que decía, *"a) Que el personal científico proporcione una evaluación del valor de conservación de la rejilla excluidora y realice un análisis comparativo de la captura entre lances con y sin uso de rejillas excluidoras de peces con la finalidad de detectar cambios en la composición de la captura objetivo y no objetivo, y b) Que se celebre un taller en Ecuador con personal científico de la CIAT, la industria, y técnicos de pesca con la finalidad de: i: Conocer prototipo de rejillas excluidoras utilizadas durante las maniobras de pesca, uso, experiencias, beneficios y problemáticas, y ii: Analizar la posibilidad de cuantificar la cantidad de peces que son extraídos por este método así como sobrevivencia o condición de los mismos, por medio del diseño de un experimento y/o muestreo durante lances en que se utilicen las rejillas (por ejemplo, mediante el uso de cámaras submarinas)".* En respuesta a esta recomendación, el personal de la CIAT, en colaboración con expertos de la región, realizó análisis sobre el uso de las rejillas excluidoras, la proporción de atunes que evaden, y la composición de las capturas de atunes pequeños con respecto a las capturas totales de atunes, basándose en cuatro fuentes de datos distintas, correspondientes a diferentes periodos de recolección de información: datos de observadores de la CIAT (2008-2009), datos del programa nacional de observadores de Ecuador (PROBECUADOR; 2009-2024), datos del Grupo de Conservación del Atún (TUNACONS; 2018-2020), y datos de encuestas realizadas por observadores de la CIAT (2024-Febrero 2025). Estas fuentes variaron en cuanto a su naturaleza, series temporales y métodos de recopilación de datos.

Los resultados indican que, a diferencia de los primeros años, en los últimos las rejillas se han operado con mayor frecuencia a profundidades del 75% o mayores, independientemente de la cantidad de atún capturado -probablemente mejorando su capacidad para operar a mayor profundidad, incluso en lances con grandes capturas de atunes. Las dimensiones de la rejilla y la posición dentro de la red pueden haber contribuido a esta operación más profunda, permitiendo mayores capturas. El análisis de las tasas de evasión del atún arrojó resultados incoherentes y contradictorios entre las distintas fuentes de datos, observándose una eficacia variable según la especie y el tamaño. Estas discrepancias podrían deberse a diferencias en el diseño de las rejillas o a limitaciones en la recolección de datos (por ejemplo, la capacidad de los observadores para recopilar datos bajo el agua). Del mismo modo, las tendencias en la composición de los pequeños atunes en las capturas no fueron concluyentes debido a la variación entre especies, tamaño de las capturas y fuentes de datos. Los factores espaciotemporales y operativos también complican la interpretación. El estudio subraya la necesidad de estandarizar el muestreo, mejorar los métodos de recopilación de datos e integrar herramientas electrónicas para aumentar la precisión y fiabilidad de los futuros estudios.

A la luz de los resultados de este análisis, el personal de la CIAT recomienda que, si se organiza un 2º Taller de Rejillas Excluidoras, este debería considerar toda la información pertinente presentada en este informe y la literatura existente (por ejemplo, las conclusiones del Primer Taller de Rejillas Excluidoras de la CIAT), y garantizar la participación de todas las partes interesadas pertinentes, incluyendo expertos mundiales, pescadores, armadores de flota e ingenieros y fabricantes de redes, para que se establezcan el diseño y los parámetros de un eventual experimento dedicado.

2. INTRODUCCIÓN

La pesquería atunera con red de cerco en el Océano Pacífico oriental (OPO) captura especies objetivo y no objetivo, incluyendo una amplia variedad de peces óseos de diversos tamaños y taxones vulnerables[3],

[3] A menos que se especifique lo contrario, incluyendo pero no limitado a citas de las evaluaciones de vulnerabilidad y cualquier puntaje cualitativo/cuantitativo (por ejemplo, BYC-10 INF-B; SAC-13-11; SAC-14-12), la definición del

como captura incidental. La gran mayoría de estos son capturados con mayor frecuencia, y en mayor número, en lances dirigidos a atunes asociados con objetos flotantes (CIAT, 2024; Hall y Román, 2013). El uso de objetos flotantes en la pesquería atunera de cerco del OPO ha aumentado significativamente desde 2005 (CIAT, documento SAC-07-07f.i), debido principalmente al uso generalizado de dispositivos agregadores de peces (plantados). Este aumento en el esfuerzo de pesca con plantados ha sido vinculado a un aumento en la mortalidad por pesca de atunes de tamaño pequeño, particularmente para el atún patudo (Aires-da-Silva y Maunder, 2015, Xu et al., 2021).

Para mitigar este problema, la CIAT implementó medidas para reducir las capturas de atún patudo, incluyendo, pero sin limitarse a, una veda de la pesquería durante 72 días, vedas espacio-temporales adicionales (por ejemplo, el Corralito), un sistema de incentivos de límite para buques individuales (Resoluciones C-21-04, C-24-01) y recomendaciones para desarrollar tecnologías tales como dispositivos excluidores (por ejemplo, rejillas excluidoras) instalados en las redes de cerco que facilitarían la liberación de atunes pequeños (Resolución C-04-05). La eficacia de las rejillas excluidoras en las pesquerías de cerco tropicales ha sido evaluada en varios estudios (Nelson, 2004; SRP, 2010; Ríos y Sondheimer, 2011). En una evaluación de su uso en las pesquerías atuneras asociadas con plantados en el OPO, SRP (2010) y Ríos y Sondheimer (2011) analizaron las tasas de evasión de atunes en varios diseños diferentes de rejillas excluidoras e identificaron el uso de rejillas como una herramienta potencial para posiblemente reducir la mortalidad por pesca de peces de tamaño no deseable. Sin embargo, los autores no concluyeron definitivamente el impacto de las rejillas excluidoras en la reducción de la mortalidad por pesca del patudo de talla pequeña, ya que los porcentajes de evasión se estimaron para el atún aleta amarilla (YFT; *Thunnus albacares*), el patudo (BET; *Thunnus obesus*) y el barrilete (SKJ; *Katsuwonus pelamis*) combinados, y no se disponía de datos sobre la supervivencia post-liberación.

Un estudio realizado por la Subsecretaría de Recursos Pesqueros de Ecuador (SRP, 2010) estimó los porcentajes de evasión de atún por especie en cinco diseños de rejilla excluidora. Los resultados indicaron que las tasas de evasión oscilaron entre el 0,24% y el 0,85% para YFT-BET de< 2,5 kg y entre el 0,17% y el 1,62% para individuos de tamaño medio-grande (es decir, ≥ 2,5 kg). Para SKJ, las tasas de evasión oscilaron entre el 0,3% y el 1,48% para peces < 2,5 kg y entre el 0,14% y el 1,6% para peces ≥ 2,5 kg. El estudio descubrió que las rejillas excluidoras eran más eficaces para SKJ < 2,5 kg que para YFT-BET < 2,5 kg, y que la profundidad de la red a la que se instala la rejilla separadora desempeña un papel crucial en su rendimiento. Los autores recomendaron probar rejillas excluidoras a distintas profundidades para evaluar su efecto en la evasión de BET < 2,5 kg. Además, descubrieron que la eficacia de las rejillas selectoras se veía comprometida cuando las capturas de atún superaban las 100 toneladas métricas (t), lo que ponía de manifiesto la necesidad de tener en cuenta consideraciones especiales respecto a la colocación de las rejillas excluidoras dentro de la red en el caso de capturas grandes.

Para discutir más a fondo estos hallazgos, se organizó en Manta (Ecuador) en 2019 el *Taller sobre Análisis y Mejoras del Uso y Funcionamiento de la Rejilla Excluidora para atunes juveniles en el OPO*. El taller concluyó que se debería realizar una serie de experimentos en diferentes buques usando números y diseños variados de rejillas excluidoras con dimensiones y tamaños de malla específicos, asegurando que el dispositivo opere completamente sumergido. El taller sugirió también que la evasión de los individuos debería ser registrada por un buzo o una cámara sumergida a bordo (para el informe del taller, ver el documento CIAT-94 M-1).

personal de "vulnerable especies" se refiere a las especies que, en el *sensu latu*, y debido a sus características de historia de vida de baja productividad (es decir, las especies K según la teoría de la selección r/K), son más susceptibles a los impactos de la pesca y otras actividades antropogénicas sobre ellas, su hábitat o su ecosistema. Esto incluye a los mamíferos marinos, las aves marinas, las tortugas marinas y los elasmobranquios.

En 2024, durante su 15ªreunión, el Comité Científico Asesor de la CIAT, volvió a tratar este asunto y recomendó un enfoque gradual para evaluar el valor de conservación de la rejilla excluidora, encomendando al personal de la CIAT llevar a cabo:

1. Un análisis comparativo de las capturas entre lances con y sin utilización de rejillas excluidoras de peces para detectar cambios en la composición de las capturas objetivo y no objetivo.
2. Un taller para conocer los prototipos de rejillas excluidoras utilizados durante las operaciones de pesca y la evaluación de su rendimiento, así como la posibilidad de cuantificar la cantidad de peces que se extraen por este método, incluida su supervivencia o estado (para más detalles, véase el documento Recomendaciones SAC-15)

El presente documento aborda la primera tarea mediante la realización de análisis exploratorios usando todos los datos disponibles de las rejillas excluidoras de la pesquería atunera con red de cerco del OPO, recopilados por los programas de observadores de la CIAT y nacionales, así como por una Organización No Gubernamental (ONG), y a través de distintos períodos de tiempo. Con ese propósito, el personal de la CIAT: i) evaluó el nivel de operación y la configuración de las rejillas excluidoras y analizó las tendencias operacionales a lo largo del tiempo; ii) evaluó las proporciones de evasión de los atunes YFT, SKJ, y BET con base en el porcentaje de profundidad de inmersión de la rejilla, y iii) comparó la captura total de atunes pequeños con respecto a las capturas totales de atunes en lances con y sin rejillas excluidoras. Los resultados de estos análisis pretenden informar al CCA y al posible taller recomendado en la tarea No. 2 anterior, así como respaldar un eventual desarrollo de métodos estandarizados de recopilación de datos para comprender mejor el rendimiento de las rejillas excluidoras, incluyendo la cuantificación de las tasas de evasión y la supervivencia post-evasión de las especies y tallas de interés.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Fuentes de datos

Para los análisis incluidos en este documento, el personal usó diferentes fuentes de datos, entre ellas el programa histórico de observadores de la CIAT (en lo sucesivo "datos de Observadores"), el programa nacional de observadores de Ecuador - PROBECUADOR, (en lo sucesivo "datos de PROBECUADOR"), el programa de observadores del Grupo de Conservación Atunera - TUNACONS - un consorcio de empresas atuneras ecuatorianas, (en lo sucesivo "datos de TUNACONS"), y una encuesta reciente realizada a los observadores de la CIAT (en lo sucesivo denominados "datos de Encuesta"). Estas cuatro fuentes de datos proporcionaron información para evaluar el desempeño de las rejillas excluidoras en las especies objetivo de la pesquería atunera de cerco en el OPO (ver más adelante). Cada fuente de datos tiene características distintas en cuanto a períodos de recolección de datos, variables de la rejilla excluidora, y otros parámetros recolectados (Tabla 1). En la Tabla 2 se presenta un resumen de los detalles y el número de observaciones de estas fuentes de datos.

