




ORIGINAL RESEARCH

Captura incidental, interacciones y pérdida de nasas en la pesquería de *Ophichthus remiger* en el norte del Perú

ANDREA PASARA-POLACK^{1,3}, ROSA VINATEA-CHÁVEZ¹, KARLA LOZA-CHOQUE^{2,*}, JORGE GRILLO-NÚÑEZ² y MARINA QUIÑE-FERNÁNDEZ³

¹Amarea Perú, Lima, Perú. ²Redes - Sostenibilidad Pesquera, Lima, Perú. ³Carrera de Biología Marina, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú. ORCID *Andrea Pasara-Polack*  <https://orcid.org/0009-0009-9644-7854>, *Rosa Vinatea-Chávez*  <https://orcid.org/0000-0002-6276-2292>, *Karla Loza-Choque*  <https://orcid.org/0009-0008-5483-041X>, *Jorge Grillo-Núñez*  <https://orcid.org/0000-0002-7501-6811>, *Marina Quiñe-Fernández*  <https://orcid.org/0000-0002-4170-3058>



RESUMEN. La captura incidental, las interacciones con otras especies (incluidos lobos y aves marinas) y la pérdida de trampas en la pesquería de anguila común (*Ophichthus remiger*) en el Perú han sido escasamente documentadas, lo que limita la evaluación de los posibles impactos de la pesquería y el diseño de estrategias orientadas a la mitigación. Este estudio presenta la primera evaluación de la captura incidental y las interacciones multispecíficas en la pesquería de anguila común en el norte del Perú, utilizando datos generados del Sistema de Bitácoras de Pesca (SBP). Se analizaron 7.400 lances de pesca registrados entre septiembre de 2022 y agosto de 2023. La captura incidental representó 1,36% del volumen total, pero incluyó 47 especies, mayormente invertebrados bentónicos, de los cuales 94,93% fue devuelto vivo, lo que sugiere un bajo impacto sobre especies no objetivo. Las interacciones con lobos y aves marinos se registraron en 95,05% y 69,64% de los lances, respectivamente. Se registraron 2,829 nasas perdidas (0,04% del total), concentradas en zonas de alto esfuerzo pesquero. El análisis comparativo con datos del Sistema de Observadores a Bordo (SOB) mostró alta concordancia en volumen de captura, número de especies y captura devuelta viva, así como buena congruencia en el reporte de especies frecuentes. Estos resultados contribuyen a cerrar una brecha de información clave y respaldan la confiabilidad del SBP como herramienta para el monitoreo de la captura incidental y las interacciones multispecíficas en la pesquería de anguila común.



*Correspondence:
karla.loza@redes.pe

Received: 31 October 2025
Accepted: 20 February 2026

ISSN 2683-7595 (print)
ISSN 2683-7951 (online)

<https://ojs.inidep.edu.ar>

Journal of the Instituto Nacional de
Investigación y Desarrollo Pesquero
(INIDEP)



This work is licensed under a Creative
Commons Attribution-
NonCommercial-ShareAlike 4.0
International License

Palabras clave: Anguila común, monitoreo participativo, observadores a bordo, bitácoras de pesca.

Bycatch, interactions and trap loss in the *Ophichthus remiger* fishery in northern Peru

ABSTRACT. Bycatch, interactions with other species –including marine mammals and seabirds– and trap loss in the common eel (*Ophichthus remiger*) fishery in Peru have been poorly documented, limiting the assessment of the fishery’s potential impacts and the development of mitigation-oriented management strategies. This study presents the first assessment of bycatch and multispecies interactions in the common eel fishery off northern Peru, using data from the Logbook Monitoring System (SBP). A total of 7,400 fishing sets recorded between September 2022 and August 2023 were analyzed. Bycatch represented 1.36% of the total catch volume and included 47 species, mostly benthic invertebrates, of which 94.93% were released alive, suggesting a low impact on non-target species. Interactions with sea lions and seabirds were recorded in 95.05% and 69.64% of sets, respectively. A total of 2,829 traps were lost (0.04% of the total), mainly concentrated in areas of high fishing effort. Comparative analysis with data from the Onboard Observer System (SOB) showed high concordance

in catch volume, number of species, and live release, as well as good agreement in the reporting of frequent species. These results help close a key information gap and support the reliability of the SBP as a tool for monitoring bycatch and multispecies interactions in the common eel fishery.

Key words: Common eel, participatory monitoring, onboard observer, fishing logbooks.

INTRODUCCIÓN

A nivel global, la captura incidental representa alrededor del 40% de las capturas marinas totales (Davies et al. 2009), constituyéndose en una de las principales amenazas para la biodiversidad y los ecosistemas (Dulvy et al. 2003; Harrington et al. 2005). Aunque los estudios sobre captura incidental se han centrado principalmente en megafauna marina (Read et al. 2006; Anderson et al. 2011; Wallace et al. 2013), también es crucial evaluar el impacto de las artes de pesca sobre otros componentes del ecosistema, como los invertebrados bentónicos y el hábitat marino (Shester y Micheli 2011). Artes como el arrastre de fondo pueden ocasionar alteraciones severas e irreversibles en la estructura y productividad del bentos (Watling y Norse 1998; Johnson 2002).

Una gestión pesquera efectiva requiere cuantificar tanto la captura incidental como la mortalidad asociada, e integrar dicha información en estrategias de manejo (Hall et al. 2000). Sin embargo, los sistemas de recopilación de datos por especialistas pueden presentar limitaciones logísticas y económicas (Pauly et al. 2002; Agnew et al. 2013). En este contexto, el monitoreo participativo, en el que los propios pescadores registran datos de pesca mediante bitácoras estructuradas, ha surgido como una alternativa viable (Prescott et al. 2016; Reis-Filho et al. 2023). Este enfoque no solo contribuye a cerrar brechas de información, sino que también fortalece el involucramiento y sensibilización de las comunidades en la sostenibilidad de los recursos (Agnew et al. 2013; Prescott et al. 2016; Mandeville et al. 2023). Se ha demostrado que las iniciativas de manejo son más efectivas cuando incluyen

colaboración directa entre pescadores, autoridades y otros actores del sector (Gutiérrez et al. 2011).

En el Perú, la pesquería de anguila común *Ophichthus remiger* (Valenciennes, 1837) ha implementado este enfoque mediante el Sistema Bitácoras de Pesca (SBP), desarrollado por la Asociación Peruana de Productores de Anguila (APPA) en el marco del Proyecto de Mejoramiento Pesquero de Anguila Peruana (PMP Anguila). El SBP recopila información sobre la actividad pesquera, incluyendo la captura incidental, las interacciones con especies de megafauna y el hábitat, a través del registro de bitácoras por parte de los patrones de pesca. Este sistema se complementa con procesos de formación en identificación de especies, acompañamiento técnico continuo y validación de los registros. Asimismo, y paralelamente, se ejecuta el Sistema de Observador a Bordo (SOB), donde personal técnico especializado recopila datos directamente en las faenas de pesca.

Ophichthus remiger es una especie bentónica distribuida entre los 50 y 800 m de profundidad, sobre fondos fangosos, arenosos y con conchuelas (Galán et al. 2007). Su rango de distribución va desde Puerto Pizarro (Perú) hasta Valparaíso (Chile); sin embargo, las mayores concentraciones de la especie se encuentran en la región norte del Perú (Chirichigno y Vélez 1998; IMARPE 2023a). La pesquería de anguila se desarrolla desde la década de 1990, inicialmente frente a Colan y Sechura (Castillo et al. 2000) y actualmente se concentra desde el extremo del dominio marítimo norte hasta los 6° S (IMARPE 2024). Este recurso está regulado por un Reglamento de Ordenamiento Pesquero (ROP), que busca asegurar su aprovechamiento sostenible (PRODUCE 2024). Su extracción y procesamiento actualmente es realizada por dos empresas asociadas a la APPA, con destino exportador

principalmente a mercados asiáticos como Corea del Sur (44%) y Japón (52%) (PRODUCE 2025).

Este estudio presenta los resultados obtenidos sobre la captura incidental, las interacciones con fauna marina asociada y de la pérdida de nasas, registrados por el SBP en la pesquería de Anguila en el norte del Perú. Asimismo, se realiza un análisis comparativo con el SOB, con el fin de aportar evidencia que contribuya a la complementariedad y confiabilidad de ambos sistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La pesquería

El estudio analizó los viajes de pesca realizados por la flota anguilera, cuyas embarcaciones son propiedad de las empresas Sakana del Perú y Perupez, pertenecientes a la APPA. Los viajes co-

rresponden al periodo entre septiembre de 2022 y agosto de 2023, con base en dos puertos pesqueros: Santa Emma en Paita y Las Delicias en Sechura, ambos en la región Piura al norte del Perú.

En el 2022, la flota bajo estudio estuvo compuesta por 19 embarcaciones, reduciéndose a 16 embarcaciones en 2023. Las embarcaciones cuentan con permiso de pesca exclusivo para la captura de anguila. Todas están equipadas con nasas de fondo y cuentan con sistemas mecánicos para la tendida y el virado del arte de pesca. La capacidad de bodega de estas embarcaciones varía de 5,35 a 20,09 m³ y la eslora de 10,9 a 15,0 m. Debido a todas esas características, estas embarcaciones son clasificadas como de menor escala según la Ley General de Pesca (2001).

