

ORIGINAL RESEARCH

Monitoreo con bitácoras de pesca a bordo: una alternativa eficaz y confiable para el seguimiento de la pesquería de anguila común (*Ophichthus remiger*) en el norte del Perú

ROSA VINATEA-CHÁVEZ¹, ANDREA PASARA-POLACK¹, JORGE GRILLO-NÚÑEZ², KARLA LOZA-CHOQUE^{2,*} y NATHALY VARGAS³

¹Amarea Perú, Lima, Perú. ²REDES-Sostenibilidad Pesquera, Lima, Perú. ³Facultad de Biología Marina, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú. ORCID Rosa Vinatea-Chávez  <https://orcid.org/0000-0002-6276-2292>, Andrea Pasara-Polack  <https://orcid.org/0009-0009-9644-7854>, Jorge Grillo-Núñez  <https://orcid.org/0000-0002-7501-6811>, Karla Loza-Choque  <https://orcid.org/0009-0008-5483-041X>, Nathaly Vargas  <https://orcid.org/0009-0005-2928-7601>



*Correspondence:
karla.loza@redes.pe

Received: 29 December 2025
Accepted: 24 May 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

RESUMEN. Desde 2022, la Asociación Peruana de Productores de Anguila (APPA) implementa dos sistemas privados de monitoreo en la pesquería de anguila común (*Ophichthus remiger*) en el norte del Perú: el Sistema de Observadores a Bordo (SOB-anguila), operado por un observador técnico, y el Sistema de Bitácoras de Pesca (SBP-anguila), ejecutado por la tripulación de 19 embarcaciones comerciales. Entre septiembre de 2022 y agosto de 2023, ambos sistemas alcanzaron coberturas del 4,6% (SOB) y 88,5% (SBP) de los 2.414 viajes reportados por la APPA. La confiabilidad del SBP-anguila se evaluó mediante indicadores de completitud, continuidad temporal, cobertura espacial y de viajes, además de un análisis estadístico de validación a nivel de lance. Este incluyó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para comparar variables operativas como volumen de captura, CPUE, esfuerzo pesquero, captura incidental y descartes, así como la prueba exacta de Fisher para evaluar la ocurrencia de juveniles. Los resultados muestran que el SBP-anguila es un sistema robusto y eficiente, con registros consistentes, amplia cobertura espacial y representatividad. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas en seis de las ocho variables analizadas respecto al SOB-anguila. Asimismo, el SBP-anguila demostró una alta capacidad para estimar con precisión variables críticas que requieren mayor cobertura, como la captura incidental y los descartes. Su adecuada implementación, basada en capacitación oportuna, protocolos estandarizados y el compromiso del sector extractivo, refuerza su potencial como herramienta eficaz, sostenible y de bajo costo, recomendándose su integración a los sistemas de seguimiento convencionales de la pesquería.

Palabras clave: Monitoreo participativo, métodos de monitoreo, análisis comparativo, pescadores, menor escala.

Fishing logbook-based onboard monitoring: an effective and reliable alternative for tracking the common eel fishery (*Ophichthus remiger*) in northern Peru

ABSTRACT. Since 2022, the Asociación Peruana de Productores de Anguila (APPA) has implemented two private monitoring systems in the common eel (*Ophichthus remiger*) fishery in northern Peru: the Onboard Observer System (SOB-anguila), operated by a technical observer, and the Fishing Logbook System (SBP-anguila), carried out by the crew of 19 commercial vessels. Between September 2022 and August 2023, both systems achieved coverage levels of 4.6% (SOB) and 88.5% (SBP) of the 2,414 trips reported by APPA. The reliability of the SBP-anguila was evaluated using indicators of completeness, temporal continuity, spatial and trip-level coverage, in addition to a statistical validation analysis at the haul level. This included the Wilcoxon signed-rank test to compare operational

variables such as catch volume, CPUE, fishing effort, bycatch, and discards, as well as Fisher's exact test to assess the occurrence of juveniles. The results show that the SBP-anguila is a robust and efficient system, with consistent records, broad spatial coverage, and strong representativity. No statistically significant differences were found for six of the eight variables analyzed in comparison with the SOB-anguila. Likewise, the SBP-anguila demonstrated a high capacity to accurately estimate critical variables that require greater coverage, such as bycatch and discards. Its proper implementation, based on timely training, standardized protocols, and the commitment of the harvesting sector, strengthens its potential as an effective, sustainable, and low-cost tool, and its integration into conventional fishery monitoring systems is recommended.

Key words: Participatory monitoring, monitoring methods, comparative analysis, fishers, small scale.

INTRODUCCIÓN

El monitoreo biológico y ambiental brinda información fundamental para la gestión a largo plazo de los recursos biológicos (Villaseñor et al. 2016). Los programas de monitoreo deben ser planificados y diseñados para que se ejecuten de forma sistemática y continua, a fin de captar la dinámica y tendencias tanto biológicas como espacio-temporales (Villaseñor et al. 2016; Boenish et al. 2020). Usualmente, en las pesquerías de mayor escala o industriales se cuenta con sistemas de monitoreo y seguimiento realizados por un observador, quién cuenta con formación técnica y su principal función es recolectar datos y brindar información de los recursos. Esta información luego es utilizada para realizar los análisis respectivos y diseñar e implementar medidas de ordenamiento que contribuyan a la gestión pesquera, al manejo adaptativo de pesquerías, y a garantizar la sostenibilidad de los recursos (Punt et al. 2014; Joo et al. 2016; Villaseñor et al. 2016). Los principales desafíos que presentan estos programas están asociados a temas presupuestales por el alto costo que implica contar con observadores a bordo, lograr la cobertura óptima, contar con una tecnología de monitoreo eficiente, y las condiciones de habitabilidad de las embarcaciones (Cotter et al. 2002; Mion et al. 2015; Joo et al. 2016; Prescott et al. 2016; Roberson et al. 2019; Boenish et al. 2020).