3.1.1. Datos de los observadores de la CIAT

Para entender mejor el uso de las rejillas excluidoras de atunes en la flota de cerco del OPO, la CIAT estableció un programa de recolección de datos 2008 a 2009. Como parte del programa de observadores de la CIAT en cerqueros grandes (clase 6, >363 t) con cobertura regular del 100%, los observadores registraron datos a nivel de lance, incluyendo fecha, posición, captura de atún (estimada en toneladas métricas [t]) por especie y categoría de tamaño (pequeño <2,5 kg, mediano 2,5-15 kg, grande >15 kg), el porcentaje de inmersión en la rejilla excluidora, y evasión de especies de atún por categoría de tamaño (estimada en t). Los observadores también documentaron la composición de las capturas por especie y categoría de talla cuando no se utilizó la rejilla excluidora.

La estimación de la evasión submarina de especies y tallas planteó importantes retos a los observadores

debido a la elevada turbidez, los fuertes vientos y la necesidad de mantener una distancia segura de la operación de pesca para evitar interferencias. Además, los observadores tenían que recopilar información sobre el resto de las actividades pesqueras en el buque. Estos factores provocaban a menudo una visibilidad reducida o la pérdida de contacto visual con la zona en la que operaba la red.

Dado que es difícil identificar con precisión las especies de atún bajo el agua, especialmente los individuos más pequeños con características similares, en el análisis se combinaron las estimaciones de YFT y BET. Las especies de atún se clasificaron además en dos grupos (pequeño: < 2,5 kg, mediano-grande: $\geq$ 2,5 kg), basándose en un peso de referencia de 2,5 kg

3.1.2. Datos de PROBECUADOR

Desde 2009, los observadores del Programa Nacional de Observadores de Ecuador han estado recopilando datos relacionados con las rejillas excluidoras, lo que convierte a esta data en la serie temporal más larga disponible hasta la fecha, que abarca desde 2009 hasta 2024. Nótese que la flota ecuatoriana es la flota con mayor uso de rejillas excluidoras, tanto históricamente como en la actualidad. Los datos se registran a nivel de viaje e incluyen el número de viaje, el número total de lances, la evasión total de atún (en número de individuos), el uso de la rejilla excluidora y el porcentaje de inmersión de la rejilla. En este programa de recopilación de datos, los datos de evasión de atún sólo se proporcionaron a nivel taxonómico general (fam. Scombridae). Aunque los datos se recopilaron a nivel de viaje y la evasión de atún a nivel de taxón de familia, esta información se vinculó a la base de datos de observadores de la CIAT para obtener la composición de la captura de atún por especie y categoría de talla asociada a ese viaje.

En un análisis exploratorio de los datos, se observó que la proporción de inmersión de la rejilla utilizada en un lance no seguía una tendencia coherente a lo largo de los años (Figura 1). En los primeros años de la serie temporal, la proporción de inmersión se situaba en torno al 20%, mientras que los años más recientes muestran una tasa de inmersión de aproximadamente el 45%, por término medio. Además, el porcentaje de la proporción de inmersión en la rejilla en relación con la captura total de atún fluctuó con el tiempo (Figura 2), lo que sugiere cambios operativos en el uso de la rejilla excluidora a lo largo de los años, que pueden afectar a la coherencia y comparabilidad con las otras fuentes de datos. Para abordar estos posibles problemas, los análisis realizados con los datos de PROBECUADOR se agruparon en tres periodos, que coinciden estrechamente con las otras tres fuentes de datos disponibles:

- PROBECUADOR datos tempranos: 2009
- PROBECUADOR datos medios: 2018-2020
- PROBECUADOR datos recientes: 2024

3.1.3. Datos de TUNACONS

Durante 2018 a 2020, los buques pertenecientes al Grupo de Conservación del Atún (TUNACONS)-un consorcio de empresas pesqueras atuneras ecuatorianas, han recopilado información relacionada con el uso de rejillas excluidoras. Esta data comparte algunas similitudes con los datos de los Observadores mencionados anteriormente, incluyendo información a nivel de lance como su posición geográfica, la captura estimada de atún (t) por especie, el porcentaje de inmersión en la rejilla excluidora y la evasión de especies de atún por categoría de tamaño (estimada en t), pero fue recopilada por la tripulación del buque (es decir, los patrones) y no por los observadores a bordo. A diferencia de los datos de Observadores, los datos de TUNACONS no incluían información sobre los lances en los que no se utilizaron rejillas excluidoras y carecían de datos de capturas de atún por categoría de talla. Para los fines de este trabajo, estos últimos se obtuvieron, para cada lance, ya sea de la CIAT o de los observadores nacionales ecuatorianos que muestrearon estos viajes.

3.1.4. Datos de la encuesta

La recopilación de datos de Encuesta comenzó en 2024, tras una recomendación del CCA-14 de comprender mejor el uso actual de las rejillas excluidoras por la flota de cerco en la región. Al terminar un viaje de pesca, y durante su informe de datos, se entrevistó a los observadores de la CIAT sobre diferentes aspectos relacionados con las rejillas excluidoras, incluyendo entre otros, el uso de la rejilla durante todo el viaje de pesca (sí, no), porcentaje de inmersión en la rejilla, tamaño de malla, etc. Una vez vinculada a los datos de capturas, se recuperó la información sobre la composición de las capturas de atún por especies y categorías de talla correspondientes al viaje de pesca. Los datos sobre la evasión del atún no estaban disponibles para este estudio.

3.2. Análisis de datos

Se realizaron análisis específicos sobre la evasión del atún y la composición por tallas pequeñas de las capturas de atún (< 2,5 kg) en función de la disponibilidad de datos de las cuatro fuentes diferentes (véanse los detalles a continuación). Todos los análisis se implementaron en el freeware estadístico R (R Core Team, 2021).

Se utilizó el paquete ggplot2 (Wickman, 2016) para ejecutar modelos aditivos generalizados (GAM; Wood, 2011) y comparar fuentes de datos de rejillas excluidoras y diferentes parámetros, así como para visualizar los modelos estadísticos con las bandas de confianza del 95 % previstas. Se seleccionaron los GAM porque se cree que la relación entre la eficiencia de la rejilla excluidora y la profundidad de inmersión de la rejilla o los rangos de captura no es lineal (SRP, 2010)

3.2.1. Utilización de la rejilla excluidora

Para investigar los cambios en las dimensiones de las rejillas excluidoras utilizadas a lo largo del tiempo, se realizaron comparaciones entre dos periodos y dos fuentes de datos (datos de Observadores (2008-2009) y datos de Encuesta (2024-febrero 2025) – las otras dos fuentes de datos, PROBECUADOR y TUNACONS carecen de información detallada sobre las dimensiones de las rejillas; véase la tabla 1).

Para evaluar los cambios temporales en el uso de la rejilla excluidora, se examinó el porcentaje de lances en función de los niveles de inmersión de la rejilla (≤ 25%; 25-50%; 50-75%, y >75% sumergida) a través de cuatro fuentes de datos de tres periodos anuales: i) Datos de Observadores (2008-2009); ii) Datos de TUNACONS (2018-2020); iii) Datos de Encuesta (2024-febrero 2025), y iv) Datos de PROBECUADOR, categorizados en períodos tempranos (2009), medios (2018-2020) y recientes (2024). Además, se analizaron los niveles de inmersión en rejilla excluidora en relación con las capturas totales de atún para examinar los cambios temporales en el uso y la eficiencia de la profundidad de inmersión en rejilla. Para este análisis se utilizaron datos de Observadores, datos de TUNACONS y datos de Encuesta. Además, se incluyó una cuarta fuente de datos (datos de PROBECUADOR, 2010-2015) para cubrir los años no presentes en las fuentes de datos anteriores. Las capturas totales de atún se clasificaron en 5 grupos (<=20 t; 20-40 t; 40-60 t; 60-100 t, y >100 t).

Dado que la resolución de los datos de PROBECUADOR era a nivel de viaje, para este análisis se utilizó la media del porcentaje de niveles de inmersión de la rejilla excluidora durante el viaje. Del mismo modo, para los datos de Encuesta, sólo se incluyeron en este análisis los viajes en los que los observadores informaron que la rejilla permaneció sumergida en el mismo porcentaje durante todo el viaje.

3.2.2. Evasión del atún

Los análisis de las proporciones de evasión de atún se realizaron utilizando los datos de Observadores y los datos de TUNACONS. Las proporciones de evasión se analizaron en función de dos categorías de talla, utilizando un peso de referencia de 2,5 kg. La proporción de evasión para SKJ se evaluó por separado,

mientras que YFT y BET se agruparon para estimar su proporción de evasión combinada en relación con el porcentaje de inmersión en la rejilla.

Para investigar los cambios en las proporciones de evasión de atún en función de las capturas de atún, se estimó la proporción de evasión para cuatro categorías de capturas totales de atún (20-40 t; 40-60 t; 60-100 t, y > 100 t).