El arte de pesca consiste en una línea madre con reinales de cabo mixto, a los cuales se sujetan nasas cilíndricas de PVC con agujeros para facilitar el hundimiento (Figura 1). En un extremo, la nasa posee una tapa cónica móvil, sujeta con un nudo

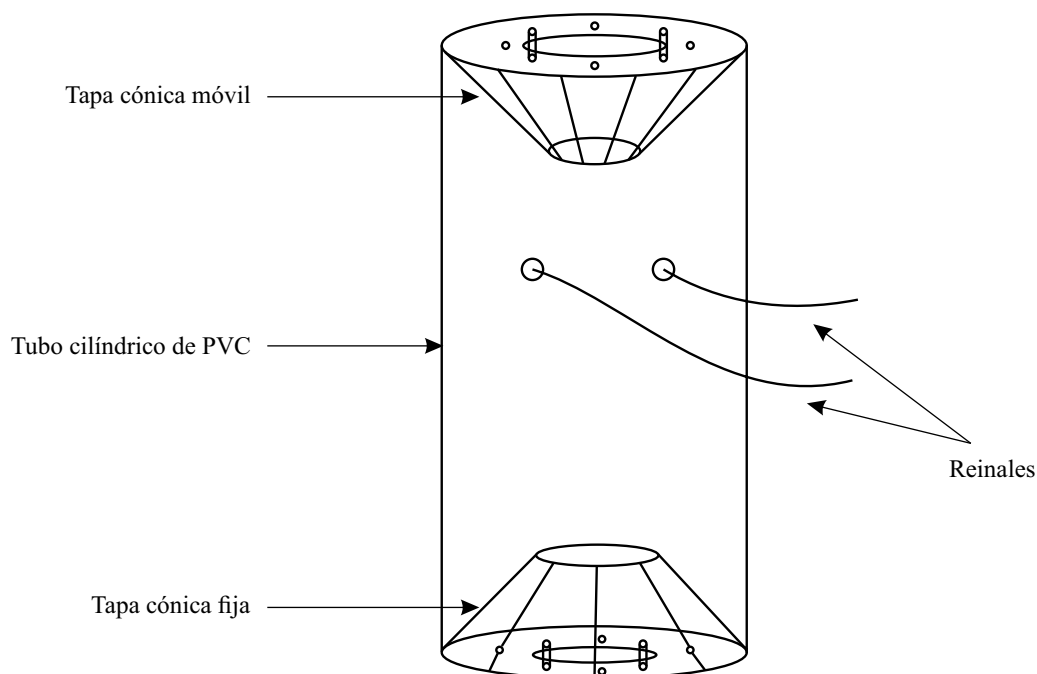


Figura 1. Esquema de la nasa utilizada para la captura de anguila y sus principales componentes.
Figure 1. Diagram of the trap used for eel capture and its main components.

de seguridad fácil de desatar que permite colocar la carnada, facilitar la entrada de la anguila y el vaciar la captura. En el otro extremo, cuenta con un dispositivo cónico fijo, completamente asegurado, que también permite el ingreso de la anguila e impide su salida (Castillo et al. 2000).

Colecta de datos

Los datos provinieron de las bases de datos del sistema de monitoreo SBP implementados en el 100% de las embarcaciones operativas asociadas a la APPA en el marco del Proyecto PMP anguila. Los patrones de pesca registraron información de cada faena en las bitácoras de pesca según el protocolo y manual de muestreo y registro a bordo diseñado por el SBP (APPA-REDES-SP 2022a, 2022b). Se consignaron datos sobre la embarcación, el viaje y el lance, incluyendo: 1) la fecha y hora de zarpada y arribo, 2) número de lances, 3) fecha, hora y posición de cada lance, 4) número de nasas usadas y nasas perdidas, 5) peso de la captura objetivo, 6) composición, peso y destino de la captura incidental, 7) tipo de fondo, 8) especies y cantidad según el tipo de interacción con el arte de pesca de los depredadores superiores. Este último ítem fue definido como aquellas especies de aves marinas, tortugas marinas, mamíferos marinos u otro depredador superior que se encuentre alrededor de la embarcación o de la línea madre durante la operación de pesca.

Durante el muestreo a bordo, los individuos de captura incidental fueron clasificados por especie y destino, pesados en una balanza electrónica y registrados en la bitácora. La clasificación de destino incluyó: liberado vivo, devuelto muerto al mar u otros (consumo). La identificación de las especies de captura incidental se realizó hasta el nivel taxonómico más bajo posible, utilizando una guía de identificación (APPA-REDES-SP 2025) y, además, se realizó la validación mediante fotografías y videos enviados a especialistas. En algunos casos, se alcanzó el nivel de especie (nombre científico), y en otros solo hasta género o

familia. Asimismo, se registró la presencia y tipo de interacción de depredadores superiores durante las operaciones de pesca. Se anotaron la especie o grupo taxonómico y el número de individuos observados por lance. En caso de que la tripulación tuviera dudas en la identificación, se realizaron evidencias fotográficas para la validación por parte del equipo del SBP.

Para las especies de morena (*Muraena* sp.) y bio-bio (*Cynoponticus coniceps*), consideradas peligrosas y no manipuladas por la tripulación por razones de seguridad, se registró únicamente el número de individuos capturados. Para estimar el peso individual de ambas especies, se utilizó como referencia el peso promedio registrado para la morena por los observadores a bordo del SMP, correspondiente a 0,393 kg.

Análisis de datos

Se adoptó la definición de captura incidental de la FAO, que incluye a las especies capturadas sin ser objetivo de la pesquería (FAO 1998). La composición de especies se calculó mediante la fórmula de Annida et al. (2021):

$$\text{Composición de captura (\%)} = (b_i / B) \times 100$$

donde b_i es la captura de la especie (kg) y B es la captura total (kg).

Se realizó un análisis espacial de la captura incidental a lo largo de los gradientes latitudinales y de profundidad. Para el análisis batimétrico, se establecieron cuatro estratos de profundidad, siguiendo el esquema de IMARPE: I (0-90 m), II (91-180 m), III (181-360 m), y IV (361-550 m) (IMARPE 2023b).

La riqueza de especies y la composición relativa de la captura incidental por estrato y franja latitudinal se representaron mediante figuras de barras y mapas de distribución espacial continua, considerando el nivel de género como unidad taxonómica, debido a que no todos los ejemplares pudieron ser identificados con precisión hasta nivel de especie.

Para el análisis de las interacciones con depredadores superiores, se calculó el número de individuos observados por especie o grupo taxonómico, el tipo de interacción y su frecuencia de ocurrencia, definida como el porcentaje de lances en los que se registró su presencia.

Todos los análisis se realizaron en el programa RStudio version (R core Team 2023).

Comparación de resultados generales entre los sistemas

Para validar los datos obtenidos del SBP, se realizó un análisis comparativo con los datos del Sistema de Observadores a Bordo. Se seleccionaron los viajes y lances monitoreados simultáneamente por ambos sistemas. En el SOB, los datos fueron recolectados por un profesional en pesca independiente de la tripulación utilizando herramientas especializadas (bitácora de observador, balanzas, ictiómetros, GPS, protocolos y guía de identificación).

Se analizaron seis variables clave relacionadas con la pesca incidental: número de nasas perdidas, número de especies capturadas incidentalmente, volumen total de captura incidental, volumen de la captura incidental devuelta viva, volumen de la captura incidental devuelta muerta y volumen de la captura incidental con otro destino.

Previo al análisis comparativo entre los valores reportados por pescadores y observadores, se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Dado que los datos no siguieron una distribución normal ($p < 0,001$), se optó por métodos no paramétricos. Se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras apareadas, considerando diferencias significativas aquellas con un valor $p < 0,05$ (Hollander y Wolfe 1999).

El grado de concordancia entre ambos sistemas se evaluó mediante el cálculo del Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC), usando un modelo de efectos aleatorios bidireccional (Gamer et al. 2019). El ICC mide el grado de consistencia o acuerdo entre las mediciones de ambos sistemas, evaluando si

los valores reportados varían de forma similar entre lances, independientemente de pequeñas diferencias en magnitud. La interpretación de los valores de ICC siguió los criterios propuestos por Koo y Li (2016): concordancia pobre ($< 0,5$), moderada ($0,5-0,75$), buena ($0,75-0,9$) o excelente ($> 0,9$). Para complementar el análisis de concordancia, se realizaron diagramas de Bland-Altman para cada variable, estimando el sesgo promedio, los límites de acuerdo y el error porcentual (Datta 2017).

Con base en estos resultados, las variables fueron clasificadas en tres niveles de confiabilidad: “altamente confiables” cuando mostraban una buena o excelente concordancia ($ICC \geq 0,75$, error porcentual bajo y sin sesgo sistemático), “confiable con verificación periódica” cuando a pesar de mostrar buena concordancia, presentaban un error porcentual considerable o sesgo sistemático; y “no recomendadas para gestión” cuando no cumplían con estos criterios mínimos.

Análisis de congruencias en el reporte de especies entre ambos sistemas

Para evaluar la concordancia en la identificación y reporte de especies de captura incidental entre pescador y observador, se implementó un enfoque analítico multimétrico. Se analizaron 1.283 registros correspondientes a lances con información simultánea de ambos sistemas. Los datos fueron estructurados en formato binario, donde 1 indica la presencia reportada de una especie y 0 indica ausencia de reporte. Se calculó inicialmente el coeficiente de Kappa de Cohen para evaluar la concordancia general para cada variable. Dado que la matriz de datos presentaba ausencia de verdaderos negativos, se complementó el análisis mediante el índice PABAK (Prevalence-Adjusted Bias-Adjusted Kappa), que ajusta los efectos de prevalencia y sesgo en la interpretación de la concordancia observada.

Para evaluar específicamente la similaridad en las presencias reportadas, se calcularon dos índices complementarios: el Índice de Jaccard, calculado

como la proporción de concordancias positivas respecto al total de presencias reportadas ($Jaccard = a / (a + b + c)$), y el Índice de Sorenson (o coeficiente de Dice), que otorga mayor peso a las concordancias ($Sorenson = 2a / (2a + b + c)$), donde a representa concordancias en presencias, b las presencias reportadas solo por pescadores, y c las presencias reportadas solo por observadores.

Finalmente, para cada especie individual, se calcularon medidas diagnósticas específicas: sensibilidad (proporción de presencias detectadas por el observador que también fueron reportadas por pescadores), precisión (proporción de reportes de pescadores que coinciden con el observador), y concordancia porcentual. Las especies fueron clasificadas en categorías de congruencias según su Índice de Jaccard: alta ($\geq 0,8$), buena (0,6-0,79), moderada (0,4-0,59) y baja ($< 0,4$).

Este análisis busca evaluar la consistencia en la detección de las especies de captura incidental, es decir, si ambos sistemas (SBP y SOB) registraron o no la presencia de una misma especie en un mismo lance, independientemente de las diferencias en el número de individuos reportados. Este enfoque permite estimar la capacidad del Sistema de Bitácoras de Pesca para reflejar la ocurrencia de las especies observadas por los observadores a bordo, más allá de las variaciones en las cantidades registradas.

RESULTADOS

Descripción de viajes y datos colectados

Los datos analizados provienen de 2.137 viajes y 7.400 lances de pesca registrados mediante el SBP, lo que representó el 88,53% del total de viajes realizados por la flota asociada a la APPA durante el periodo de estudio. Se obtuvo un intervalo de confianza del 9% y un margen de error del 5%.

Cada viaje tuvo una duración promedio aproximadamente de 1,2 días (rango: 0,55-4,00 días), con

un promedio de 3 lances por viaje. En cada lance se utilizaron en promedio 907 ± 111 nasas, con una profundidad promedio de pesca de 177,4 m ($\pm 81,7$). El tiempo promedio de inmersión del arte fue de 3 h 6 min.

La distribución espacial de los lances de pesca realizados por la flota asociada a la APPA mediante el SBP durante el periodo de estudio mostró una alta concentración de lances entre $5,0^\circ$ S y $6,5^\circ$ S (Figura 2).