En las últimas décadas, diversas organizaciones de conservación e investigación vienen ejecutando

programas de monitoreo participativo en diversos campos de estudio (Fulton et al. 2019; Mitroi et al. 2020; Kasten et al. 2021; Mandeville et al. 2023; Nardi et al. 2023; Reis-Filho 2023; Reis-Filho et al. 2023). El principal objetivo de un programa de monitoreo participativo es que la población que cuenta con conocimiento empírico o "no experto", sea parte de la colecta de los datos de forma sistemática, los cuales posteriormente serán analizados y eventualmente generarán información que promueva la toma de decisiones y gestión sobre un determinado recurso o actividad (Villaseñor et al. 2016; Elliott et al. 2019; Fulton et al. 2019; Agnese et al. 2024; Reis-Filho 2023; Reis-Filho et al. 2023).

En el caso del sector pesquero, la participación de los pescadores en la colecta de datos y el reconocimiento de sus conocimientos locales han ganado impulso principalmente en pesquerías de pequeña escala o con datos limitados (FAO 2005; Roman et al. 2011; Prescott et al. 2016; Silvano y Hallwass 2020; Reis-Filho 2023; Reis-Filho et al. 2023). Estudios previos en la región han demostrado la efectividad de los sistemas de monitoreo participativo en pesquerías continentales y marinas. En el noreste de Brasil, un programa de monitoreo participativo implementado en pesquerías continentales permitió, mediante registros recopilados por pescadores locales, obtener estimaciones de capturas, desembarques y aspectos reproductivos de las especies, proporcionando información para análisis espaciales robustos e información sobre las tendencias de la dinámica pesquera local (Reis-Filho et al. 2023). De manera similar, en Perú un estudio en la pesquería de arrastre de camarón

evidenció que los reportes generados por los pescadores identificaron patrones espacio-temporales de descartes comparables a los registrados por observadores a bordo, además de ofrecer una mayor cobertura espacial y temporal que los programas tradicionales de observación (Mendo et al. 2022).

Los pescadores cuentan con un amplio conocimiento sobre el ambiente y su actividad, logrando identificar los cambios en el ambiente y el impacto en sus operaciones, lo cual los vuelve agentes capaces de proporcionar información importante a científicos y gestores de la pesquería (Fulton et al. 2019). Las ventajas de los programas de monitoreo participativo en una pesquería son el recolectar datos tanto de forma continua a largo plazo como con mayor cobertura espacial y temporal casi en tiempo real, y un menor costo operativo en comparación de evaluaciones puntuales (Macdonald et al. 2014; Prescott et al. 2016; Fulton et al. 2019; Silvano y Hallwass 2020). Además, durante la ejecución del programa del monitoreo participativo, también se sensibiliza y empodera a los pescadores en la conservación, la aplicación de buenas prácticas de pesca, y sobre la importancia de ejecutar una gestión adecuada y sostenible de la pesquería (Fulton et al. 2019; House et al. 2022; Reis-Filho et al. 2023). Sin embargo, para que los datos recolectados por los pescadores o personal “no experto” sean de calidad y comparables, se debe contar con una metodología adecuada, que incluya procedimientos de validación y acompañamiento de técnicos (Fulton et al. 2019; Kasten et al. 2021; Reis-Filho et al. 2023), además de una retroalimentación continua de los datos y evidencias generadas.

En el sector pesquero peruano, diversas pesquerías cuentan con sistemas de monitoreo y seguimiento liderados por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) para coleccionar datos sobre el desembarque, comportamiento de la flota, zonas de pesca, composición por especies y estructura de tallas, descartes, enmallamiento, y la interacción con los depredadores superiores, las condiciones ambientales y oceanográficas, y la información acústica (IMARPE 2021b; Ramos 2024). Entre los progra-

mas de monitoreo y seguimiento pesquero realizados a bordo de embarcaciones en el Perú se pueden mencionar: (1) el Programa de Observadores a Bordo, ejecutado por técnicos científicos de investigación (TCIs) acreditados por el IMARPE, quienes realizan seguimiento en diversas pesquerías como pota (*Dosidicus gigas*), bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*), merluza (*Merluccius gayi*), jurel (*Trachurus murphyi*), caballa (*Scomber japonicus*) y anguila común (*Ophichthus remiger*) (IMARPE 2019); (2) el Programa de Bitácora de Pesca de IMARPE (PBP-IMARPE), en el cual observadores a bordo, incluyendo biólogos e ingenieros pesqueros, monitorean principalmente la pesquería industrial de cerco de peces pelágicos, como la anchoveta (Joo et al. 2016; IMARPE 2021b); y (3) las prospecciones científicas, que comprenden cruceros de investigación, operaciones Eureka (Gutiérrez et al. 2000) y operativos específicos como las operaciones anguila y merluza (IMARPE 2022a, 2023a). Adicionalmente, existen programas de monitoreo en tierra, como (4) el Programa de Seguimiento de la Pesca Artesanal (PSPA), basado en observadores en campo distribuidos en diversos puntos de descarga (puertos, caletas y playas) a lo largo del litoral peruano (Ramos 2024). No obstante, programas como el PBP-IMARPE y el PSPA presentan limitaciones asociadas a restricciones presupuestarias y dificultades logísticas, las cuales impiden alcanzar un tamaño de muestra óptimo tanto en cobertura de embarcaciones como en los puntos de desembarque (Anderson et al. 2015; Joo et al. 2016; van Helmond et al. 2019; Gilman et al. 2020; Ramos 2024).