Dado que los datos de capturas de atún por categoría de talla no fueron comunicados originalmente por TUNACONS, estos datos fueron extraídos de la base de datos de los programas de observadores de la CIAT, y se realizó un proceso de validación. Para esta validación, las comparaciones entre los datos recolectados por los observadores sobre la composición por tallas del atún y los datos de evasión de TUNACONS revelaron que, en muchos lances, la composición por tallas del atún en las capturas reportadas por los observadores era inferior a la correspondiente composición por tallas del atún evadido reportada en los datos de TUNACONS. Aunque los observadores suelen consultar con el jefe de máquinas para verificar sus estimaciones de capturas, la información sobre capturas facilitada se da generalmente a nivel de especie y no por categoría de talla. Para abordar las discrepancias en la captura por talla de las especies de atún entre estas dos fuentes de datos y garantizar un enfoque conservador, los lances con evasiones superiores a la mitad de la captura retenida correspondiente en una categoría de talla determinada se excluyeron del análisis

3.2.3. Composición por tallas de la captura

En respuesta a la solicitud del CCA-15 de realizar un análisis comparativo de los datos de captura de los lances con y sin rejilla excluidora, se examinaron los cambios en la composición por tallas de las capturas totales de atunes (la captura retenida más los posibles descartes), con especial énfasis en los individuos de talla pequeña (< 2,5kg). La base conceptual es que si los atunes pequeños eluden la captura escapando a través de la rejilla, su proporción en la captura total debería ser menor cuando se utiliza una rejilla excluidora.

A diferencia de los lances sobre atunes asociados a delfines (DEL; Figura 3a) o los no asociados a ninguna estructura (NOA; Figura 3b), los lances asociados a objetos flotantes (OBJ) muestran la mayor diversidad de especies en los datos de capturas (Figura 3c), incluyendo la mayor proporción de atunes juveniles (Hall & Román, 2013). Los lances DEL capturan típicamente tallas medianas y grandes de YFT ($\geq$ 2,5 kg), mientras que los lances NOA capturan predominantemente SKJ, dependiendo la presencia de juveniles de la disponibilidad en superficie y de la dinámica espaciotemporal de la pesquería (Figura 3). Debido al mayor tamaño de los individuos capturados en los lances DEL y NOA, es poco probable que la mayoría de los atunes de estos lances pasen por la rejilla excluidora. Por lo tanto, el análisis de la composición del atún pequeño en relación con la captura total de atún, basado en la utilización de la rejilla excluidora, se centró exclusivamente en los lances OBJ.

Dado que los datos de TUNACONS carecían de información sobre lances sin rejilla excluidora, se realizaron comparaciones de la captura de atún por especie y categoría de tamaño utilizando datos de PROBECUADOR, Observadores y Encuesta. Se estimó la proporción de SKJ y YFT-BET de talla pequeña con respecto a la captura total para los lances sin uso de rejilla (0% de inmersión) y para los lances con uso de rejilla (niveles de inmersión >0% a 100%). Como se ha mencionado anteriormente, los datos de PROBECUADOR se registraron a nivel de viaje, por lo que para este análisis se utilizó el porcentaje promedio de niveles de inmersión para las rejillas excluidoras durante cada viaje. Del mismo modo, para los datos de Encuesta, sólo se incluyeron los viajes en los que los observadores informaron de que la rejilla permaneció sumergida a una profundidad constante durante todo el viaje. Además, se analizó la composición por tallas de la captura en relación con cuatro categorías de captura total de atún (20-40 t, 40-60 t, 60-100 t y >100 t)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Utilización de la rejilla excluidora

Los datos de los Observadores recogidos en el primer periodo indicaron unas dimensiones de la rejilla excluidora más pequeñas, tanto en longitud como en altura (Longitud: Mediana = 2,20; rango intercuartílico (IQR): 2,18-2,30; Altura: Mediana = 1,64; IQR: 1,6-1,72) en comparación con los datos de Encuesta contemporánea (Longitud: Mediana = 3,0; IQR: 2,90-3,85; Altura: Mediana = 2,70; IQR: 2,4-3,0; Figura 4). Estos resultados indican que en los últimos años se han utilizado rejillas excluidoras más grandes, lo que sugiere que las flotas pueden haber realizado modificaciones de tamaño en el diseño de la rejilla excluidora para mejorar el rendimiento. Nótese que la información sobre las dimensiones de las rejillas excluidoras no está disponible en todas las fuentes de datos (por ejemplo, los datos de TUNACONS y PROBECUADOR [Tabla 1]), lo que habría añadido solidez a este análisis a lo largo de los periodos de tiempo. Por otro lado, no existe una normativa obligatoria a nivel de la CIAT que exija el uso de rejillas excluidoras o que proporcione diseños estandarizados o directrices de instalación, teniendo en cuenta las variaciones en el diseño y tamaño de los buques.

De acuerdo con estas conclusiones, si se demuestra la eficacia de las rejillas excluidoras y la Comisión acaba imponiendo su uso, sería conveniente disponer de directrices detalladas sobre su construcción e instalación para garantizar un funcionamiento normalizado y óptimo.

El número de lances en función del nivel de inmersión de la rejilla excluidora varió entre las fuentes de datos, tanto en el tamaño de la muestra como en las tendencias a lo largo de los periodos de tiempo. Los datos de TUNACONS y PROBECUADOR para 2018-2020 representaron 18.100 lances (Figura 5c), un número sustancialmente mayor que el total de las otras fuentes de datos combinadas (10.130 lances; Figura 5b-d).

En términos de porcentajes, los datos tempranos de PROBECUADOR (2009), mostraron el mayor porcentaje de lances (53%) con la rejilla sumergida a un máximo de 25% (Figura 5b). Los datos de TUNACONS (2018-2020), mostraron porcentajes más altos de lances con la rejilla sumergida en 25-50% (máx. = 41%) (Figura 5c). Por último, los datos recientes de Encuesta y PROBECUADOR mostraron porcentajes más altos de lances con la rejilla sumergida más del 50% (Figura 5d), lo que sugiere que la rejilla excluidora ha estado operando progresivamente a profundidades mayores en los últimos años.

Una comparación de los niveles de profundidad de inmersión en la rejilla en relación con la captura total de atún reveló medianas de profundidad de inmersión más altas en todas las categorías de captura total de atún en los datos recopilados a partir de 2018 (datos de TUNACONS y Encuesta). Por el contrario, los datos históricos de (datos del Observador [2008-2009] y datos de PROBECUADOR [2010-2015]) mostraron medianas de profundidad de inmersión más bajas en todas las categorías de captura total de atún (Figura 6)

Estos resultados, coherentes con hallazgos anteriores, sugieren que después de 2009, las dimensiones y los niveles de inmersión de la rejilla -especialmente el posicionamiento de la rejilla en la red- pueden haberse ajustado para permitir que se hundan más profundamente, habilitándolas mejor para operar con grandes capturas de atún, tal y como recomienda SRP (2010). Es importante señalar que la información sobre el posicionamiento de las rejillas excluidoras en las redes de los buques no está disponible para todas las fuentes de datos ni para todos los buques equipados con rejillas. Como resultado, este estudio no pudo comparar la colocación de las rejillas en diferentes periodos de tiempo; sin embargo, comprender mejor cómo el posicionamiento de las rejillas dentro de la red afecta a su eficiencia sería valioso para futuras investigaciones

4.2. Evasión del atún

La Figura 7a -d ilustra los valores predichos de las proporciones de evasión de atún por especie y captura total de atún por categoría a partir del GAM. Para SKJ pequeños, Los datos de Observadores (2008-2009) muestran una relación positiva entre la proporción de evasión y el nivel de inmersión en la rejilla, en particular para capturas de hasta 100 t. Se observaron proporciones de evasión más altas (0,08) con inmersión total en la rejilla para capturas de 60-100 t (Figura 7a). Por el contrario, los datos de TUNACONS no apoyan esta relación positiva, con proporciones de evasión de atún en torno a 0,03 en todos los niveles de inmersión en rejilla y capturas totales de atún (Figura 7a). Estos resultados sugieren que, contrariamente a los datos recogidos en 2008-2009, en los años 2018-2020 los niveles de inmersión en la rejilla que evaden la rejilla no parecen tener un efecto positivo en la proporción de SKJ pequeños. En el caso de los SKJ medianos y grandes (≥ 2,5 kg), las proporciones de evasión siguieron siendo mínimas (cercanas a cero), y coherentes en todas las fuentes de datos con niveles de inmersión en la rejilla de hasta el 75 % (Figura 7b). Sin embargo, con inmersión total, los datos de Observadores mostraron un pico de proporciones de evasión, especialmente en las capturas que oscilaban entre 20 y 40 t (0,05). Dado que es poco probable que los individuos de tamaño medio-grande evadan la rejilla excluidora, esta evasión observada probablemente refleja el uso de varios diseños de rejilla experimentales durante los primeros años, algunos de ellos con tamaños de malla grandes que posteriormente se dejaron de utilizar (SRP, 2010). Además, la evasión del atún podría estar sobreestimada. Vale la pena indicar que las estimaciones de los observadores se basaron en evaluaciones visuales desde la cubierta principal sin verificación bajo el agua. Las observaciones de especies y tamaños, especialmente de medianos a grandes, que evaden la rejilla deben interpretarse con cautela, ya que el tamaño de malla de la rejilla se diseñó principalmente para la evasión de individuos más pequeños, y los resultados suelen ser poco concluyentes y contradictorios.

En el caso del YFT-BET de talla pequeña, los datos de TUNACONS mostraron en general proporciones de evasión más elevadas que los datos de Observadores, especialmente en el caso de las capturas de atunes de hasta 60 t. Además, no se observaron tendencias claras entre la proporción de evasión y los niveles de inmersión en la rejilla o las capturas totales de atunes, especialmente en los datos de TUNACONS (Figura 7c). Los resultados de los datos de Observadores indicaron que los SKJ pequeños presentaban mayores tasas de evasión que los YFT-BET pequeños. Estos resultados son coherentes con SRP (2010). Sin embargo, las observaciones de los datos de TUNACONS mostraron el patrón opuesto, con tasas de evasión más elevadas para el YFT-BET pequeño que para el SKJ pequeño, y proporciones de evasión que se mantuvieron relativamente constantes en los diferentes niveles de profundidad de inmersión en la rejilla (Figura 7a,c).