Captura incidental

Durante el periodo de estudio, el 82,66% de los lances registraron captura incidental, con un promedio de $2 \pm 1,7$ especies capturadas por lance y un volumen promedio de $4,82 \pm 5,78$ kg por lance. La captura incidental representó 1,36% del total de la captura registrada en todo el periodo de estudio. El volumen de la captura incidental fue de 35.644,68 kg, de los cuales el 24,62% correspondió al caracol gringo (*Crossata ventricosa*), seguido por la jaiba colorada (*Cancer porteri*, 14%), jaiba paco (*Platymera gaudichaudii* 11,10%), caracol negro (*Thaisella chocolata*, 7,72%), y la morena (*Muraena* sp. 9,49%) (Figura 3).

Del total, se registraron 47 especies de captura incidental, de las cuales 31 fueron identificadas hasta nivel de especie y 16 quedaron clasificadas en grupos taxonómicos. De las especies identificadas, 19 se encuentran dentro de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Entre ellas, destaca el tiburón hocicón (*Rhizoprionodon longurio*) clasificado como "Vulnerable" (Pollom et al. 2020), registrado en el mes mayo del 2023 durante un único lance al encontrarse enredado en las nasas y sus líneas (Figura 4). El resto de las especies registradas por la IUCN incluyen 16 clasificadas como "Preocupación Menor" y 2 como "Datos Insuficientes". Todas las fotografías fueron tomadas durante las faenas de pesca por los propios pescadores como parte de la validación taxonómica implementada en el SBP.

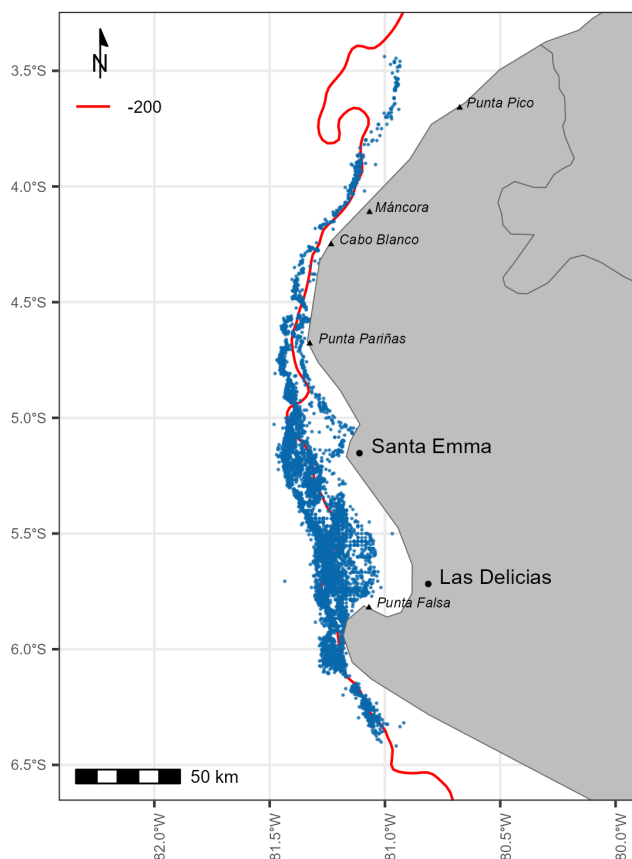


Figura 2. Ubicación de los lances de pesca registrados por la flota asociada a la Asociación Peruana de Productores de Anguila (APPA) mediante el Sistema de Bitácoras de Pesca (SBP) entre septiembre de 2022 y agosto de 2023. La línea roja indica la isobata de 200 m que marca el quiebre de la plataforma continental. Los puntos azules marcan las posiciones de los lances realizados.

Figure 2. Location of fishing hauls recorded by the fleet associated with the Peruvian Association of Eel Producers (APPA) through the Fishing Log System (SBP) between September 2022 and August 2023. The red line indicates the 200 m isobath that marks the break of the continental shelf. Blue dots mark the positions of the hauls made.

Destino de la captura incidental

Del total de la captura registrada (35.639,56 kg), 94,93% del volumen de la captura incidental fue devuelto vivo al mar, 2,57% fue devuelto muerto y 2,50% tuvo otros destinos (consumo). Ninguna de las siete especies principales superó más del 50% con destino “muerto” u “otros”. Sin embargo, la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) destacó con un 14,82% del peso total devuelto muerto y un 24,10% destinado a consumo (Tabla 1; material suplementario, Tabla S1).

Distribución espacial y batimétrica de la captura incidental

La riqueza de especies registrada en la captura incidental mostró un gradiente latitudinal. La riqueza aumentó progresivamente desde las latitudes más cercanas a los 3,5° S hasta alcanzar un máximo en la franja comprendida entre 5° S y 5,5° S, para luego disminuir ligeramente hacia los 6,5° S. Este patrón también se reflejó en la composición de especies dominantes donde *Muraena* sp. y *M. gayi peruanus* fueron más frecuentes entre 3,5° S

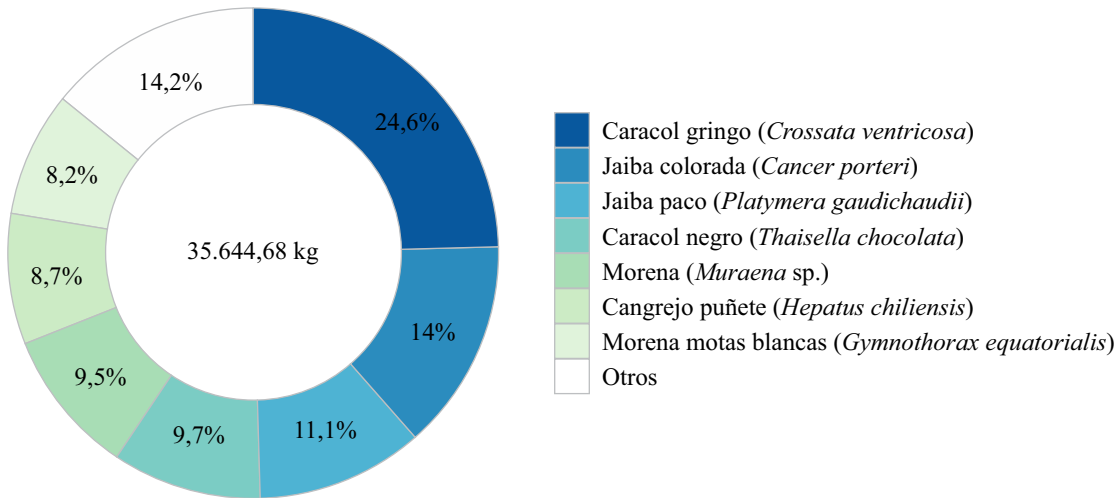


Figura 3. Composición porcentual de captura incidental (n = 35.644,68 kg) registrada entre septiembre de 2022 y agosto de 2023.
 Figure 3. Percentage composition of incidental catch (n = 35,644.68 kg) recorded between September 2022 and August 2023.



Figura 4. Registro fotográfico del único reporte de tiburón hocicón (*Rhizoprionodon longurio*) entre septiembre de 2022 y agosto de 2023.

Figure 4. Photographic record of the only report of longnose shark (*Rhizoprionodon longurio*) between September 2022 and August 2023.

y 4.5° S, mientras que *Gymnothorax*, *Platymera*, *Crossata* y *Calappa* incrementaron su proporción relativa en los lances registrados entre 5° S y 6,5° S (Figura 5).

En cuanto a la profundidad, se observó un patrón de mayor riqueza de especies en los estratos intermedios, especialmente entre 181 y 360 m. En contraste las zonas menos profundas (0-90 m) y más profundas (361-550 m) presentaron menor riqueza (Figura 6). La composición taxonómica también mostró una clara estratificación batimétrica. Especies de los géneros *Crossata*, *Calappa* y *Thaisella* fueron frecuentes en aguas menos profundas (estratos I y II), mientras que *Merluccius* y *Cancer* fueron más frecuentes en mayores profundidades (estratos III y IV). En el estrato IV aparecen especies del Género *Genypterus* (Figura 7). Los mapas de riqueza espacial por estrato batimétrico muestran una mayor concentración de riqueza entre 5° S y 6° S, especialmente entre las 91 y 360 m de profundidad (Figura 8).

Interacciones con depredadores superiores

Se registraron interacciones con el lobo chusco (*Otaria byronia*) y lobo fino (*Arctocephalus australis*).

Tabla 1. Destino de las especies de captura incidental en volumen (kg) registradas en la flota asociada a la Asociación Peruana de Productores de Anguila (APPA) mediante el Sistema de Bitácoras de Pesca (SBP), entre septiembre de 2022 y agosto de 2023. V: destino liberado vivo; M: destino devuelto muerto; O: otro (consumo).

Table 1. Destination of incidental catch species in volume (kg) recorded in the fleet associated with the Peruvian Association of Eel Producers (APPA) through the Fishing Logbook System (SBP), between September 2022 and August 2023. V: destination released live; M: destination returned dead; O: other (consumption).

| ID | Especie | V (kg) | M (kg) | O (kg) | Total | V (%) | M (%) | O (%) |
|-------|---|-----------|--------|--------|-----------|-------|-------|-------|
| 1 | Caracol gringo (<i>Crossata ventricosa</i>) | 8.664,96 | 76,10 | 35,50 | 8.776,56 | 98,73 | 0,87 | 0,40 |
| 2 | Jaiba colorada (<i>Cancer porteri</i>) | 4.886,57 | 78,50 | 25,90 | 4.990,97 | 97,91 | 1,57 | 0,52 |
| 3 | Jaiba paco (<i>Platymera gaudichaudii</i>) | 3.920,05 | 15,20 | 21,00 | 3.956,25 | 99,08 | 0,38 | 0,53 |
| 4 | Caracol negro (<i>Thaisella chocolata</i>) | 3.421,81 | 40,60 | 3,50 | 3.465,91 | 98,73 | 1,17 | 0,10 |
| 5 | Morena (<i>Muraena</i> sp.) | 3.321,92 | 33,37 | 26,33 | 3.381,62 | 98,23 | 0,99 | 0,78 |
| 6 | Cangrejo puñete (<i>Hepatus chiliensis</i>) | 3.075,26 | 9,00 | 12,00 | 3.096,26 | 99,32 | 0,29 | 0,39 |
| 7 | Morena motas blancas (<i>Gymnothorax equatorialis</i>) | 2.855,66 | 40,87 | 17,69 | 2.914,21 | 97,99 | 1,40 | 0,61 |
| 8 | Merluza (<i>Merluccius gayi peruanus</i>) | 1.703,51 | 413,25 | 672,30 | 2.789,06 | 61,08 | 14,82 | 24,10 |
| 9 | Otros | 1.986,99 | 204,28 | 77,45 | 2.268,73 | 87,58 | 9,00 | 3,41 |
| Total | | 33.836,73 | 911,17 | 891,67 | 35.639,56 | 94,94 | 2,56 | 2,50 |



Figura 5. Composición de especies en la captura incidental según distribución latitudinal entre septiembre de 2022 y agosto de 2023.
Figure 5. Species composition in the incidental catch according to latitudinal distribution between September 2022 and August 2023.