La pesquería de anguila común se desarrolla en el norte del litoral peruano, frente a las regiones de Piura y Tumbes. En los últimos años, la flota operativa está compuesta por 16 embarcaciones con permiso de pesca de menor escala, además de 3 embarcaciones que participaron en campañas de pesca exploratoria entre 2021 y 2022 (PRODUCE 2021a, 2021b). Todas estas embarcaciones pertenecen a dos empresas productoras que conforman la Asociación Peruana de Productores de Anguila

(APPA). La pesquería de anguila en el Perú cuenta actualmente con dos sistemas de monitoreo liderados por el IMARPE. Entre ellos, se encuentra el sistema de monitoreo a bordo ejecutado por técnicos científicos de investigación durante las denominadas operaciones anguila (IMARPE 2022a, 2023a). Asimismo, se realiza seguimiento durante el desembarque mediante el PSPA, ejecutado por observadores calificados, también liderado por IMARPE. Adicionalmente, los armadores de embarcaciones anguileras están obligados a presentar declaraciones juradas con reportes diarios de desembarque ante el Ministerio de la Producción (PRODUCE), el cual luego es compartido con IMARPE (2020, 2021a, 2022b, 2023b). Sin embargo, un diagnóstico realizado por SAI GLOBAL (2020), menciona que la pesquería de anguila presenta ciertas limitaciones en el nivel de cobertura del monitoreo a bordo pesquería. Por ello, en el año 2022, la APPA dio inicio al diseño e implementación de dos sistemas privados de monitoreo de la pesquería de anguila, a fin de poder contribuir con datos sobre la pesquería e involucrar a la tripulación en el desarrollo de buenas prácticas de pesca a bordo, y ampliar la cobertura del seguimiento de la pesquería a bordo de las embarcaciones.

La confiabilidad de los datos generados por pescadores y observadores ha sido ya analizada con estudios previos que reportan desde inconsistencias, como el contar con datos incompletos, hasta altos niveles de concordancia y descripción de patrones espaciales y temporales (Henriques et al. 2025). El presente estudio tiene como objetivo evaluar la calidad, confiabilidad y concordancia de los datos generados por los pescadores, mediante el Sistema de Bitácoras de Pesca (SBP-anguila), en comparación con los datos recolectados por observadores a bordo a través del Sistema de Observadores a Bordo (SOB-anguila) durante el período de septiembre de 2022 a agosto de 2023. La primera fase del estudio evalúa la completitud, la cobertura de viajes, la cobertura espacial y temporal de cada sistema. En la segunda fase del estudio, se realiza un análisis comparativo centrado en variables claves

de la pesquería, tales como el volumen de captura, esfuerzo de pesca, volumen de descarte según destino, volumen de la captura incidental, volumen de carnada, y la ocurrencia de juveniles. Además, busca identificar mejoras en el proceso de recolecta y en la calidad de los datos generados. Planteamos que, los datos generados por el SBP-anguila a través del monitoreo con bitácoras de pesca, brinde datos e información robusta y confiable que puedan ser compartidos con las entidades científicas y de regulación de la pesquería, y en un futuro logre contribuir a la evaluación de la estrategia de manejo y medidas de gestión sostenibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Alcance del estudio y características generales de las embarcaciones

El estudio se realizó con los datos registrados entre septiembre de 2022 y agosto de 2023 por los sistemas de monitoreo implementados por el 100% de las embarcaciones pertenecientes a las empresas Sakana del Perú y Perupez, ambas integrantes de la APPA. Los registros empleados provienen de un total de 19 embarcaciones pesqueras con viajes de pesca autorizados durante el período analizado, de las cuales 16 embarcaciones operativas tienen permiso de pesca exclusivos para la extracción de anguila mediante líneas de trampas (9 embarcaciones de Perupez y 7 de Sakana del Perú). Además, entre septiembre y diciembre de 2022, bajo la autorización del Ministerio de la Producción (R. M. N° 392-2021-PRODUCE), tres embarcaciones de Sakana del Perú distintas a las que cuentan con permiso de pesca, participaron de la pesca exploratoria del recurso anguila con el liderazgo del IMARPE (PRODUCE 2021b). Las operaciones de pesca de toda la flota se realizan frente a las costas de las regiones de Piura y Tumbes, en la zona norte del Perú. Cada empresa tiene un puerto base donde realizan las operaciones de zarpada,

desembarque, aprovisionamiento y mantenimiento: Perupez en el Desembarcadero Juan Pablo, en Las Delicias-Sechura, y Sakana del Perú en el muelle pesquero Santa Enma, en Paita, ambos en la región Piura (Figura 1). Las embarcaciones tienen una capacidad de bodega entre 5,35-20,09 m³, eslora entre 10,9 m-15,0 m. El 75% de la flota tiene casco de fibra de vidrio y el resto de madera. Durante el período de estudio, la tripulación estuvo conformada por cerca de 133 pescadores. En cada viaje de pesca participan entre 6 a 7 tripulantes, quienes son los encargados de la maniobra del viaje, lance de pesca, selección y estiba a bordo, y de la descarga en puerto. El recurso anguila capturado se mantiene vivo desde su extracción hasta su desembarque y minutos previos a su procesamiento.