En el caso de YFT-BET medianos y grandes, las proporciones de evasión permanecieron cercanas a cero en todas las fuentes de datos y niveles de profundidad de inmersión de la rejilla (Figura 7d). Estos resultados respaldan la función prevista de la rejilla para evitar la evasión de los atunes YFT-BET de 2,5 kg o más.

La escasa relación entre las fuentes de datos y la evasión de pequeños atunes -tanto en términos de niveles de inmersión en la rejilla como de categorías totales de capturas de atunes - subraya la necesidad de diseños experimentales estandarizados con recopilación de datos y metodologías fiables (por ejemplo, tecnologías de punta, cámaras, sensores, marcas) para cuantificar con precisión las tasas de evasión específicas por especie y tamaño. Además, cualquier estudio futuro dedicado a este tema debería investigar la supervivencia posterior a la liberación de los peces que pasan a través de las rejillas excluidoras, ya que el destino (por ejemplo, nivel de lesión) de los atunes puede verse comprometido tras la evasión y, por tanto, los beneficios de conservación esperados de las rejillas excluidoras también podrían verse disminuidos.

4.3. Composición por tallas de las capturas

La figura 8 resume la composición de la captura (es decir, la proporción de atunes pequeños en relación con el total de atunes) en función de la utilización de la rejilla excluidora (sí o no) y del porcentaje de nivel de inmersión en la rejilla (>0% a 100%). Las comparaciones arrojaron resultados contrastados entre especies y fuentes de datos.

En cuanto a los SKJ pequeños, los datos de Observadores (2008-2009) mostraron tendencias decrecientes en la proporción de SKJ pequeños en relación con los SKJ totales, independientemente del tamaño total de las capturas de atún. La proporción más baja de SKJ pequeños se encontró en la inmersión total de la rejilla en capturas de 60-100 t (0,172; IC 95% [0,000, 0,393]). Estos resultados sugieren que había menos SKJ pequeños cuando la rejilla estaba totalmente sumergida, mientras que se observaban más cuando no se utilizaba la rejilla. Por el contrario, en los primeros datos de PROBECUADOR, no se observó ninguna tendencia clara a la disminución, excepto en las capturas de 60-100 t. Dado que ambas fuentes de datos se recopilaron durante periodos de tiempo similares, estas discrepancias son difíciles de explicar con la información actualmente disponible. Aunque los observadores reciben formación sobre un protocolo claro para recopilar los datos, la fiabilidad de la identificación de especies bajo el agua, la estimación de tallas y la cuantificación de la evasión -dependiendo de observaciones visuales desde el buque mientras se realizan otras muchas tareas- sigue siendo un reto persistente.

En comparación con datos anteriores, ni los datos de Encuesta (2024-febrero 2025) ni los datos recientes de PROBECUADOR (2024) mostraron una relación clara entre la proporción de la composición de SKJ pequeños y los niveles de uso de la red. Las discrepancias temporales entre las fuentes de datos también justifican una mayor consideración. Las diferencias pueden deberse a limitaciones en la recopilación de datos o a características operativas espaciotemporales de la flota o eventos oceanográficos que afectan a la composición por tamaño del atún en un lance. Idealmente, los estudios futuros sobre rejillas excluidoras deberían considerar también las características operativas de la pesca, junto con factores estacionales y otros factores espaciales (por ejemplo, variables medioambientales).

Para el YFT-BET pequeño en relación con la captura total de YFT-BET; en general, no hubo una relación clara que indicara una mayor proporción de individuos pequeños cuando no se utilizó la rejilla en comparación con cuando sí se utilizó. Sólo se observaron algunas tendencias decrecientes relacionadas con el uso de la rejilla y los niveles de inmersión en la rejilla en los datos del Observador (2008-2009; 20-40 t) y en los primeros datos de PROBECUADOR (2009; 20-60 t).

En cuanto a los datos más recientes, ni PROBECUADOR (2024) ni los datos de Encuesta (2024-febrero 2025) mostraron tendencias significativas que relacionaran la composición de las capturas de YFT-BET pequeño con el uso de la rejilla o los niveles de inmersión. La ausencia de patrones consistentes en el análisis sugiere que en los últimos años la rejilla excluidora puede tener poco o ningún impacto significativo en la composición de la captura de YFT-BET pequeños.

Por último, la proporción de pequeños SKJ y YFT-BET en relación con el total de atunes en función de la utilización de la rejilla excluidora (sí o no) no reveló, en la mayoría de los casos, variaciones significativas entre las categorías de captura total de atunes, lo que sugiere que la composición de los pequeños atunes podría no verse afectada significativamente por la cantidad de captura total de atunes. Para evaluar mejor el impacto de la captura total de atún en el rendimiento de la rejilla excluidora, futuros análisis deberían explorar, en experimentos dedicados, el efecto potencial de la captura total de atún en la eficiencia de la rejilla excluidora y desarrollar protocolos para optimizar su eficiencia en la liberación de atún pequeño basándose en su diseño y disposición dentro de la red y en el comportamiento del atún durante la operación de pesca.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se comparan varias fuentes de datos y periodos de tiempo para evaluar el rendimiento de la rejilla excluidora, centrándose tanto en su uso como en su eficacia a la hora de evadir diferentes especies y tamaños de atún. Cada fuente de datos tiene características únicas (Tabla 1) que la hicieron adecuada para algunos de los análisis realizados en este informe, pero no para todos.

Las fuentes de datos variaban en naturaleza y series temporales, así como en los métodos y campos de datos recopilados. Una fuente incluía datos recopilados por la tripulación del buque durante el viaje de pesca, otra proporcionaba datos de rejillas excluidoras recopilados durante la revisión del viaje en la oficina del programa de observadores al finalizar la marea, y las fuentes restantes ofrecían datos recopilados por observadores a bordo. Aunque en los presentes análisis se aprovecharon al máximo todas las fuentes de datos, el personal identificó limitaciones y posibles lagunas en los datos (en parte debido a la variabilidad inherente entre estas fuentes de datos) que podrían afectar a la validez y representatividad de los resultados finales.

En cuanto a la configuración de la rejilla excluidora, sus dimensiones han aumentado en los últimos años en comparación con hace 15 años, lo que sugiere que con el tiempo se han realizado ajustes de tamaño para mejorar su rendimiento.

Nuestros resultados indican que, contrariamente a los datos anteriores, en un porcentaje mayor de lances de los últimos años la rejilla ha funcionado sumergida a niveles de profundidad del 75% o más. Además, los datos recientes muestran que este nivel de inmersión se ha mantenido relativamente constante en todos los tamaños totales de captura de atún, lo que sugiere que la rejilla puede ser capaz de operar eficazmente con grandes capturas (posiblemente debido al aumento de las dimensiones de la rejilla en los últimos años). Sin embargo, un factor clave parece ser la posición de la rejilla excluidora dentro de la red del buque. Este estudio no incluyó un análisis comparativo de las configuraciones de la rejilla dentro de la red de cerco, ya que no se disponía de esa información. Para comprender mejor el papel de la instalación y la configuración en el rendimiento de la rejilla -especialmente con capturas grandes- sería deseable realizar más estudios incluyendo el posicionamiento de la rejilla dentro de la red de cerco.

El rendimiento de la rejilla excluidora con respecto a la evasión de atunes, incluida su variabilidad por especies y tallas, proporcionó información contradictoria entre las distintas fuentes de datos. Los datos de Observadores mostraron mayores proporciones de evasión de SKJ pequeños, mientras que los datos de TUNACONS no mostraron tal correlación. Además, los datos recientes de TUNACONS indicaron que la rejilla también podría ser eficaz para los YFT-BET pequeños, mientras que los datos de Observadores mostraron tasas de evasión más bajas para estas especies. Estos resultados contrastados complican los esfuerzos por extraer conclusiones firmes sobre los patrones de evasión de los atunes por especies y categorías de talla. Estas discrepancias pueden deberse, entre otras cosas, a diferencias en el diseño de las rejillas a través del tiempo, a su posicionamiento dentro de la red o a limitaciones en la recopilación de datos, en particular los retos a los que se enfrentan los observadores a la hora de cuantificar la evasión submarina por especies y categorías de talla. La inclusión de una recogida de datos estandarizada y de métodos más precisos (por ejemplo, el uso de herramientas electrónicas como cámaras, sensores y/o marcas) debería considerarse en futuros experimentos. Del mismo modo, son necesarias investigaciones que mejoren nuestros conocimientos sobre el efecto de las rejillas excluidoras en la mortalidad post-liberación de los atunes evadidos para comprender mejor los resultados de conservación de estos dispositivos, ya que el destino de los atunes liberados, a menudo heridos, sigue siendo desconocido.

La composición de los atunes pequeños en relación con la captura total podría ser un indicador útil para ayudar a evaluar el rendimiento de la rejilla excluidora, especialmente si el volumen de pescado evadido es lo suficientemente importante como para modificar la composición de las capturas de pequeño tamaño. Sin embargo, el análisis reveló tendencias contrastadas e inclusivas entre especies y fuentes de datos, y tampoco se ha explicado completamente el efecto de la captura total de atún sobre la proporción de especies de atún pequeño. Estas cuestiones, junto con los retos que plantea la estimación de la talla, el peso y la composición por especies de los distintos métodos y programas de recopilación de datos, pueden afectar a la representatividad y fiabilidad de los resultados aquí presentados y, por lo tanto, tendrían que discutirse más a fondo con expertos en la materia.

Además, los factores espaciotemporales (Figura 3), incluidas otras características operativas de la flota, la dinámica de las agregaciones de atunes o las condiciones medioambientales, pueden influir en la composición de las capturas (es decir, la cantidad de especies de pequeños atunes en las capturas), lo que debería comprenderse mejor antes de deducir conclusiones definitivas de este análisis.

Para garantizar la fiabilidad de los datos y comprender y detectar mejor los cambios en el uso y el rendimiento de las rejillas excluidoras a lo largo de los años, los futuros análisis de las rejillas excluidoras se beneficiarían de procedimientos, métodos y diseños de muestreo operativos y de recopilación de datos normalizados, incluido el uso de herramientas electrónicas como las mencionadas anteriormente.