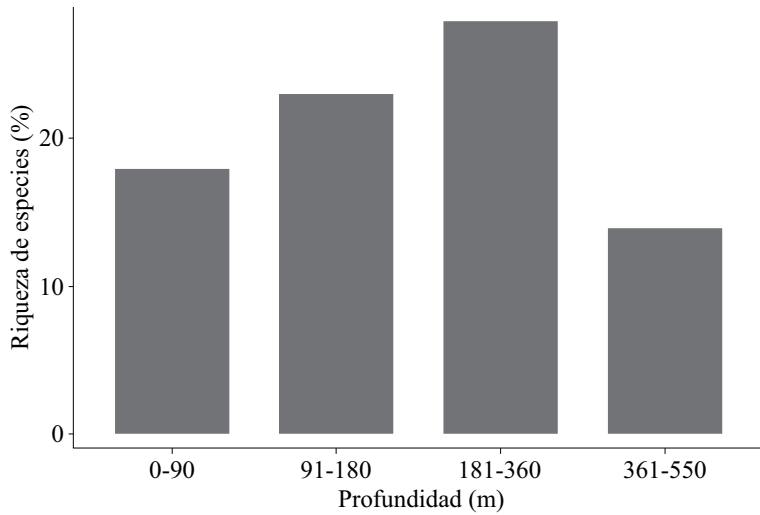


Figura 6. Riqueza de géneros en la captura incidental según el estrato batimétrico, registrada entre septiembre de 2022 y agosto de 2023.

Figure 6. Genus richness in incidental catch according to bathymetric stratum, recorded between September 2022 and August 2023.

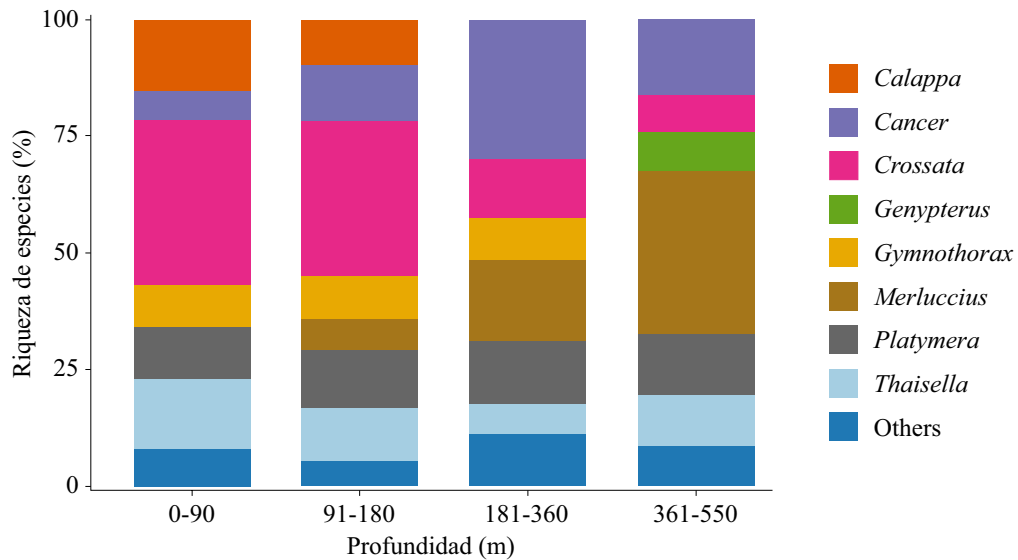


Figura 7. Composición relativa de especies en la captura incidental según el estrato batimétrico, registrada entre septiembre de 2022 y agosto de 2023.

Figure 7. Relative composition of species in the incidental catch according to the bathymetric stratum, recorded between September 2022 and August 2023.

lis), ambas clasificadas como “Preocupación menor” por la UICN (Cárdenas-Alayza et al. 2016a, 2016b). En total se registraron 83.334 individuos interactuando con el arte de pesca, de los cuales el

99,92% (N = 83.268) correspondieron a individuos “alimentándose” alrededor del arte, mientras que el 0,08% (N = 66) fueron registrados como “enredados”. Las interacciones estuvieron presentes en

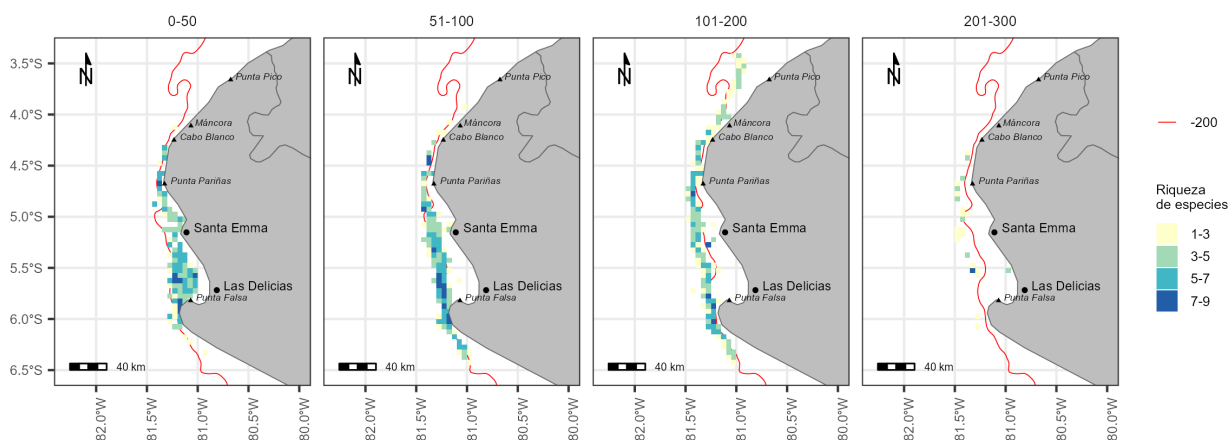


Figura 8. Mapa continuo de la riqueza de especies en la captura incidental por estrato batimétrico (m), registrada por la flota perteneciente a la Asociación Peruana de Productores de Anguila (APPA) mediante el Sistema de Bitácoras de Pesca (SBP), entre septiembre de 2022 y agosto de 2023.

Figure 8. Continuous map of species richness in incidental catch by bathymetric stratum (m), recorded by the fleet belonging to the Peruvian Association of Eel Producers (APPA) through the Fishing Logbook System (SBP), between September 2022 and August 2023.

el 95,05% de los lances monitoreados por el SBP, siendo los enredos poco frecuentes, con ocurrencia en el 0,26% ($N = 19$) de los lances. La mayor parte de los registros correspondió al lobo chusco, tanto en número de individuos como en frecuencia de lances donde hubo interacción. Algunos individuos no pudieron ser identificados hasta nivel de especie y se les agrupó como lobo marino (Tabla 2).

Se registraron 152.749 individuos de aves interactuando con el arte de pesca, de las cuales el 50,65% ($N = 77.375$) correspondió a aves “volando” alrededor del arte, el 49,34% ($N = 75.370$) a aves “alimentándose” y solo el 0,003% ($N = 4$) a individuos “enredados” (tres gaviotas y un ave no identificada). Las interacciones se registraron en el 69,64% de los lances, siendo los enredos poco frecuentes (0,04% de los lances, $N = 2$). En cuanto a la identificación taxonómica, se registraron 8 especies por su nombre común, 4 por el taxón de familia, y un grupo general como “ave marina”, que concentró la mayor cantidad de registros. Entre los taxones identificados, las gaviotas (Familia Laridae) fueron las más frecuentes, presentes en el 38,25% de los lances, seguidas por las fragatas (*Fregata magnificens*) con 13,70%, el pelicano peruano (*Pelecanus thagus*) con 4,37%, el

petrel de barba blanca (*Procellaria aequinoctialis*) con 2,35% y el albatros de las Galápagos (*Phoebastria irrorata*) con el 2,29% (Tabla 2). Dos de las especies mencionadas se encuentran en categorías de amenaza según la Lista Roja de la UICN: el albatros de las Galápagos (*P. irrorata*) en “Peligro Crítico” (BirdLife International 2018a), y el petrel de barba blanca (*P. aequinoctialis*) en “Vulnerable” (BirdLife International 2018b). Ambas especies fueron registradas como volando o alimentándose alrededor del arte de pesca. Las otras cinco especies se encuentran en “Preocupación menor” o “Casi Amenazada”.

Pérdida de nasas

Durante el periodo de estudio, la mayoría de los lances se realizan en fondos fangosos (63,43%) y, en menor medida, arenoso (24,97%) o arenoso-fangoso (8,61%). En 2,99% de los lances no se registró información sobre el tipo de fondo. De manera concordante, la mayor cantidad de nasas perdidas se registró en lances sobre fondos fangosos (66,17%). Se registró un total de 2.829 nasas perdidas en 304 lances, de un total de 6.716.711 nasas utilizadas en total en 7.400 lances registradas

Tabla 2. Número de lances, individuos totales y tipo de interacción (volando, alimentándose y enredados) de lobos y aves marinas registrados en el Sistema de Bitácoras de Pesca (SBP) entre septiembre de 2022 y agosto de 2023.

Table 2. Number of throws, total individuals and type of interaction (flying, feeding and entangled) of sea lions and seabirds recorded in the Fishing Log System (SBP) between September 2022 and August 2023.

| Especie | Nombre científico/ Familia | Nº lance reportados | Nº ind. totales | Nº ind. volando | Nº ind. alimentándose | Nº ind. enredados |
|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|----------------------|
| Lobos marinos | | | | | | |
| Lobo chusco | <i>Otaria byronia</i> | 3.896 | 54.246 | - | 54.226 | 20 |
| Lobo marino ND | Familia Otariidae | 2.720 | 24.147 | - | 24.101 | 46 |
| Lobo fino | <i>Arctocephalus australis</i> | 419 | 4.941 | - | 4.941 | 0 |
| Aves marinas | | | | | | |
| Gaviota ND | Familia Laridae | 1.971 | 47.916 | 25.202 | 22.711 | 3 |
| Ave marina ND | | 1.969 | 68.273 | 29.736 | 38.536 | 1 |
| Fragata / tijereta | <i>Fregata magnificens</i> | 706 | 19.088 | 10.707 | 8.381 | 0 |
| Pelicano peruano | <i>Pelecanus thagus</i> | 225 | 5.326 | 3.185 | 2.141 | 0 |
| Petrel barba blanca | <i>Procellaria aequinoctialis</i> | 121 | 3.627 | 2.454 | 1.173 | 0 |
| Albatros de Galápagos | <i>Phoebastria irrorata</i> | 118 | 3.925 | 1.879 | 2.046 | 0 |
| Pardela oscura/gris | <i>Ardenna grisea</i> | 37 | 1.604 | 692 | 912 | 0 |
| Zarcillo | <i>Larosterna inca</i> | 30 | 1.077 | 477 | 600 | 0 |
| Otros | | 31 | 1.913 | 1.033 | 875 | 0 |

por el SBP. En relación con el total de nasas utilizadas, las pérdidas representan el 0,04%.