Sistemas de monitoreo de la pesquería de anguila

En el año 2022, el Proyecto de Mejoramiento Pesquero Anguila Peruana (PMP-anguila) inició el diseño e implementación de dos sistemas complementarios de monitoreo para la pesquería de anguila en el norte del Perú, el SOB-anguila y el SBP-anguila realizado por pescadores. Ambos sistemas fueron desarrollados con el objetivo de fortalecer la generación de información sobre la distribución, estructura poblacional y abundancia relativa de *O. remiger*, así como mejorar el conocimiento sobre la captura incidental y las interacciones con hábitats y especies en peligro, amenazadas y protegidas. Como parte del proceso de implementación, se desarrollaron bitácoras de pesca, protocolos y manua-

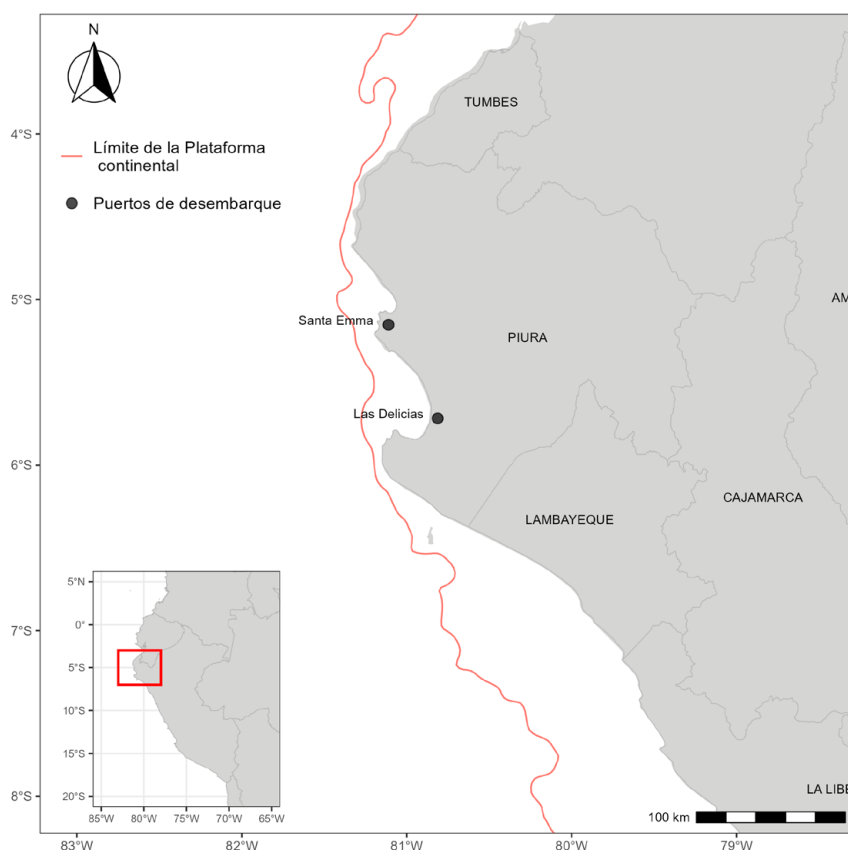


Figura 1. Área de las operaciones de pesca y desembarque del recurso anguila (*Ophichthus remiger*) en el norte del Perú, 2022-2023.
Figure 1. Area of fishing and landing operations for the eel resource (*Ophichthus remiger*) in northern Peru, 2022-2023.

les estandarizados para ambos sistemas, diseñados de manera participativa junto con pescadores, gestores de flota y especialistas de la APPA (APPA y REDES-SP 2022a, 2022b, 2022c y 2022d).

Asimismo, se realizaron capacitaciones dirigidas tanto a observadores como a tripulantes de las embarcaciones, enfocadas en la identificación de fauna asociada a la pesquería, el correcto llenado de las bitácoras de pesca y los procedimientos de muestreo de la composición de captura. En el caso de los observadores, la capacitación incluyó además procedimientos específicos para el muestreo biométrico de anguila. Ambos sistemas incorporaron procedimientos estandarizados de digitalización, depuración y validación de datos, incluyendo verificaciones taxonómicas de los registros de captura incidental y fauna marina observada realizadas por especialistas. La información recolectada fue posteriormente sistematizada y validada mediante los procedimientos internos de control de calidad del PMP-anguila.

Sistema de Observador a Bordo (SOB-anguila)

El SOB-anguila inició su implementación en mayo del 2022, su funcionamiento está basado en la permanencia de un profesional a bordo durante todo el viaje de pesca, desde el zarpe hasta el desembarque. Este sistema es de naturaleza temporal sujeto a la administración del PMP-anguila, y tiene como finalidad recopilar información independiente de las operaciones pesqueras, sin intervenir en las actividades extractivas durante la operación de pesca. El observador registró la información de los viajes y lances de pesca en la bitácora de pesca estandarizada con el SBP-anguila. En cada lance se realizaron muestreos de composición de captura y estructura de tallas de anguila, siguiendo protocolos de registro, muestreo biométrico e identificación de especies implementados por la APPA (APPA y REDES-SP 2022a, 2022c).

Las salidas de los observadores se programaron quincenalmente a través del PMP-anguila en embarcaciones aleatorias, alternando cada quincena

entre los puertos base de Las Delicias-Sechura y Paita. Esta modalidad permite monitorear entre 6 y 12 viajes de pesca al mes. Cabe indicar que el observador a bordo estuvo bajo la supervisión directa de la gerencia del PMP-anguila, sin relación de subordinación con los patrones de pesca ni con los propietarios de las embarcaciones. Por ello, se asume que los registros obtenidos por el SOB-anguila tienen un nivel importante de precisión y confiabilidad, atribuible a la independencia en las labores del observador, la cualificación profesional y el entrenamiento especializado recibido para el monitoreo de la pesquería de anguila.