Por último, el personal reconoce que las aportaciones y la experiencia de diversas partes interesadas son cruciales para lograr resultados más definitivos. La opinión de expertos mundiales, pescadores y armadores es esencial para evaluar la viabilidad del uso futuro de rejillas excluidoras y de los experimentos. Además, los ingenieros y fabricantes de redes pueden aportar información valiosa sobre los mejores materiales y el óptimo posicionamiento de las rejillas excluidoras en las redes de cerco. Para fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos entre las partes interesadas y diseñar en conjunto las directrices de un experimento dedicado a la rejilla excluidora, podría ser conveniente celebrar un segundo taller sobre la rejilla excluidora. Dicho taller debería centrarse en evaluar la validez de llevar a cabo un experimento de este tipo, los diferentes prototipos de rejilla excluidora y sus ventajas e inconvenientes, el establecimiento de criterios para evaluar el rendimiento, incluida la cuantificación de la evasión de peces y la supervivencia tras la evasión, y debería desarrollar, según proceda, protocolos, métodos y diseños de muestreo estandarizados para un posible experimento dedicado. Si los expertos consideran que debe llevarse a cabo un proyecto de este tipo, habría que definir una serie de recomendaciones, directrices y condiciones para una ejecución satisfactoria. Para asegurar que el taller considere todos los elementos necesarios para el desarrollo de un potencial experimento futuro, el personal de la CIAT recomienda:

Un potencial segundo taller sobre rejillas excluidoras, si se organiza, debería considerar toda la información pertinente presentada en este informe y la literatura existente (por ejemplo, el informe del primer taller sobre rejillas excluidoras de la CIAT), y garantizar la participación de todas las partes interesadas pertinentes, incluyendo expertos mundiales, pescadores, propietarios de flotas e ingenieros y fabricantes de redes, para que se establezcan el diseño y los parámetros de un eventual experimento dedicado

6. REFERENCIAS

Aires-da-Silva, A., Maunder, M.N. (2015). Condición del atún patudo en el Océano Pacífico oriental en 2014 y perspectivas para el futuro. Documento SAC-06-05.Sexta reunión del Comité Científico Asesor de la CIAT, La Jolla, California, Estados Unidos, 11-15 de mayo de 2015

http://www.iattc.org/Meetings/Meetings2015/6SAC/PDFs/SAC-06-05-BET-assessment-2014.pdf

Haikun X., López, J., Lennert-Cody, C.E., Maunder, M., Valero, J., Minte-Vera, C., y Aires-da-Silva, A. 2021. La relación entre la mortalidad por pesca y el número de lances sobre objetos flotantes para el atún patudo en el Océano Pacífico oriental. CIAT. 5ª Reunión del Grupo de Trabajo Permanente Ad-Hoc sobre Modas de Lance. Documento FAD-05 INF-D. Disponible en: https://www.iattc.org/getattachment/85e4536f-9179-4a0e-b870-d670b00c43e9/FAD-05a-INF-D_Relationship-between-fishing-mortality-and-number-of-OBJ-sets-for-BET-in-the-EPO.pdf

Hall, M., M. Román. (2013). Captura accidental y captura no atunera en las pesquerías de cerco de atunes tropicales del mundo. Documento técnico de pesca y acuicultura de la FAO nº 568. Roma, FAO. 249 pp. Disponible en línea: http://www.fao.org/docrep/018/i2743e/i2743e00.htm.

CIAT (2024). La pesquería de atún en el Océano Pacífico oriental en 2023. Fishery Status Report 2023. https://www.iattc.org/GetAttachment/1ed36788-07ce-4bf4-80e4-10c6c3b2b14d/No-22-2024_Tunas,-stocks-and-ecosystem-in-the-eastern-Pacific-Ocean-in-2023.pdf

Maunder, M. (2010). Indicadores actualizados del estado de la población del atún listado en el Océano Pacífico oriental. Informes de evaluación de poblaciones de la CIAT.

Nelson, P. (2004). Reducción de la mortalidad del patudo en los lances sobre DCP. Majuro, Islas Marshall: 17th meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfish.

R Core Team (2021). R: Un lenguaje y entorno para la computación estadística. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria. URL https://www.R-project.org/.

Ríos, B.F., Sondheimer, F. (2011). Reducción de la mortalidad de atunes pequeños en operaciones de pesca utilizando rejillas excluidoras. Subsecretaría de Recursos Pesqueros. Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca. Manta, Manabí, Ecuador.

SRP (2010). Proyecto: Rejilla excluidora de peces pequeños en la flota atunera de red de cerco nacional y asociada a Clase-6. Reporte técnico. Subsecretaría de Recursos Pesqueros-Ecuador.

Wickham H (2016). ggplot2: Gráficos elegantes para el análisis de datos. Springer-Verlag Nueva York. ISBN 978-3-319-24277-4, https://ggplot2.tidyverse.org.

Wood, S. N. (2011). Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. En Journal of the Royal Statistical Society (B) (Vol. 73, Issue 1, pp. 3-36).

7. TABLAS

TABLE 1. Characteristics of the data sources used in this report. Sp = species.
TABLA 1. Características de las fuentes de datos utilizadas en este informe. Sp = especie.

Fuente de datos	Periodo	Resolución de los datos de la rejilla	Capturas de atún (sp. y talla)	Evasión del atún (sp. y talla)	Uso de la rejilla (sí-no)	Porcentaje de inmersión en la rejilla	Dimensiones de la rejilla
Datos de Observadores	2008-2009	Nivel de lance	✓	✓	✓	✓	✓
Datos de TUNACONS	2018-2020	Nivel de lance	*Sólo sp.*	✓	*"Sólo "sí*	✓	
Datos de PROBECUADOR	2009-2024	Nivel de viaje	✓	*sp. combinado*	✓	✓	
Datos de Encuesta	2024-feb 2025	Nivel de viaje	✓		✓	✓	✓

TABLE 2. Data collection of the data sources used in this report.
TABLA 2. Recopilación de las fuentes de datos utilizadas en este informe.

			Número de viajes		Número de lances con rejilla		
Fuente de datos	**Clase de buque**	**Pabellón buque**	**Rejilla instalada**	**Rejilla no instalada**	**DEL**	**NOA**	**OBJ**
Datos de Observadores	6	COL	0	9			
	6	ECU	69	21	1	516	920
	6	MEX	0	1			
	6	PAN	11	8	32	123	235
	6	POR	0	3			
	6	EE.UU.	0	3			
	6	ESP	5	0	0	18	124
	6	VEN	0	2			
	6	NIC	0	2			
	6	SLV	0	8			
	6	VUT	4	2	0	37	61
	6	HND	5	2	0	66	35
	6	GTM	0	3			
Total			94	64	33	760	1375
Datos de TUNACONS	4	ECU	9		0	40	113
	5	ECU	5		0	19	77
	6	ECU	238		65	1803	4352
	6	PAN	21		0	99	291
Total			273		65	1961	4833
Datos de Encuesta	4	ECU	0	6			
	5	ECU	0	7			
	6	COL	0	18			
	6	ECU	191	96	87	1442	2674
	6	MEX	0	1			
	6	PAN	2	51	0	7	58
	6	POR	0	10			
	6	EE.UU.	0	22			
	6	ESP	0	6			
	6	VEN	0	9			
	6	NIC	0	8			
	6	SLV	0	21			
Total			193	255	87	1449	2732
Datos de PROBECUADOR	4	ECU	0	5			
	5	ECU	0	15			
	6	ECU	922	737	323	5517	16621
Total			922	757	323	5517	16621
Total general			**1482**	**1076**	**508**	**9657**	**25561**

8. FIGURAS

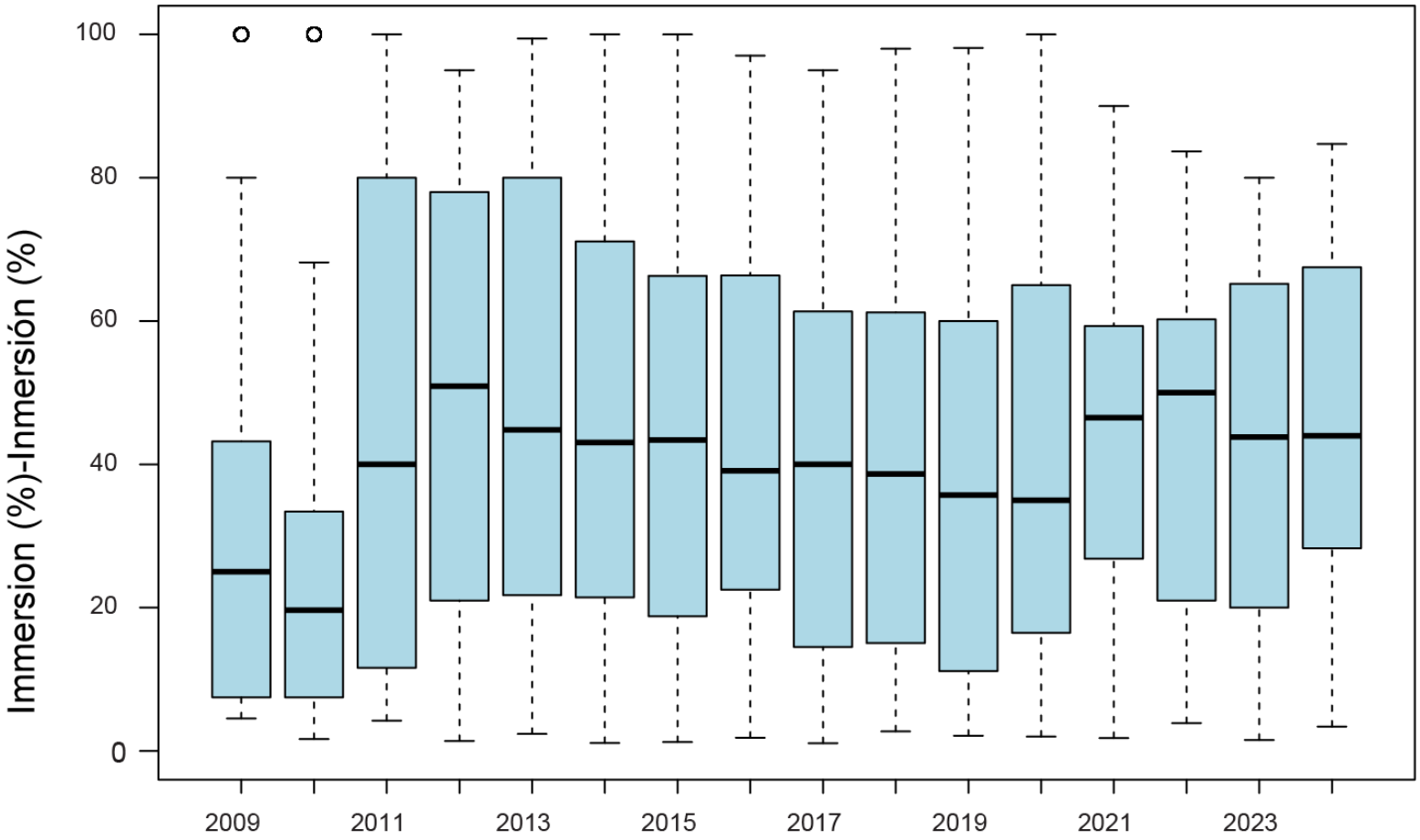

FIGURE 1. PROBECUADOR data: Percentage of grid immersion level by year.
FIGURA 1. Datos de PROBECUADOR: Porcentaje de nivel de inmersión en la red por año.