La distribución espacial de los eventos con nasas perdidas se concentró principalmente entre las latitudes 5,2° S y 6,5° S (Figura 9). Estas zonas coinciden con las áreas de mayor actividad de pesca reportada durante el SBP, lo que sugiere que la mayor densidad de esfuerzo podría estar asociada a un incremento en la probabilidad de pérdida de nasas. Si bien los registros de pérdida se encuentran a lo largo de toda el área monitoreada, los valores más altos (superiores a 150 nasas por lance) se localizan en sectores específicos dentro de esa franja latitudinal.

Comparación entre los sistemas de monitoreo

Se analizaron 108 viajes y 391 lances monitoreados simultáneamente por el SBP y el SOB. La

prueba de Wilcoxon indicó que, para la mayoría de las variables, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los valores reportados por el SBP y el SOB. Sin embargo, se observaron diferencias significativas en el volumen de captura incidental con destino “otro” ($p = 0,0000132$) y en el número de nasas perdidas por lance ($p = 0,000108$), lo que muestra discrepancias en el registro de estas categorías específicas (Tabla 3). Cabe destacar que el Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC) evalúa la consistencia entre mediciones más que la coincidencia exacta de los valores; por ello, puede mostrar una concordancia alta incluso cuando existen diferencias promedio detectadas por Wilcoxon. En este caso, los resultados del ICC y los diagramas de Bland-Altman evidenciaron una concordancia excelente para las variables “nasas perdidas por lance” y “captura incidental con destino otro” ($ICC > 0,95$), y una concordancia buena

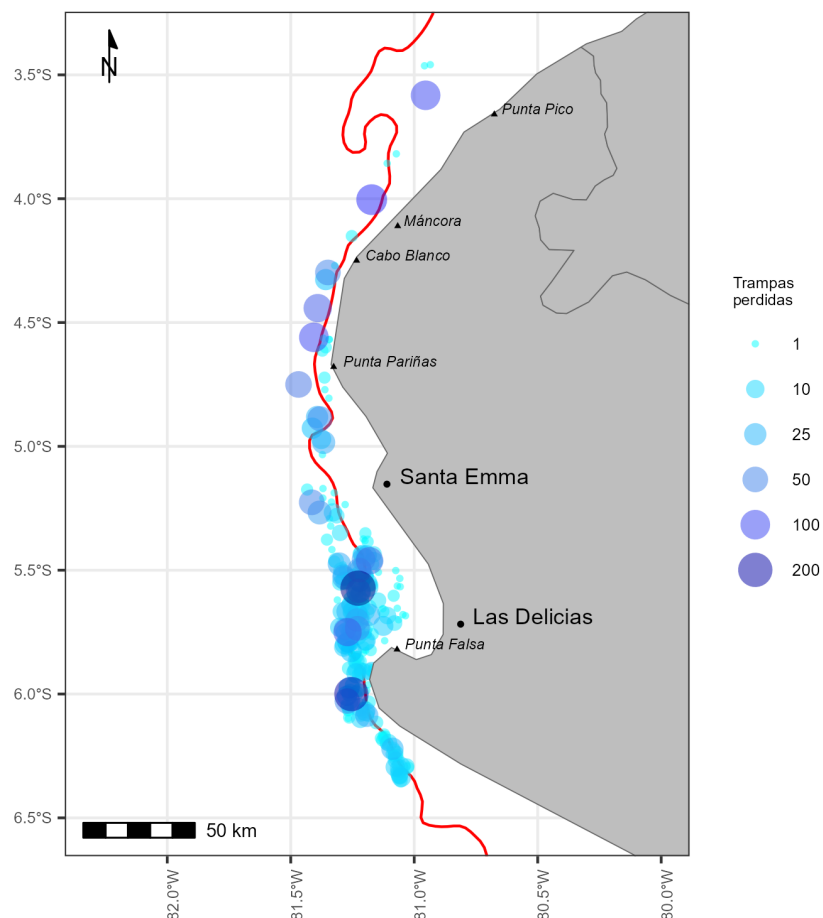


Figura 9. Distribución espacial de las trampas perdidas registradas entre septiembre de 2022 y agosto de 2023.
 Figure 9. Spatial distribution of lost traps recorded between September 2022 and August 2023.

para el número de especies, la captura total y la captura devuelta viva (ICC entre 0,82 y 0,86). En cambio, la captura devuelta muerta presentó una concordancia pobre (ICC = 0,30). El análisis de Bland-Altman mostró que las variables con buena o excelente concordancia presentaron errores porcentuales bajos (< 10% en captura total, captura viva y número de especies), mientras que se observaron errores moderados (> 20%) y sesgos sistemáticos en las variables “captura con destino otro” (23,94%) y “nasas perdidas” (24,94%), así como un error alto en la captura muerta (49,68%) (Tabla 3). Con base a estos resultados, las variables se clasificaron en tres categorías:

- Altamente confiable: número de especies de captura incidental, captura total y captura viva.
- Confiables con verificación periódica: captura con destino “otro” y nasas perdidas, debido a la presencia de sesgo sistemático detectado, y;
- No recomendada para la gestión: captura devuelta muerta, debido a su baja concordancia y alto error porcentual.

Congruencias en el reporte de especies entre ambos sistemas

Los resultados globales sobre la congruencia en el registro de especies de captura incidental en-

Tabla 3. Resultados de los análisis de diferencia (prueba de Wilcoxon), concordancia (coeficiente de correlación intraclase, ICC) y precisión (Bland-Altman) entre los registros del Sistema de Bitácoras de Pesca (SBP) y el Sistema de Observadores a Bordo (SOB), entre septiembre de 2022 y agosto de 2023.

Table 3. Results of the difference (Wilcoxon test), agreement (intraclass correlation coefficient, ICC) and precision (Bland-Altman) analyses between the records of the Fishing Log System (SBP) and the On-Board Observer System (SOB), between September 2022 and August 2023.

| Variable | ICC | Nivel de concordancia | Diferencia media (kg) | Error porcentual (%) | p | Sesgo sistemático | Recomendación |
|---|--------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------|-------------------|--------------------------------------|
| Volumen de captura incidental | 0,8399 | Buena | -0,34 | 4,08 | 0,8854 | No | Altamente confiable |
| Volumen de captura incidental devuelta viva | 0,8229 | Buena | -0,28 | 3,72 | 0,5712 | No | Altamente confiable |
| Volumen de captura incidental devuelta muerta | 0,2995 | Pobre | 0,08 | 49,69 | 0,6477 | No | No recomendada para gestión |
| Volumen de captura incidental con destino "otro" | 0,9549 | Excelente | -0,14 | 23,94 | 0,0000132 | Sí | Confiable con verificación periódica |
| Número de especies de captura incidental registrada por lance | 0,8572 | Buena | -0,04 | 1,55 | 0,3275 | No | Altamente confiable |
| Número de nasas perdidas por lance | 0,9846 | Excelente | -0,27 | 24,94 | 0,000108 | Sí | Confiable con verificación periódica |

tre el SBP y el SOB, indicaron una concordancia observada del 68,36%, con valores de similitud aceptables según los índices de Jaccard (0,6836) y Sorenson (0,812), lo que refleja una buena coincidencia general en las especies reportadas (Tabla 4). Sin embargo, el coeficiente Kappa de Cohen fue bajo (-0,1875), indicando una concordancia menor que el azar, atribuible a la alta proporción de ausencias compartidas (ceros) y la baja prevalencia de algunas especies.

Al categorizar las especies según el valor promedio del índice de Jaccard (material suplemen-

tario, Tabla S2), se observó que nueve especies presentaron alta congruencia (Jaccard $\geq 0,8$), incluyendo la jaiba colorada (*C. porteri*), el caracol gringo (*C. ventricosa*) y la morena motas blancas (*Gymnothorax equatorialis*). Otras ocho especies mostraron buena congruencia (Jaccard entre 0,6 y 0,79), mientras que seis presentaron congruencia moderada (Jaccard entre 0,4 y 0,59). Treinta y tres especies, principalmente de baja frecuencia, mostraron baja congruencia (Jaccard $< 0,4$). Las especies con alta congruencia también presentaron altos valores de sensibilidad ($> 90\%$) y precisión

Tabla 4. Concordancia global en el registro de especies de captura incidental entre el Sistema de Bitácoras de Pesca (SBP) y el Sistema de Observadores a Bordo (SOB), entre septiembre de 2022 y agosto de 2023.

Table 4. Global agreement in the recording of incidental catch species between the Fishing Logbook System (SBP) and the On-Board Observer System (SOB), between September 2022 and August 2023.

| Medida | Valor | Interpretación |
|--------------------------------|---------|---|
| Kappa de Cohen | -0,1875 | Concordancia menor que el azar |
| PABAK | 0,3671 | Concordancia moderada-baja ajustada por prevalencia |
| Índice de Jaccard | 0,6836 | Buena similitud en presencia registradas |
| Índice de Sorenson | 0,812 | Buena similitud con énfasis en concordancias |
| Concordancia observada (%) | 68,36 | Porcentaje de acuerdo total |
| Concordancia en presencias (%) | 68,36 | Porcentaje de acuerdo en especies presentes |

(> 95%), reflejando un registro consistente entre ambos sistemas (material suplementario, Tabla S3). Estos resultados sugieren que el SBP y el SOB registran de manera congruente las especies más comunes y abundantes, mientras que la discrepancia aumenta para especies raras o poco frecuentes.