Sistema de Bitácoras de Pesca realizado por pescadores (SBP-anguila)

El SBP-anguila se implementó a partir de agosto de 2022 en la flota operativa asociada a la APPA, su funcionamiento está basado en la participación de los pescadores en el registro de datos pesqueros durante el viaje de pesca. Este sistema es de naturaleza permanente bajo la administración de las jefaturas de flota de las empresas asociadas al APPA. Los responsables del registro en las bitácoras son los patrones de pesca, quienes consultan la información a los tripulantes con roles clave, como el engrampador (engancha/desengancha las trampas a la línea madre), los vaciadores (vacían las trampas y seleccionan las anguilas capturadas según su talla), y los encarnadores (colocan la carnada en las trampas). En el período de estudio, la tripulación de la APPA fue previamente capacitados en el correcto registro de la bitácora, muestreo de la composición de captura, y en la identificación de especies de fauna asociada a la pesquería. Entre 2022 y 2023 se desarrollaron dos talleres de capacitación con evaluaciones de entrada y salida, estimándose incrementos en el aprendizaje teórico de la tripulación de 56,7% y 43,4%, respectivamente. Durante la ejecución del SBP-anguila, los patrones de pesca con el apoyo de su tripulación registraron datos referentes al viaje y lances de pesca en la bitácora de pesca de los pescadores del SBP-anguila, teniendo

como materiales y herramientas de soporte a bordo una balanza, el manual de muestreo y registro a bordo de la pesquería a bordo de la pesquería de anguila del norte del Perú (APPA y REDES-SP 2022d), y la guía de identificación de las especies que interactúan en la pesquería de anguila del norte del Perú (APPA y REDES-SP 2022a).

Datos e información colectada

Los datos provienen de las bases de datos del SOB-anguila y del SBP-anguila para el primer año de funcionamiento entre septiembre de 2022 y agosto de 2023. En este período los datos fueron generados por un total de 19 embarcaciones por el SBP-anguila, 16 embarcaciones durante todo el período, además de 3 embarcaciones adicionales entre septiembre y diciembre de 2022 bajo el régimen de pesca exploratoria. La zona de estudio se ubicó entre los 3° 26' S y 6° 30' S.

Los datos fueron registrados en las bitácoras de pesca de la APPA correspondientes a cada sistema de monitoreo, las cuales presentan campos de registro homologados y una metodología estandarizada para el registro de información a escala del viaje y de los lances de pesca. Entre los datos a escala viaje registrados por ambos sistemas se encuentran el nombre del puerto y: 1) fecha y hora de zarpe y arribo, 2) el número de tripulantes, 3) nombre del patrón de pesca, y 4) datos de la embarcación como el nombre, matrícula, número y capacidad de bodega. Respecto a los datos registrados por ambos sistemas a escala lance se encuentran principalmente: 1) la fecha, hora de la tendida inicial y final del arte; 2) la posición geográfica del lance (latitud y longitud) durante la tendida inicial y final del arte haciendo uso de una herramienta de posicionamiento satelital (GPS); 3) la velocidad de la embarcación durante la tendida del arte; 4) el número de trampas usadas, la cual es estimada por el observador en el SOB-anguila y calculada por el engrampador en el SBP-anguila al momento de la tendida del arte de pesca; 5) la profundidad de la tendida inicial del arte a través del valor brindado

por la ecosonda de la embarcación; 6) la especie y cantidad de carnada (kg), la cual es estimada por el observador y el encarnador al momento del armado de las trampas; 7) la hora de la recogida inicial del arte; 8) el número de trampas con presencia de anguila, estimado por el observador en el SOB-anguila y el vaciador en el SBP-anguila; 9) el número de trampas perdidas al finalizar el lance; 10) el número de trampas rotas; 11) el tipo de fondo identificado durante el momento del vaciado de las trampas; 12) el volumen de captura de anguila (kg), estimado por el vaciador en el SBP-anguila y por el observador en el SOB-anguila antes de que ingresen los individuos vivos a la bodega; 13) las especies y el volumen de la captura incidental (kg) según destino (viva, muerta, otro), calculado a partir del proceso de muestreo y pesaje al finalizar el vaciado de las trampas en la bodega por el observador en el SOB-anguila y pescador encargado en el SBP-anguila; 14) el volumen de anguila descartada según condición de descarte. En el caso de la anguila descartada viva, el volumen fue estimado por el vaciador en el SBP-anguila y por el observador en el SOB-anguila durante la operación de vaciado de trampas; mientras que en el caso de la anguila descartada muerta (kg) fue determinado mediante pesaje al finalizar el vaciado de las trampas en la bodega en ambos sistemas; y 15) las interacciones o avistamientos de depredadores superiores según especie y cantidad de individuos, y comportamiento durante el lance, el cual es avistado durante el momento de la tendida y recogida del arte por el observador del SOB-anguila y pescador designado en el SBP-anguila. Además, si bien ambos sistemas registraron datos sobre la presencia de juveniles de anguila (individuos menores a 42 cm de LT) capturados por lance, la metodología difiere entre ambos sistemas. En el caso del SOB-anguila se toma una muestra de la captura de anguila y se seleccionan 180 individuos por lance de forma aleatoria, luego se realiza un muestreo biométrico utilizando un ictiómetro, este muestreo determina la estructura de tallas y el porcentaje de juveniles por lance. Mientras que, el SBP-anguila registra la

presencia de juveniles en base a categorías o criterios de ocurrencia de juveniles por lance, estos se clasifican en cuatro categorías según la proporción de individuos juveniles: “sin presencia”, correspondiente al 0%; “baja presencia”, cuando representan menos del 5%; “media presencia”, entre el 5% y el 20%; y “alta presencia”, cuando superan el 20% del total. Cabe mencionar que estos criterios fueron previamente definidos y los pescadores fueron capacitados para su registro en la bitácora.