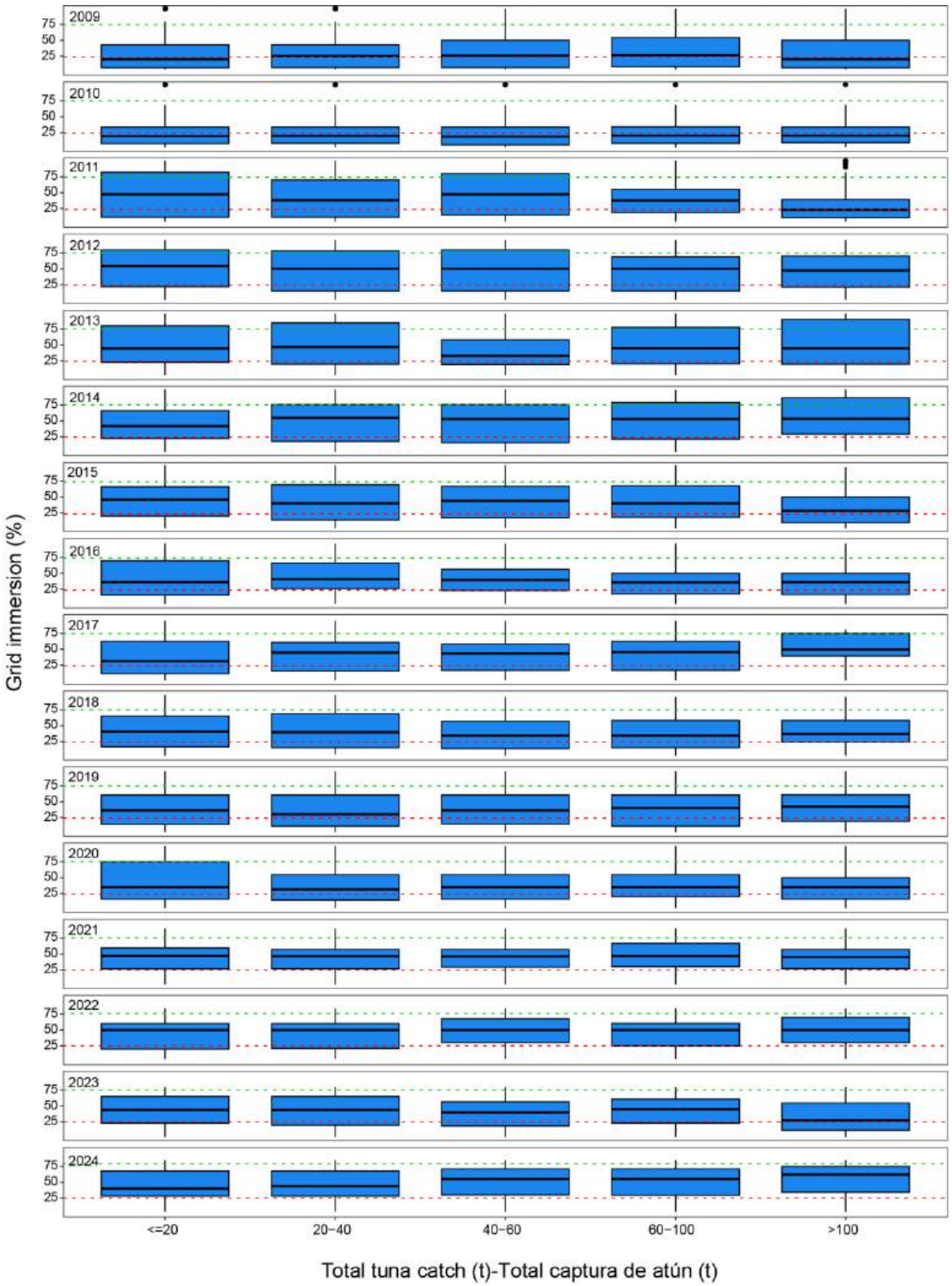

FIGURE 2. PROBECUADOR data: Percentage of grid immersion level relative to total tuna catch by year.
FIGURA 2. Datos de PROBECUADOR: Porcentaje del nivel de inmersión en la red en relación con la captura total de atún por año.

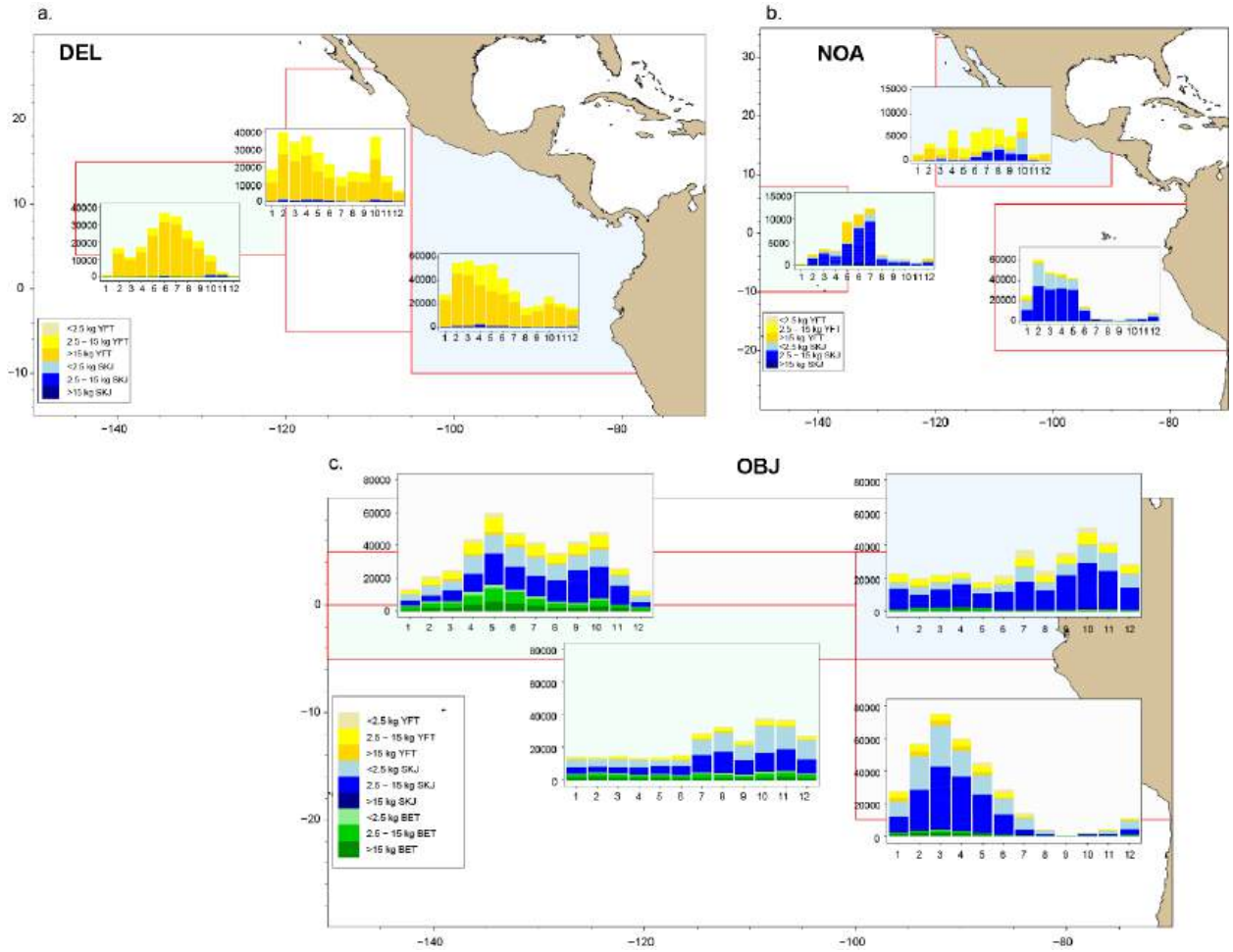

FIGURE 3. Spatial distribution and size composition of YFT, SKJ and BET in: a) sets on tunas associated with dolphins (DEL), b) in sets on tunas not associated (NOA), c) and sets on tunas associated with floating objects (OBJ).