DISCUSIÓN

Este estudio representa la primera descripción de la composición de la captura incidental en nasas de anguila en Perú, basada en datos generados mediante un sistema de bitácoras de pesca realizadas por la tripulación de las embarcaciones asociadas a la APPA. En general, el volumen de captura incidental fue bajo en relación con la captura total, representando solo 1,36%. Este valor es comparable al mencionado por Salazar (2018), quien señala que las nasas anguileras presentan una buena selectividad por especie, con una captura incidental de 2%. Además, se trata de un valor significativamente menor al observado en otras pesquerías en el país (Majluf et al. 2002; Mangel et al. 2010; Alfaro-Shigueto et al. 2011; Bielli et al. 2020), así como en pesquerías de anguila con nasas en estuarios. En el delta del Río Ebro en España la captura incidental representó 32,7% de la captura total (López y Gisbertm 2009); mientras que en el

estuario Cikaso en Indonesia, representó 82% de la captura total (Annida et al. 2021). Si bien el volumen de captura incidental es bajo, la diversidad registrada es amplia, con un total de 47 especies, en su mayoría demersales. El estudio de Castillo et al. (2000), basado en 28 lances realizados entre 1981 y 1990 en las zonas ubicadas entre los 3° 20' S y 10° S, identificó un total de 46 especies de captura incidental, todas correspondiendo a especies de peces, rayas y tiburones, sin incluir invertebrados u otros grupos como sí se observa en nuestros resultados. En dicho estudio, las especies más frecuentes fueron la merluza (*M. gayi peruanus*) y el falso volador (*Prionotus stephanophrys*). Por su parte, la prospección biológica-pesquera (Operación Anguila II) realizada por IMARPE (2023b), que analizó 43 lances realizados en junio de 2023, reportó 18 especies de captura incidental. Nuestros resultados coinciden en gran medida con los obtenidos en dicho estudio, principalmente en la presencia de especies como caracol gringo (*C. ventricosa*), morena (*Mureana* sp.), cangrejo puñete (*Hepatus chiliensis*), jaiba paco (*P. gaudichaudii*), bio bio (*C. coniceps*), entre otras. Esta coincidencia, respalda la consistencia de los datos del SBP y su capacidad para reflejar de manera representativa la composición real de la captura incidental en esta pesquería.

En cuanto al destino, únicamente 2,56% de la captura incidental fue devuelta muerta al mar, este porcentaje corresponde en mayor medida a las es-

peces de peces como merluza y congrios, que al ser peces con vejigas natatorias que se expanden a medida que son levantados a la superficie tienen una baja sobrevivencia (Kelleher 2008; Wilson et al. 2014). Por otro lado, 94,93% fue liberada viva al mar, correspondiendo principalmente a especies de crustáceos y moluscos. Si bien no conocemos los efectos subletales por la actividad de pesca, estudios mencionan que mientras los individuos sean liberados sin lesiones y cerca de la localización en la cual se capturaron, el grado de sobrevivencia es mayor (Wassenberg y Hill 1989; Wilson et al. 2014). De acuerdo con las evidencias proporcionadas por los pescadores, en su mayoría los individuos no presentaron lesiones y fueron descartados en la misma zona de pesca, es decir a medida que el arte de pesca sube a bordo. El otro 2,50% de la captura incidental fue destinado al consumo, el mayor volumen de este porcentaje correspondió a la especie merluza. El tiburón hocicón (*R. longurio*) fue la única especie de captura incidental clasificada como vulnerable por la UICN, registrada enredada en los reinales que sujetan las nasas. Sin embargo, tanto los pescadores como los observadores a bordo señalaron que la captura de tiburones ha sido inexistente en su experiencia previa, lo que sugiere que es un evento aislado sin evidencia recurrente en las operaciones con nasas anguileras. En ese sentido, el monitoreo continuo mediante el SBP es clave para generar mayor evidencia sobre la frecuencia real de este tipo de interacciones y confirmar si corresponden efectivamente a eventos excepcionales. Nuestros resultados sugieren que la pesquería de anguila, al usar nasas de fondo con un diseño selectivo (Marín-Soto et al. 2017), tienen bajo impacto sobre las especies no objetivo, en comparación a otras artes de pesca de acción pasiva como las redes de enmalle (Mangel et al. 2010; Bielli et al. 2020) y el palangre (Alfaro-Shigueto et al. 2010), así como con artes de pesca activos de profundidad como el arrastre de langostino (Mendo et al. 2022).

Los patrones espaciales y batimétricos de la captura incidental mostraron una distribución no

uniforme, donde mayor riqueza de especies se encontró entre las latitudes 5° S y 5,5° S, así como en los estratos intermedios (II y III, 181-360 m). Estos resultados coinciden con lo reportado en la Operación Anguila II (IMARPE 2023b), donde se identificó una mayor diversidad en el estrato II. No obstante, esta distribución espacial puede estar influenciada por el comportamiento de la flota, como se observa en el mapa de lances realizados), existe una concentración importante de esfuerzo de pesca entre las latitudes 5° S y 6,5° S, especialmente frente a Santa Emma y Las Delicias, lo cual podría estar amplificando los registros de riqueza en esas zonas. Es importante considerar este posible sesgo al interpretar los resultados.

De las diez especies con mayor volumen de captura incidental, el caracol negro (*T. chocolata*) fue la única cuyo registro batimétrico se extendió fuera del rango descrito en estudios previos (Uribe et al. 2013). Es importante que en futuros monitoreos se realice la validación taxonómica de esta especie con la tripulación para verificar la correcta identificación. Cabe señalar que considerar que la mayor concentración de esfuerzo pesquero se localizó en la zona descrita con mayor riqueza pudo haber influido en los patrones observados de riqueza y composición. Estudios de mayor duración permitirían verificar si las tendencias en captura incidental, destino y patrones espaciales y batimétricos se mantienen en el tiempo.

El monitoreo permitió registrar interacciones con depredadores superiores. En el caso de los lobos marinos, estas se presentaron en la mayoría de los lances y estuvieron asociados principalmente al comportamiento de alimentación, mientras que los enredos fueron poco comunes (< 1% de los lances). En las aves marinas, las interacciones también fueron frecuentes y corresponden mayormente a individuos volando o alimentándose en la superficie. El comportamiento de alimentación observado es consistente con lo reportado en otras pesquerías de la región tanto para lobos marinos y aves marinas donde actúan como depredadores oportunistas durante las operaciones de pesca (Ri-

vadeneyra-Villafuerte y Román-Amancio 2022; Sepúlveda et al. 2023). Sin embargo, a diferencia de artes de pesca como redes de enmalle, cerco y arrastre, no se evidencian eventos frecuentes de captura incidental (Reyes et al. 2013; Mangel et al. 2018; Bielli et al. 2019; Sepúlveda et al. 2023). Aunque predominan grupos abundantes como especies de la Familia Laridae y la *F. magnificens*, se registraron también especies amenazadas como el albatros de las Galápagos (*P. irrorata*, Peligro Crítico), y el petrel de barba blanca (*P. aequinoctialis*, Vulnerable). De estas especies se observaron pocos individuos y en una proporción reducida de lances, siempre en vuelo o alimentación y sin evidencia de enredo. Esto sugiere que el riesgo de captura incidental para especies amenazadas es bajo en esta pesquería. En conjunto, los hallazgos sugieren una baja conflictividad entre la pesquería y los depredadores superiores, caracterizada por interacciones comportamentales y no de contacto directo con el arte como el enredo. Es importante señalar que los observadores a bordo no registraron ni presenciaron enredos, y los pescadores coinciden en que estos eventos no son habituales. La continuidad del sistema permitirá validar si los enredos corresponden a eventos aislados y fortalecer la evidencia necesaria para la gestión de esta pesquería.

La pesca fantasma es una problemática global en aumento, en el que las redes de enmalle y las nasas figuran entre los principales aparejos involucrados (Richardson et al. 2019; Macfadyen et al. 2011). A nivel mundial, se estima que se pierde anualmente alrededor de 5,7% de las redes, 8,6% de nasas y 29% de las líneas de pesca (Richardson et al. 2019). En este estudio, la pérdida de nasas representó solo 0,04% del total utilizado, aunque se presentó en 4,11% de los lances monitoreados. Según los pescadores, la causa más frecuente fue la rotura de la línea por trabas en el fondo; aunque también mencionaron el desgaste del arte, superposición con otras artes de pesca y en un caso el mal tiempo. Estas causas coinciden con la literatura, donde los enredos en el fondo, el mal tiempo, los conflictos entre artes de pesca figuran entre los

principales factores de pérdida de aparejos de fondo (Macfadyen et al. 2011; Richardson et al. 2019, 2021). Si bien durante el monitoreo no se reportaron pérdidas por conflictos con otras pesquerías, estas sí fueron mencionadas de manera anecdótica. Esto concuerda con lo señalado por Ganoza et al. (2014), quienes reportan coincidencias espaciales entre las zonas de pesca de anguila con nasas y de merluza con redes de arrastre, entre 4,7° S y 6° S, a profundidades cercanas a 360 m, lo que incrementa el riesgo de pérdida de artes y la generación de pesca fantasma. Estas zonas coinciden, además, con la distribución espacial de nasas perdidas observada en este estudio.

Si bien las nasas anguileras se consideran un arte de pesca relativamente selectivo y de bajo impacto físico sobre el fondo marino, principalmente en fondos de arena y fangosos (Macfadyen et al. 2011; Salazar 2018), su pérdida representa un riesgo potencial de pesca fantasma. Aunque su capacidad de captura disminuye tras agotarse la carnada, los organismos capturados posteriormente pueden actuar como nuevas fuentes de atracción, prolongando su actividad de pesca pasiva (Ganoza et al. 2014). No obstante, Grados-Vargas (2024) reportó que algunas nasas recuperadas mediante redes de arrastre presentaban entradas cónicas rotas, ausentes o inoperativas, lo que habría facilitado la fuga de organismos y reducido su efectividad como arte de pesca. Sin embargo, también observó la presencia de cangrejos y anguilas en su interior, lo que sugiere que algunas podrían seguir capturando bajo ciertas condiciones. Estos hallazgos resaltan la necesidad de contar con monitoreos sistemáticos para cuantificar la magnitud y duración de la pesca fantasma en esta pesquería. Adicionalmente, el mismo estudio registró que el mayor volumen de nasas recuperadas fue en la zona de Zorritos, donde se reporta escasa actividad dirigida a la pesca de anguilas y bajas tasas de pérdida, lo que sugiere un posible desplazamiento de las nasas por acción de las corrientes marinas. En este contexto, resulta prioritario implementar un protocolo de aviso inmediato ante pérdidas, así como estrategias de

recuperación específicas. De manera complementaria, se recomienda implementar programas de capacitación dirigido a los pescadores y promover la implementación de herramientas tecnológicas, tales como sistemas hidroacústicos para detectar el tipo de fondo, información meteorológica oportuna y mecanismos de georreferenciación que faciliten la localización y recuperación de nasas perdidas, reduciendo el tiempo de permanencia de los artes en el fondo marino. Asimismo, es necesario profundizar la investigación sobre medidas de mitigación, incluyendo el uso de materiales biodegradables, mecanismos de apertura automática tras la pérdida del arte y estudios de marcaje de las artes de pesca que permitan mapear su distribución y recuperación.