Análisis de datos

Se revisaron y depuraron los registros de las bases de datos del SOB-anguila y SBP-anguila dentro del período de estudio para evaluar si cada viaje y lance registrado cumple con criterios mínimos requeridos para ser considerados válidos para el análisis. A partir de los registros depurados, se estimó el nivel de completitud de los datos en cada sistema de monitoreo, definido como la proporción de registros que cumplen con los criterios predefinidos, en relación con el total de registros disponibles de monitoreo en cada sistema. Entre los criterios mínimos requeridos por lance se encuentran el contar con registros de la captura de anguila (≥ 0), el número de trampas utilizadas ($\neq 0$ y $\neq \emptyset$), la fecha, hora y las coordenadas geográficas del inicio de la tendida del arte ($\neq \emptyset$), y los valores de la distancia a la costa (> 0 y ≤ 30 mn) y la longitud de la tendida del arte ($\geq 0,12$ y $\leq 3,6$ mn). Para estos últimos, primero se estimó la distancia a la costa respecto a la posición de la tendida inicial, y para estimar la longitud de la tendida del arte de pesca, se estimó a partir de la distancia entre las coordenadas de la tendida inicial y final del arte de pesca, empleando funciones de los paquetes “fénix” y “geosphere” del *software* R, respectivamente, y los rangos fueron definidos según los rangos observados en los datos registrados por el SOB-anguila (R Core Team 2024; Maldonado 2025). A partir de los registros válidos de lances de pesca que cumplieron con estos criterios, se inició el proceso de análisis para

el estudio. Asimismo, cuando los lances con errores correspondieron a la totalidad de los lances registrados en un viaje, dicho viaje fue excluido íntegramente del análisis.

El tamaño óptimo de la muestra se estimó en 332 viajes de pesca, utilizando la ecuación para poblaciones finitas (Cochran 1977), con un intervalo de confianza (IC) de 95%, una proporción esperada de 0,5 y un margen de error de 5%. Para este cálculo, se consideró una población de 2.414 viajes de pesca reportados por los jefes de flota de las empresas asociadas a la APPA de manera independiente a los sistemas de monitoreo. La cobertura de cada sistema de monitoreo se estimó mediante el cálculo de la proporción de los registros de viajes válidos respecto al total de viajes reportados por los encargados de la flota asociada a la APPA (Apéndice, Tabla A1). Se calcularon IC de 95% para la cobertura de cada sistema, utilizando el método de Wilson para proporciones (Wilson 1927; Cepeda-Cuervo et al. 2008). De forma complementaria, se evaluó la continuidad temporal de los viajes de pesca y se estimó el área de pesca cubierta por cada sistema de monitoreo. Para ello, se generaron gráficos de la distribución espacial y temporal de los lances de pesca, utilizando una grilla de 2×2 mn. El área cubierta se calculó en función del número de celdas de la grilla que registraron al menos un lance. Adicionalmente, cada lance de pesca se estratificó latitudinal y batimétricamente según los estratos I (0-90 m), estrato II (91-180 m), el estrato III (181-360 m), y el estrato IV (361-550 m) (IMARPE 2023a). Luego, se llevó a cabo un análisis descriptivo de los principales resultados de cada sistema de monitoreo incluyendo el número total de viajes y lances registrados, la duración del viaje y lance de pesca, el volumen de captura (kg), la composición de la captura (kg), el volumen de anguila descartada y su destino, y el volumen de carnada usada por especie, la presencia de juveniles y la estructura de tallas. Todos los cálculos y análisis descriptivos fueron realizados en el entorno estadístico del *software* R (R Core Team 2024) utilizando RStudio (Posit PBC 2024).

Análisis comparativo

Con el objetivo de evaluar si los datos generados por el SBP-anguila y el SOB-anguila presentan concordancia sin diferencias significativas, se filtraron los lances monitoreados de forma simultánea por ambos sistemas de monitoreo durante el año de estudio. Las comparaciones se realizaron tomando el lance de pesca como unidad de evaluación, para ocho variables pesqueras claves seleccionadas a priori por su relevancia en la evaluación del estado poblacional de la anguila y del monitoreo del impacto de la pesquería en el ecosistema (Tabla 1). Para las ocho variables analizadas, se evaluó la normalidad ($p < 0,05$) de los datos a través de la prueba de Shapiro-Wilk (Apéndice, Tabla A2). En función a los resultados obtenidos, se consideró el uso de la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas (Wilcoxon signed-rank test), con el objetivo de evaluar las diferencias significativas entre las medianas de los grupos de datos relacionados, calculando la diferencia entre cada par de observaciones (Robinson et al. 2014; Okoye y Hosseini 2024). La hipótesis nula planteada es que no existen diferencias significativas entre los valores registrados por el SBP-anguila y el SOB-anguila para el mismo lance de pesca, aceptándose si $p > 0,05$. Además, para describir la magnitud de las diferencias observadas de cada variable se calculó el tamaño del efecto utilizando el coeficiente r de Wilcoxon ($|Z|/\sqrt{n}$) (Cohen 1988; Rosenthal y Rubin 1989; Fritz et al. 2012; Tomczak y Tomczak 2014), y los intervalos de confianza al 95% para cada coeficiente.

Por otro lado, con el fin de hacer comparable la variable ocurrencia de juveniles, los lances de pesca con porcentajes de juveniles registrados por el SOB-anguila fueron categorizados en los cuatro niveles usados y definidos por el SBP-anguila. Esta categorización permitió una comparación directa con las categorías reportadas por los pescadores en el SBP-anguila. Para evaluar si existe asociación o concordancia estadísticamente significativa entre las categorías de ambos sistemas, se empleó

la prueba exacta de Fisher por ser más adecuada que chi-cuadrado para muestras pequeñas y datos categóricos (Fernández-Cásseres y Russi-Pulgar 2023; Lin et al. 2024). Posteriormente, se calculó el coeficiente Kappa de Cohen para cuantificar el grado de concordancia que podría ocurrir por azar (Cohen 1960), y se interpretaron según la escala de Landis y Koch (1977) (Casal et al. 2012; Ouled-Cheikh et al. 2020). Mediante tablas de contingencia, se determinó tanto la concordancia global como la específica por categoría de ocurrencia de juveniles y por estrato, permitiendo identificar el porcentaje de confiabilidad.