FIGURA 3. Distribución espacial y composición por tallas de YFT, SKJ y BET en: a) lances sobre atunes asociados con delfines (DEL), b) en lances sobre atunes no asociados (NOA), y c) en lances sobre atunes asociados con objetos flotantes (OBJ)

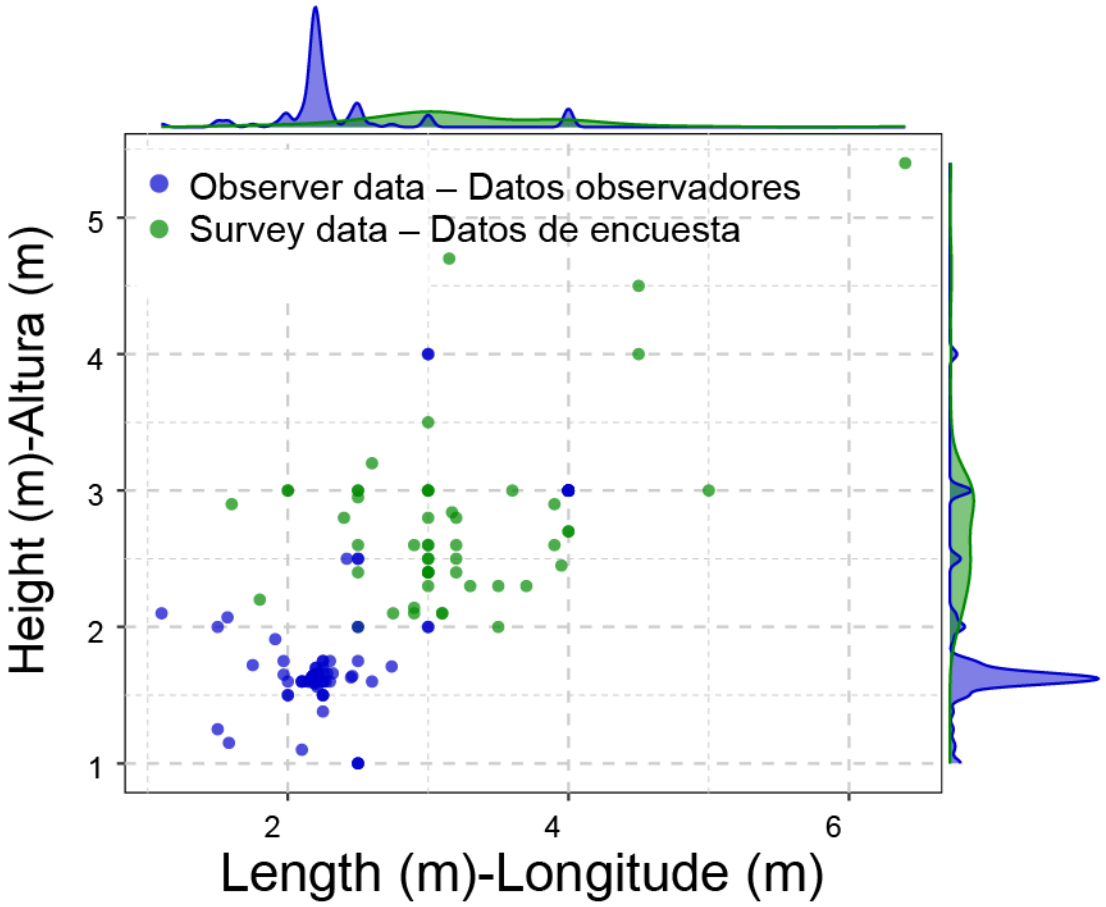

FIGURE 4. Dimension of the sorting grid (in meters, m) across time periods, with data from 2008-2009 (Observer data), and 2024-February 2025 (Survey data).
FIGURA 4. Dimensión de la rejilla excluidora (en metros, m) a lo largo de los periodos de tiempo, con datos de 2008-2009 (datos de Observadores), y 2024-febrero 2025 (datos de Encuesta).

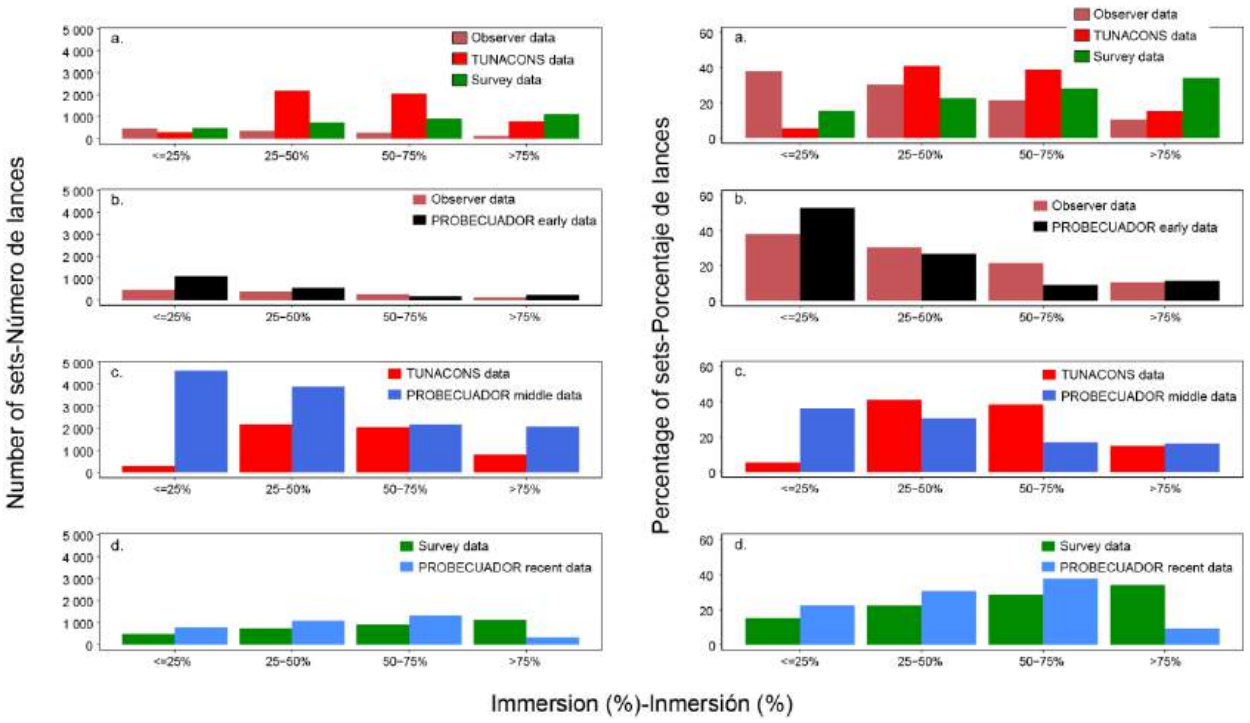

FIGURE 5. Number and percentage of sets relative to percentage of grid immersion depth: a) Data from 2008-2009 (Observer data), 2018-2020 (TUNACONS data), and 2024-2025 (Survey data); b) 2008-2009 (Observer data) and 2009 (PROBECUADOR data); c) 2018-2020 (TUNACONS and PROBECUADOR data); and d) 2024-February 2025 (Survey data) and PROBECUADOR 2024 data.

FIGURA 5. Número y porcentaje de lances en relación con el porcentaje de profundidad de inmersión en la rejilla: a) Datos de 2008-2009 (datos de Observadores), 2018-2020 (datos de TUNACONS), y 2024-2025 (datos de Encuesta); b) 2008-2009 (datos de Observadores) y 2009 (datos de PROBECUADOR); c) 2018-2020 (datos de TUNACONS y PROBECUADOR); y d) 2024- febrero 2025 (datos de Encuesta) y datos de PROBECUADOR 2024.

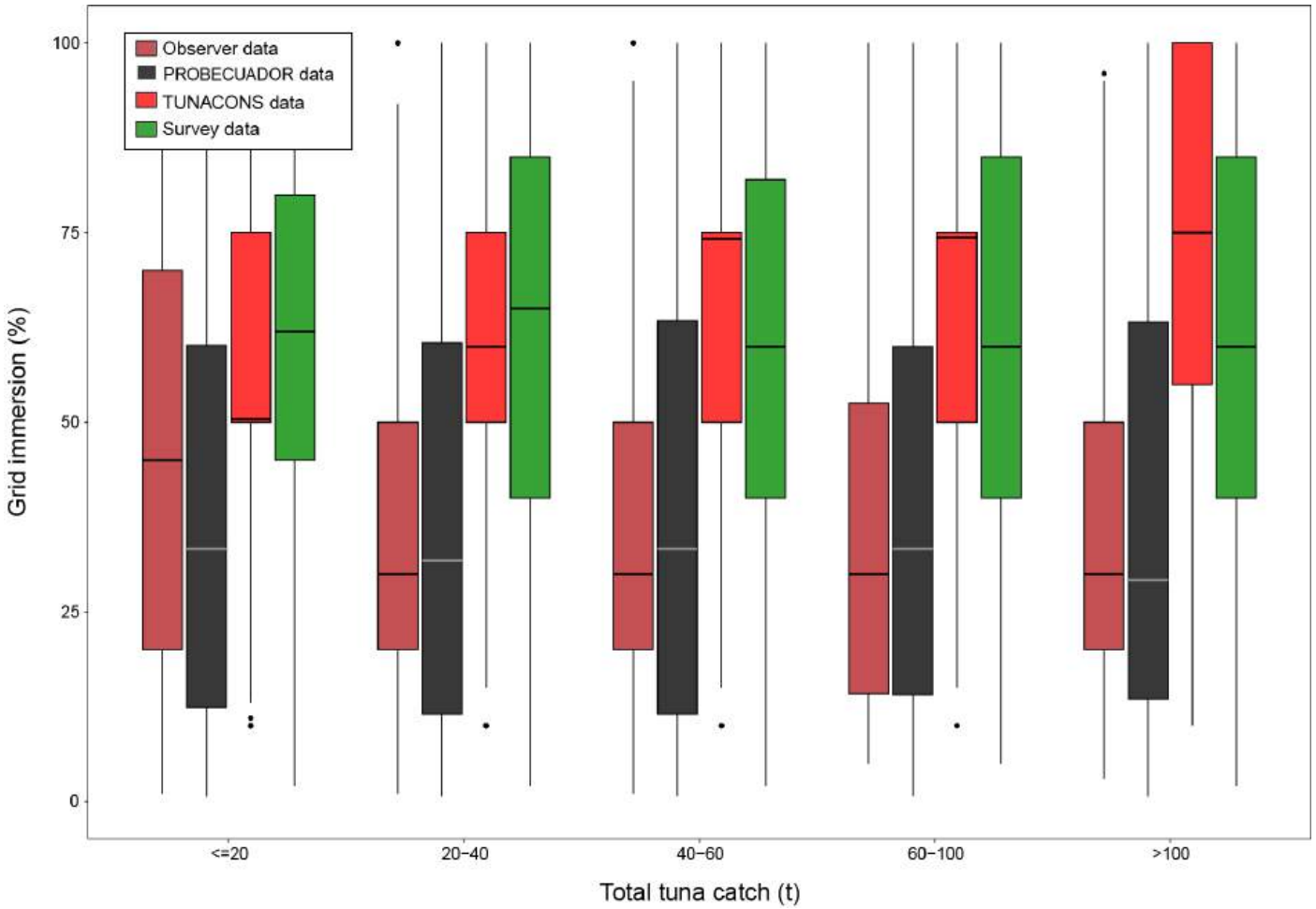

FIGURE 6. Percentage of grid immersion level relative to total tuna catch. Data from 2008-2009 (Observer data); 2010-2015 (PROBECUADOR data); 2018-2020 (TUNACONS data), and 2024-February 2025 (Survey data).