Los resultados del análisis comparativo del SBP y SOB evidenciaron una alta concordancia en tres variables claves de la captura incidental: volumen total, número de especies por lance, captura incidental devuelta viva. Estos resultados respaldan la confiabilidad del SMP como un sistema eficaz para generar información robusta sobre la actividad pesquera, incluso en ausencia de observadores técnicos. Similar a esto otros estudios muestran que los pescadores, debidamente capacitados, pueden producir datos pesqueros confiables y relevantes que contribuyan a superar limitantes logísticas, económicas y de cobertura espacial que muchas veces enfrentan los monitoreos científicos convencionales (Ayala y Sánchez-Scaglioni 2014; Elliott et al. 2019; Reis-Filho et al. 2023).

Sin embargo, nuestros resultados también indican puntos que requieren fortalecimiento. Las variables “nasas perdidas” y “captura con destino otro”, si bien mostraron concordancia excelente ($ICC > 0,95$), presentaron sesgos sistemáticos y errores porcentuales moderados, lo que sugiere la necesidad de verificación periódica. Por otro lado, la variable “captura devuelta muerta” mostró una baja concordancia ($ICC = 30$), por lo que no se recomienda su uso en procesos de gestión sin validación adicional. Estos resultados resaltan la importancia de contar con protocolos adaptados,

fortalecimiento de capacidades, validación externa y retroalimentación continua para la mejora progresivamente la calidad de los datos recolectados (Elliott et al. 2019; Kasten et al. 2021; Mandeville et al. 2023; Reis-Filho et al. 2023). Asimismo, los resultados muestran una buena congruencia en el registro entre ambos sistemas, especialmente para las especies más frecuentes y representativas de la captura incidental. Las discrepancias se concentraron en las especies raras o de baja ocurrencia. Estos hallazgos refuerzan la confiabilidad del SBP en la identificación de especies comunes y destacan la importancia de mantener el acompañamiento técnico y fortalecimiento continuo de capacidades para mejorar el registro de especies menos comunes.

En conjunto, los resultados muestran que el monitoreo con bitácoras de pesca, cuando es adecuadamente diseñado e implementado, permite a los pescadores producir información pesquera robusta y útil para la gestión. Se concluye que el monitoreo con bitácoras de pesca representa una herramienta poderosa para ampliar la cobertura y efectividad del seguimiento en pesquerías y contribuye en el fortalecimiento de la sostenibilidad de los recursos pesqueros.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue posible gracias a la colaboración de las empresas Perupuez S.A.C. y Sakana del Perú S.A. quienes facilitaron el acceso a los datos requeridos para su desarrollo. Los autores expresan su profundo agradecimiento a los patrones de pesca y tripulantes de las 19 embarcaciones participantes, quienes realizan con dedicación los registros y muestreo a bordo. Se agradece también a los observadores Jairo Granda y Ronald Maldonado, así como al equipo técnico de la APPA por la digitalización y sistematización de los datos. Finalmente, se reconoce el valioso apoyo de los especialistas en procesamiento de datos Gian Paul Galarza y Fiorella Virella.

Este estudio se desarrolló en el marco del Proyecto de Mejoramiento Pesquero de Anguila Peruana (PMP anguila). Agradecemos el valioso apoyo financiero brindado por la Walton Family Foundation (Grant 104977), el Sustainable Fisheries Fund del Resources Legacy Fund (Grant 18425) y el Ocean Stewardship Fund (OSF) programa del Marine Stewardship Council, quienes contribuyeron directamente a la implementación de los sistemas de monitoreo, el análisis de datos y la publicación de este artículo.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Los financiadores no participaron en el diseño del estudio, la recolección, análisis o interpretación de los datos, ni en la redacción del manuscrito.

Contribución de autores

Andrea Pasara-Polack: conceptualización; metodología; investigación; curación de datos; análisis formal; redacción-borrador original; redacción-revisión y edición. Rosa Vinatea-Chávez: conceptualización, metodología; curación de datos; análisis formal; redacción-revisión y edición. Karla Loza-Choque: metodología; redacción-revisión y edición. Jorge Grillo-Núñez: conceptualización; supervisión; administración de proyecto; redacción-revisión y edición. Marina Quiñe-Fernández: redacción-revisión y edición.

REFERENCIAS

- AGNEW DJ, GUTIÉRREZ NL, BUTTERWORTH DS. 2013. Fish catch data: less than what meets the eye. *Mar Policy*. 42: 268-269. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.03.020>
- ALFARO-SHIGUETO J, MANGEL JC, BERNEDO F, DUTTON PH, SEMINOFF JA, GODLEY BJ. 2011. Small-scale fisheries of Peru: a major sink for marine turtles in the Pacific. *J Appl Ecol*. 48 (6): 1432-1440. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02040.x>
- ALFARO-SHIGUETO J, MANGEL JC, PAJUELO M, DUTTON PH, SEMINOFF JA, GODLEY BJ. 2010. Where small can have a large impact: structure and characterization of small-scale fisheries in Peru. *Fish Res*. 106 (1): 8-17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.06.004>
- ANDERSON OR, SMALL CJ, CROXALL JP, DUNN EK, SULLIVAN BJ, YATES O, BLACK A. 2011. Global seabird bycatch in longline fisheries. *Endanger Species Res*. 14 (2): 91-106. DOI: <https://doi.org/10.3354/esr00347>
- ANNIDA SB, WAHJU RI, SIMANJUNTAK CP, BAIHAQI F, PRABOWO T, BUDIMAN MS. 2021. Fish catches diversity of the glass eel fishery in Cikaso and Cimandiri estuaries, Sukabumi, Indonesia. *E3S Web Conf*. 322: 03007.
- [APPA-REDES-SP] ASOCIACIÓN PERUANA DE PRODUCTORES DE ANGUILA Y REDES-SOSTENIBILIDAD PESQUERA. 2022a. Protocolo de registro de la bitácora de pesca y muestreo de la composición de la captura realizada por pescadores a bordo de la flota de la APPA. Proyecto de mejoramiento pesquero de anguila peruana. Versión 01. [consultado junio 2022]. https://fisheryprogress.org/sites/default/files/documents_actions/I01-I-22-Protocolo%20de%20registro%20de%20la%20bit%C3%A1cora%20de%20pesca%20realizada%20por%20PESCADORES%20a%20bordo%20de%20la%20flota%20de%20la%20APPA.pdf
- [APPA-REDES-SP] ASOCIACIÓN PERUANA DE PRODUCTORES DE ANGUILA Y REDES-SOSTENIBILIDAD PESQUERA. 2022b. Manual de muestreo y registro a bordo de la pesquería de anguila del norte del Perú. Material de soporte para la tripulación a bordo de la flota de la APPA. Proyecto de mejoramiento pesquero de anguila peruana. [consultado junio 2022]. https://fisheryprogress.org/sites/default/files/documents_actions/

- MANUAL-MONITOREO-01-Manual%20registro%20y%20muestreo%20a%20bordo%20de%20la%20pesquer%C3%ADa%20de%20anguila%20del%20norte%20del%20Per%C3%BA.pdf.
- [APPA-REDES-SP] ASOCIACIÓN PERUANA DE PRODUCTORES DE ANGUILA Y REDES-SOSTENIBILIDAD PESQUERA. 2025. Guía de identificación de las especies que interactúan en la pesquería de anguila del norte del Perú. Material de soporte para la tripulación a bordo de la flota de la APPA. [consultado junio 2022]. https://fisheryprogress.org/sites/default/files/documents_actions/GUIA-SP-02-Gu%C3%ADa%20de%20identificaci%C3%B3n%20de%20las%20especies%20que%20interact%C3%BAan%20en%20la%20pesquer%C3%ADa%20de%20anguila.pdf.
- AYALA L, SÁNCHEZ-SCAGLION R. 2014. Captura, esfuerzo y captura incidental de la pesca con espinel en el centro de Perú. *Rev Peru Biol.* 21 (3): 243-250. DOI: <https://doi.org/10.15381/rpb.v21i3.10898>
- BIELLI A, ALFARO-SHIGUETO J, DOHERTY PD, GODLEY BJ, ORTIZ C, PASARA A, WANG JH, MANGEL JC. 2020. An illuminating idea to reduce bycatch in the Peruvian small-scale gillnet fishery. *Biol Conserv.* 241: 108277. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108277>
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2018a. *Phoebastria irrorata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22698320A132641638. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22698320A132641638.en>
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2018b. *Procellaria aequinoctialis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22698140A132628887. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22698140A132628887.en>
- BLAND JM, ALTMAN DG. 1999. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res.* 8 (2): 135-160. DOI: <https://doi.org/10.1177/096228029900800204>
- CÁRDENAS-ALAYZA S, CRESPO E, OLIVEIRA L. 2016a. *Otaria byronia*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T41665A61948292. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T41665A61948292.en>
- CÁRDENAS-ALAYZA S, OLIVEIRA L, CRESPO E. 2016b. *Arctocephalus australis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T2055A45223529. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T2055A45223529.en>
- CASTILLO CR, GÓMEZ E, PAREDES F. 2000. Pesquería y biología de la anguila común *Ophichthus pacifici* (Günther) en el Perú. *Inf Prog Inst Mar Perú.* 134. 19 p. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1168>.
- CHIRICHIGNO N, VÉLEZ J. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Lima: Instituto del Mar del Perú. 496 p.
- DATTA D. 2017. blandr: a Bland-Altman Method Comparison package for R. Zenodo.
- DAVIES RW, CRIPPS SJ, NICKSON A, PORTER G. 2009. Defining and estimating global marine fisheries bycatch. *Mar Policy.* 33 (4): 661-672. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2009.01.003>
- DULVY NK, SADOVY Y, REYNOLDS JD. 2003. Extinction vulnerability in marine populations. *Fish Fish.* 4 (1): 25-64. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1467-2979.2003.00105.x>
- ELLIOTT VL, CHHENG P, UY S, HOLTGRIEVE GW. 2019. Monitoring of tropical freshwater fish resources for sustainable use. *J Fish Biol.* 94 (6): 1019-1025. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfb.13974>
- [FAO] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1998. Guidelines for the routine collection of capture fishery data. FAO Fish Tech Pap. 382.
- GALÁN J, CARBAJAL W, CASTAÑEDA J. 2007. La anguila *Ophichthus remiger* en aguas de las Islas Lobos de Afuera, Lambayeque, durante el 2005. *Inf Inst Mar Perú.* 34 (4): 281-294. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1839>.
- GAMER M, LEMON J, FELLOWS I, SINGH P. 2019. irr: various coefficients of interrater reliability and agreement. R package version 0.84.1.