Se evaluó la precisión espacial de las coordenadas del lance de pesca registrada por los pescadores en el SBP-anguila. Para ello, se calculó la distancia entre las posiciones de la tendida inicial y final del arte de pesca reportada por los pescadores (SBP-anguila) y aquellas registradas por los observadores a bordo (SOB-anguila). Se consideró que ambas fuentes coincidían en la misma zona de pesca cuando la distancia entre las ubicaciones registradas para un mismo lance se encontraba dentro de un radio de 0,5 mn. Este umbral se definió como un criterio conservador para establecer proximidad espacial, dado que la distancia promedio recorrida por un lance de pesca es de aproximadamente 2 mn.

Todos los análisis estadísticos y visualizaciones se realizaron en el entorno de programación R, utilizando RStudio (versión 2024.12.0+467). Para la evaluación de la normalidad se empleó la función `shapiro.test()`, mientras que las comparaciones entre datos pareados se llevaron a cabo mediante la función `wilcox.test()` con los parámetros `paired = TRUE` y `exact = TRUE`. Para la prueba exacta de Fisher se utilizó la función `fisher.test()` del paquete `stats`, y para el cálculo del coeficiente de Kappa de Cohen se usó la función `kappa2()` del paquete `irr`. Respecto al análisis de precisión espacial se utilizó las funciones de la librería “`geosphere`”. Finalmente, con el objetivo de evaluar la eficiencia a partir de los resultados de los sistemas de monitoreo, se compararon los costos por viaje monitoreado entre el SBP-anguila y el SOB-anguila, utilizando la in-

Tabla 1. Variables seleccionadas para el estudio de la pesquería de anguila en el norte del Perú, 2022-2023.

Table 1. Selected variables for the study in the eel fishery in northern Peru, 2022-2023.

ID	Variable pesquera/lance	Definición operativa
1	Captura por lance (kg)	$\sum^n C_i / n \quad (1)$ C = volumen de captura de anguila (kg) n = número de lances ($I \dots i$)
2	Esfuerzo pesquero (trampas)	$\sum^n T_i / n \quad (2)$ T = número de trampas usadas n = número de lances ($I \dots i$)
3	Captura por unidad de esfuerzo (kg trampas ⁻¹) (IMARPE 2023a)	$\frac{1}{n} \sum^n C_i / T_i \quad (3)$ C = volumen de captura de anguila (kg) T = número de trampas usadas n = número de lances ($I \dots i$)
4	Anguila total descartada (kg)	$\sum^n D_i / n \quad (4)$ Da = volumen de anguila descartada (kg) n = número de lances ($I \dots i$)
5	Anguila descartada viva (kg)	$\sum^n Dv_i / n \quad (5)$ Dav = volumen de anguila descartada viva (kg) n = número de lances ($I \dots i$)
6	Anguila descartada muerta (kg)	$\sum^n Dm_i / n \quad (6)$ Dam = volumen de anguila descartada muerta (kg) n = número de lances ($I \dots i$)
7	Volumen total de captura incidental (kg)	$\sum^n VCi_i / n \quad (7)$ VCi = volumen de captura incidental (kg) n = número de lances ($I \dots i$)
8	Volumen total de la carnada usada (kg)	$\sum^n VCar_i / n \quad (8)$ Car = volumen de carnada (kg) n = número de lances ($I \dots i$)

formación proporcionada por los administradores de ambos sistemas durante el período de estudio.

RESULTADOS

Complejidad de los datos en los sistemas de monitoreo

En cuanto a la completitud de los viajes de pesca, el programa SBP-anguila alcanzó 94,89% en relación con el total de viajes monitoreados, y 91,04% respecto al total de lances registrados por los pescadores de 19 embarcaciones operativas asociadas a la APPA (16 embarcaciones con permiso de pesca y 3 bajo el régimen de pesca exploratoria) (Tabla 2). Por su parte, el programa SOB-anguila presentó una completitud de 100% en los viajes monitoreados por el observador técnico a bordo, abarcando un total de 11 embarcaciones diferentes. No obstante, se identificaron campos vacíos en 10 lances registrados

por el SOB-anguila, específicamente en variables relacionadas con el esfuerzo (número de trampas), así como en los horarios de tendido y recogida del arte, y en los registros de captura de anguila.

Cobertura de los sistemas de monitoreo

El tamaño de muestra estimado representa 13,8% (IC 12,4%-15,2%) de cobertura muestral en relación con el total de viajes reportados por la APPA (Tabla 2). Sin embargo, la cobertura de monitoreo del SBP-anguila fue muy superior con un valor de 88,53% ($n = 2.137$; IC 95%: 87,2-89,98%) de los viajes reportados por la APPA. Por el contrario, el SOB logró 4,6% ($n = 111$; IC 95%: 3,8-5,5%) de los viajes reportados por la APPA. Además, ambos sistemas mantuvieron una cobertura temporal continua a lo largo de los 12 meses analizados (Figura 2). El promedio mensual de lances del SBP-anguila reportados por el SBP-anguila es 18 veces mayor que el promedio mensual del SOB-anguila, además el área cubierta por el SBP-anguila es alrededor de 8

Tabla 2. Completitud de los datos y cobertura de los viajes del SBP-anguila y SOB-anguila de la pesquería de anguila en el norte del Perú, 2022-2023. SOB: Sistema de Observadores a Bordo. SBP: Sistema de Bitácoras de Pesca. n.r.: no reportado.