FIGURA 6. Porcentaje del nivel de profundidad de inmersión de la rejilla relativo a la captura total de atún. Datos de 2008-2009 (datos de Observadores); 2010-2015 (datos de PROBECUADOR); 2018-2020 (datos de TUNACONS), y 2024- febrero 2025 (datos de Encuesta).

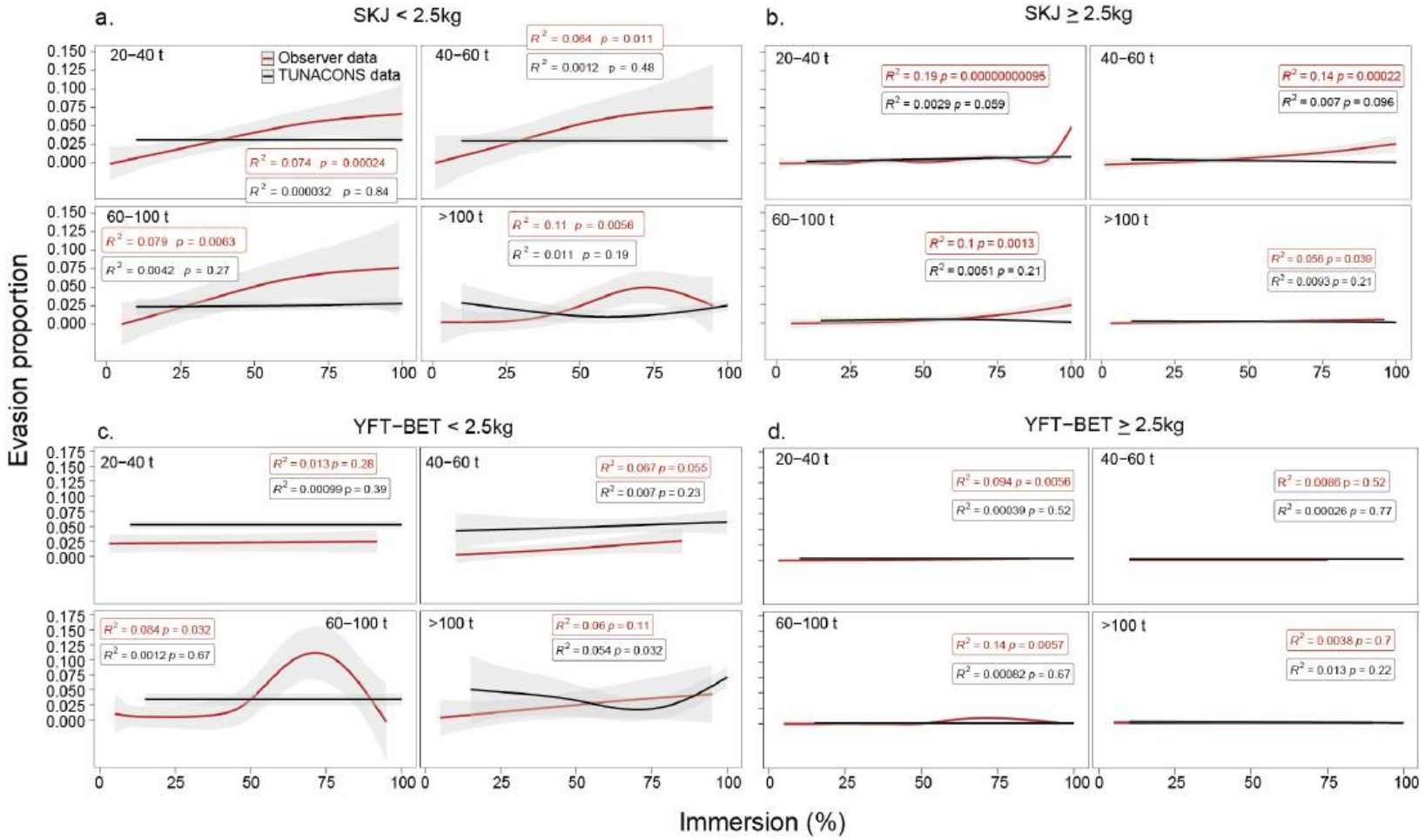

FIGURE 7. Evasion proportions of small and medium-large sized SKJ (a, b) and BET-YFT (c, d) tunas relative to grid immersion levels, and by total tuna catch. Data from 2008-2009 (Observer data), and 2018-2020 (TUNACONS data). The solid line is the GAM fit, and the shaded lines are 95% confidence bands.

FIGURA 7. Proporciones de evasión de atunes SKJ (a, b) y BET-YFT (c, d) de tamaño pequeño y mediano-grande en relación con los niveles de profundidad de inmersión en la rejilla, y por captura total de atún. Datos de 2008-2009 (datos de Observadores), y 2018-2020 (datos de TUNACONS). La línea sólida es el ajuste GAM, y las líneas sombreadas son bandas de confianza del 95%.

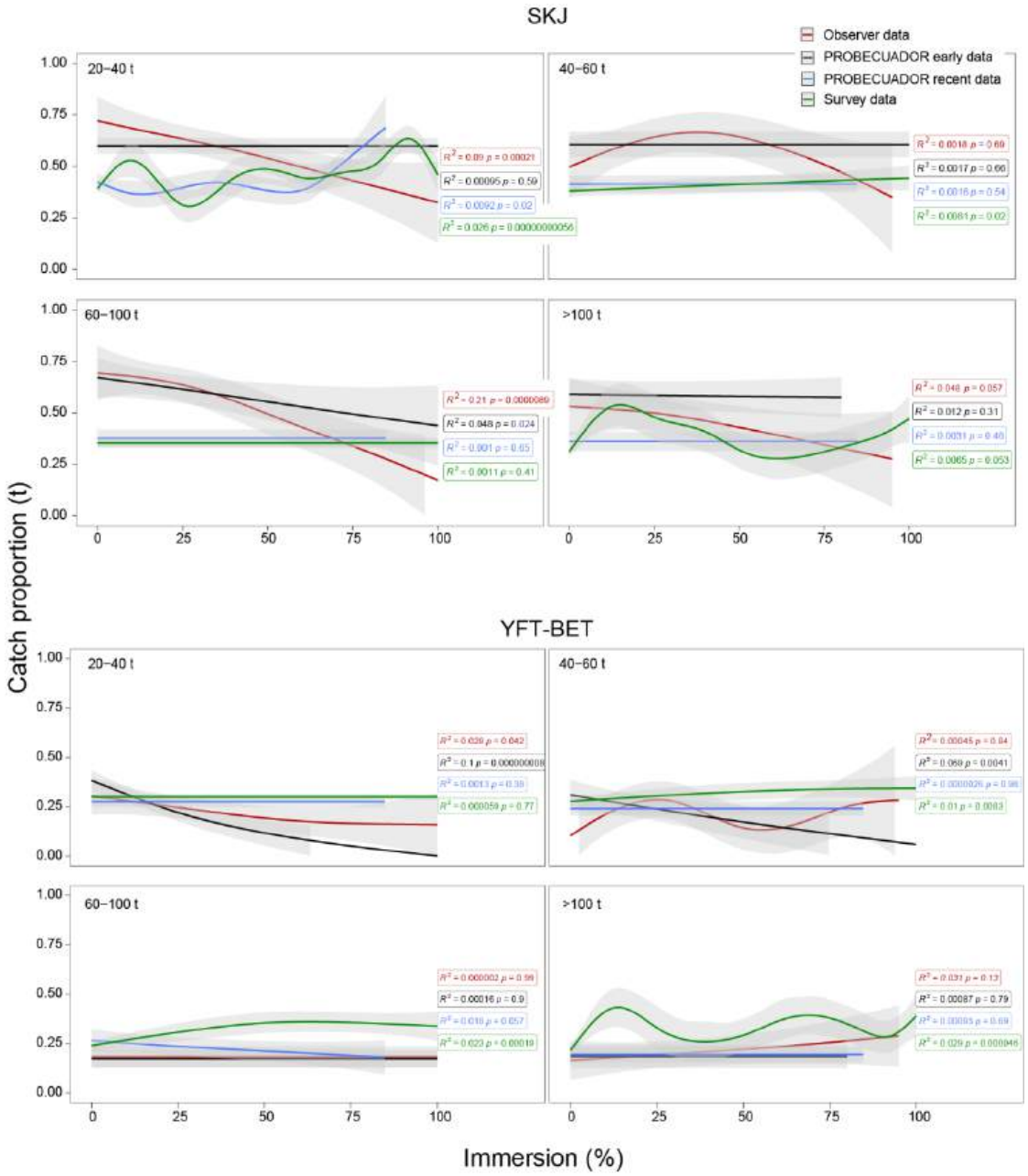

FIGURE 8. Proportion of small tuna catch relative to tuna catch by species, by grid utilization, and by total tuna catch (OBJ sets). Data from 2008-2009 (Observer data) and 2009 (PROBECUADOR early data), and 2024-February 2025 (Survey data) and 2024 (PROBECUADOR contemporary data). The solid line is the GAM fit, and the shaded lines are 95% confidence bands. Note: Immersion = 0% means the grid was not used.

FIGURA 8. Proporción de la captura de atún pequeño en relación con la captura de atún por especie, por utilización de la rejilla y por captura total de atún (lances OBJ). Datos de 2008-2009 (datos de Observadores) y 2009 (datos tempranos de PROBECUADOR), y 2024- febrero 2025 (datos de Encuesta) y 2024 (datos PROBECUADOR). La línea continua es el ajuste GAM, y las líneas sombreadas son bandas de confianza del 95%. Nota: Inmersión= 0% significa que no se utilizó la rejilla.