- GANOZA F, CORNEJO R, ALARCÓN J, CHACÓN G, SALAZAR C, FIESTAS A. 2014. Monitoreo e impacto de la pesca fantasma en el litoral peruano. *Inf Inst Mar Perú* 41 (1-4): 66-75. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/2309>.
- GRADOS-VARGAS BJ. 2024. Cuantificación preliminar de desechos de artes de pesca abandonados, perdidos o descartados, encontrados en las zonas de arrastre demersal-Perú [tesis]. Lima: Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria La Molina. 45 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6658>.
- GUTIÉRREZ NL, HILBORN R, DEFEQ O. 2011. Leadership, social capital and incentives promote successful fisheries. *Nature*. 470 (7334): 386-389. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature09689>
- HALL MA, ALVERSON DL, METUZALS KI. 2000. Bycatch: problems and solutions. *Mar Pollut Bull*. 41 (1-6): 204-219. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00111-9](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00111-9)
- HARRINGTON JM, MYERS RA, ROSENBERG AA. 2005. Wasted fishery resources: discarded bycatch in the USA. *Fish Fish*. 6 (4): 350-361. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2005.00201.x>
- HOLLANDER M, WOLFE DA. 1999. Nonparametric statistical methods. John Wiley and Sons.
- [IMARPE] INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2023a. La pesquería de anguila *Ophichthus remiger* en el norte del Perú durante el 2022 y proyecciones de pesca para el año 2024. Callao: IMARPE. 22 p. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5828533/5171087-informe-de-la-pesqueria-de-anguila-y-proyecciones-de-pesca-2024.pdf>.
- [IMARPE] INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2023b. Operación anguila II: extremo norte del dominio marítimo peruano y los 06°30'S, 06 al 13 de junio de 2023. Callao: IMARPE. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4925166/Informe%20Operaci%C3%B3n%20Anguila%20II.pdf>.
- [IMARPE] INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2024. Operación anguila III: extremo norte del dominio marítimo peruano y los 06°30'S, 29 noviembre al 05 de diciembre de 2024. Callao: IMARPE. 17 p. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/9356232/7669945-oficio-0123-2025-imarpe-pe-informe-de-la-operacion-anguila-iii.pdf?v=1769632022>.
- JOHNSON KA. 2002. A review of national and international literature on the effects of fishing on benthic habitats. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-57. 72 p. <https://scispace.com/pdf/a-review-of-national-and-international-literature-on-the-1jvcfphmuc.pdf>.
- KASTEN P, JENKINS SR, CHRISTOFOLETTI RA. 2021. Participatory monitoring-a citizen science approach for coastal environments. *Front Mar Sci*. 8: 681969. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.681969>
- KELLEHER K. 2008. Descartes en la pesca de captura marina mundial: una actualización. *FAO Doc Téc Pesca*. 470. 147 p. <https://www.fao.org/4/y5936s/y5936s00.htm>.
- KOO TK, LI MY. 2016. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med*. 15 (2): 155-163. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- LEY GENERAL DE PESCA. 2001. Reglamento de la ley general de pesca. Decreto Supremo #012-2001-PE. Título 3, Capítulo 2, Artículo 30. <https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2016/10/NAS-4-8-02-DS-012-2001-PE.pdf>.
- LÓPEZ MA, GISBERT E. 2009. Evaluation of a bycatch reduction device for glass eel fishing traps. *Fish Manag Ecol*. 16 (6): 438-447. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2009.00692.x>
- MACFADYEN G, HUNTINGTON T, CAPPELL R. 2011. Aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados. Informes y Estudios del Programa de Mares Regionales, PNUMA. 185; FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura. 523. 129 p.
- MAJLUF P, BABCOCK E, RIVEROS J, SCHREIBER M, ALDERETE W. 2002. Catch and bycatch of seabirds and marine mammals in the small-scale fishery of Punta San Juan, Peru. *Conserv Biol*.

- 16 (5): 1333-1343. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00564.x>
- MANDEVILLE CP, NILSEN EB, HERFINDAL I, FINSTAD AG. 2023. Participatory monitoring drives biodiversity knowledge in global protected areas. *Commun Earth Environ*. 4 (1): 240. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00906-2>
- MANGEL JC, ALFARO-SHIGUETO J, VAN WAEREBEEK K, CÁCERES C, BEARHOP S, WITT MJ, BRENDAN JG. 2010. Small cetacean captures in Peruvian artisanal fisheries: high despite protective legislation. *Biol Conserv*. 143 (1): 136-143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.09.017>
- MANGEL JC, WANG J, ALFARO-SHIGUETO J, PINGO S, JIMENEZ A, CARVALHO F, SWIMME Y, GODLEY BJ. 2018. Illuminating gillnets to save seabirds and the potential for multi-taxa bycatch mitigation. *R Soc Open Sci*. 5 (7): 180254. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsos.180254>
- MARÍN-SOTO W, MEDINA-CRUZ A, CASTILLO-MENDOZA G, ESTRELLA-ARELLANO C, GUARDIA-OTAROLA A, GUEVARA-CARRASCO R, DOMALAIN G, WACH M, BERTRAND A. 2017. Atlas de la pesca artesanal del mar del Perú. Lima: Edición IMARPE-IRD. 183 p. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3167>.
- MENDO J, MENDO T, GIL-KODAKA P, MARTINA J, GÓMEZ I, DELGADO R, FERNÁNDEZ J, TRAVEZAÑO A, ARROYO R, LOZA K, JAMES, MA. 2022. Bycatch and discards in the artisanal shrimp trawl fishery in Northern Peru. *PLoS ONE*. 17 (6): e0268128. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268128>
- PAULY D, CHRISTENSEN V, GUÉNETTE S, PITCHER TJ, SUMAILA UR, WALTERS CJ, WATSON R, ZELLER D. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*. 418 (6898): 689-695. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature01017>
- POLLOM R, AVALOS C, BIZZARRO J, BURGOS-VÁZQUEZ MI, CEVALLOS A, ESPINOZA M, GONZÁLEZ A, MEJÍA FALLA PA, MORALES-SALDAÑA JM, NAVIA AF, et al. 2020. *Rhizoprionodon longurio*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T161662A124524022. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T161662A124524022.en>
- PRESCOTT J, RIWU J, STACEY N, PRASETYO A. 2016. An unlikely partnership: fishers' participation in a small-scale fishery data collection program in the Timor Sea. *Rev Fish Biol Fish*. 26: 679-692. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11160-015-9417-7>
- [PRODUCE] MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. 2024. Decreto Supremo N° 18-2024-PRODUCE. Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Ordenamiento Pesquero del recurso anguila (*Ophichthus remiger*). El Peruano, Diario Oficial, 04 diciembre, 2024, N° 18276. <https://www.gob.pe/institucion/produce/normas-legales/6254554-018-2024-produce>.
- [PRODUCE] MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. 2025. Ficha técnica: recurso anguila (*Ophichthus remiger*) (revisado marzo 2025). Oficina de Estudios Económicos, Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos, Ministerio de la Producción. <https://www.producempresarial.pe/pesca-fichas>.
- R CORE TEAM 2023. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.
- READ AJ, DRINKER P, NORTHRIDGE S. 2006. Bycatch of marine mammals in US and global fisheries. *Conserv Biol*. 20 (1): 163-169. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00338.x>
- REIS-FILHO JA, RAMOS-FILHO F, CASTELLO L, GIARRIZZO T. 2023. -I fish, therefore I monitor: participatory monitoring to assess inland small-scale fisheries. *Environ Manage*. 72 (3): 540-557. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00267-023-01819-8>
- REYES P, HUCKE-GAETE R, TORRES-FLOREZ JP. 2013. First observations of operational interactions between bottom-trawling fisheries and South American sea lion, *Otaria flavescens* in south-central Chile. *J Mar Biol Assoc UK*. 93 (2): 489-494. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0025315412001282>

- RICHARDSON K, HARDESTY BD, VINCE JZ, WILCOX C. 2021. Global causes, drivers, and prevention measures for lost fishing gear. *Front Mar Sci.* 8: 690447. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.690447>
- RICHARDSON K, HARDESTY BD, WILCOX C. 2019. Estimates of fishing gear loss rates at a global scale: a literature review and meta-analysis. *Fish Fish.* 20 (6): 1218-1231. DOI: <https://doi.org/10.1111/faf.12407>
- RIVADENEYRA-VILLAFUERTE S, ROMÁN-AMANCIO G. 2022. Depredadores tope en la pesquería industrial de anchoveta entre los años 2015 y 2019. *Bol Inst Mar Peru.* 37 (1): 91-112. DOI: <https://doi.org/10.53554/boletin.v37i1.360>
- SALAZAR C. 2018. Impacto ecosistémico de las artes de pesca artesanal peruana: propuestas de investigación, tecnologías y manejo pesquero. [tesis de magíster]. Lima: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Mayor de San Marcos. 114 p. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/3312/1/Salazar%20Cespedes.pdf>.
- SEPÚLVEDA M, SZTEREN D, ALFARO-SHIGUETO J, CRESPO EA, DURÁN LR, GUERRERO AI, MANGEL JC, OLIVIA D, OLIVEIRA LR. 2023. Sea lion and fur seal interactions with fisheries and aquaculture in South American waters: threats and management perspectives. *Mam Rev.* 53 (2): 116-131. DOI: <https://doi.org/10.1111/mam.12311>
- SHESTER GG, MICHELI F. 2011. Conservation challenges for small-scale fisheries: bycatch and habitat impacts of traps and gillnets. *Biol Conserv.* 144 (5): 1673-1681. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.02.023>
- URIBE R, RUBIO J, CARBAJAL P, BERRÚ P. 2013. Invertebrados marinos bentónicos del litoral de la Región Áncash, Perú. *Bol. Inst Mar Perú.* 28 (1-2): 136-293.
- WALLACE BP, KOT CY, DiMATTEO AD, LEE T, CROWDER LB, LEWISON RL. 2013. Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. *Ecosphere.* 4 (3): 1-49. DOI: <https://doi.org/10.1890/ES12-00388.1>
- WASSENBERG TJ, HILL BJ. 1989. The effect of trawling and subsequent handling on the survival rates of the bycatch of prawn trawlers in Moreton Bay, Australia. *Fis Res.* 7 (1-2): 99-110. DOI: [https://doi.org/10.1016/0165-7836\(89\)90010-6](https://doi.org/10.1016/0165-7836(89)90010-6)
- WATLING L, NORSE EA. 1998. Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a comparison to forest clearcutting. *Conserv Biol.* 12 (6): 1180-1197. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1998.0120061180.x>
- WILSON SM, RABY GD, BURNETT NJ, HINCH SG, COOKE V. 2014. Looking beyond the mortality of bycatch: sublethal effects of incidental capture on marine animals. *Biol Conserv.* 171: 61-72. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.01.020>