Table 2. Data completeness and trip coverage for SBP-eel and SOB-eel in the eel fishery in northern Peru, 2022-2023: SOB: Onboard Observer System. SBP: Fishing Logbook System. n.r.: not reported.

	SBP-anguila		SOB-anguila	
	Viajes	Lances	Viajes	Lances
Total de viajes reportados ¹ (N)	2.414	n.r.	2.414	n.r.
Disponibles monitoreados (A)	2.252	8.128	111	416
Depurados válidos (B)	2.137	7.400	111	406
Muestra óptima (n)	332	-	332	-
Complejidad (B/A%)	94,89%	91,04%	100,00%	97,60%
Cobertura muestral (n/N)	13,80%	-	13,80%	-
IC 95% Cobertura muestral	12,40-15,20%	-	12,40-15,20%	-
Cobertura de monitoreo (B/N%)	88,53%	-	4,60%	-
IC 95% Cobertura monitoreo	87,20-89,90%	-	3,80-5,50%	-

¹Número de viajes reportados por la APPA de manera independiente a los sistemas de monitoreo.

¹Number of trips reported by APPA independently of monitoring systems.

veces mayor al valor correspondiente en el SOB-anguila (Tabla 3). En el caso del SBP-anguila, los estratos II (91-180 m) y III (181-360 m) concentraron 79,3% de los lances registrados, mientras que en el SOB-anguila estos mismos estratos representaron 83,99% del total de lances reportados (Tabla 3).

Caracterización de los viajes y lances de pesca del SBP-anguila

La duración promedio de los viajes fue de 30 h ($\pm 0,54$), con un promedio de 3 lances por viaje (± 2) y un tiempo de reposo del arte de aproximadamente 3 h ($\pm 0,05$) por lance. En total, se emplearon 6,7 millones de trampas, con una media de 907 (± 111) trampas por lance. El volumen total declarado de captura, incluyendo anguila y captura incidental, fue de 2.614,9 t. De este total, la captura incidental representó 1,36% (35,6 t). Se registraron descartes en 72,66% de los lances, alcanzando un volumen total de 98,7 t, de las cuales 82,25% correspondió a anguila descartada viva. Solo en 6.913 lances se reportó la ocurrencia de juveniles. Del total, 21,74% no presentó presencia de juveniles, 49,18% mostró una “baja presencia”, 27,86% una “media presencia”, y solo 1,22% registró una “alta presencia”. El volumen total de carnada utilizada fue de 1.286 t, siendo las principales especies empleadas la anchoveta (*Engraulis ringens*) (58,5%), la caballa (*S. japonicus*) (54,87%), y el tamborín (*Auxis rochei*) (29,32%). Los estratos II (91-180 m) y III (181-360 m), concentraron el mayor número de lances y trampas, el valor promedio de CPUE durante el período fue de 0,38 ($\pm 0,36$) (Tabla 3).

Caracterización de los viajes y lances de pesca del SOB-anguila

En el SOB-anguila, la duración promedio de los viajes fue de 31 h ($\pm 0,5$), con 4 (± 2) lances por viaje y un tiempo de reposo de 3 h 20 min ($\pm 0,03$) por lance. El volumen total declarado de captura fue de 141,4 t, donde la captura incidental representó 2,43% (3.435 kg). Los descartes alcanzaron 13,8 t,

reportados en 98,5% de los lances ($n = 400$), de los cuales 77,8% correspondió a individuos liberados vivos. Los observadores muestrearon biométricamente a 71.867 individuos de anguila en 406 lances, de los cuales 11,66% correspondieron a individuos juveniles (< 42 cm LT). Espacialmente, se observó un incremento en la proporción de juveniles hacia el sur, alcanzando el valor más alto en 6° S (18,9%), con modas de 42, 45 y 50 cm de LT. Las menores proporciones se registraron en los 4° S (6,5%) y 5° S (11,11%), donde predominaron ejemplares de mayor talla (60 cm y 50 cm, respectivamente) (Figura 3 A). A nivel batimétrico, los estratos I y IV presentaron las mayores proporciones de juveniles (18,3% y 17,9%, respectivamente), sin diferencias marcadas en la estructura de tallas entre estratos (Figura 3 B). En cuanto a la carnada, se registraron 74,3 t, predominando la anchoveta (56,84%), seguida por caballa (31,68%) y tamborín (11,48%). Los estratos II y III, concentraron el mayor número de lances y trampas, el valor promedio de CPUE durante todo el período fue de 0,36 ($\pm 0,33$) (Tabla 3).

Análisis comparativo entre el SOB-anguila y SBP-anguila

Entre septiembre de 2022 y agosto de 2023, un total de 108 viajes y 391 lances de pesca fueron monitoreados simultáneamente por ambos sistemas en 11 embarcaciones distintas. Esta cobertura representó 4,47% (IC 95%: 3,7-5,4%) del total de viajes de pesca reportados por la flota asociada a la APPA ($N = 2.414$). Las zonas de pesca monitoreadas simultáneamente por ambos sistemas se localizaron entre las latitudes 3° 59' S y 6° 17' S, a profundidades que oscilaron entre 27 y 457 m, y entre 1,3 y 18,5 mn de distancia a costa. Estas zonas abarcan un área promedio de 77 mn² (± 19). A nivel batimétrico, los estratos II (91-180 m) y III (181-360 m) concentraron la mayor actividad pesquera registrada por ambos sistemas, lo que evidencia una mayor intensidad de operación y rendimiento pesquero en dichos rangos batimétricos, el CPUE promedio para ambos sistemas fue de

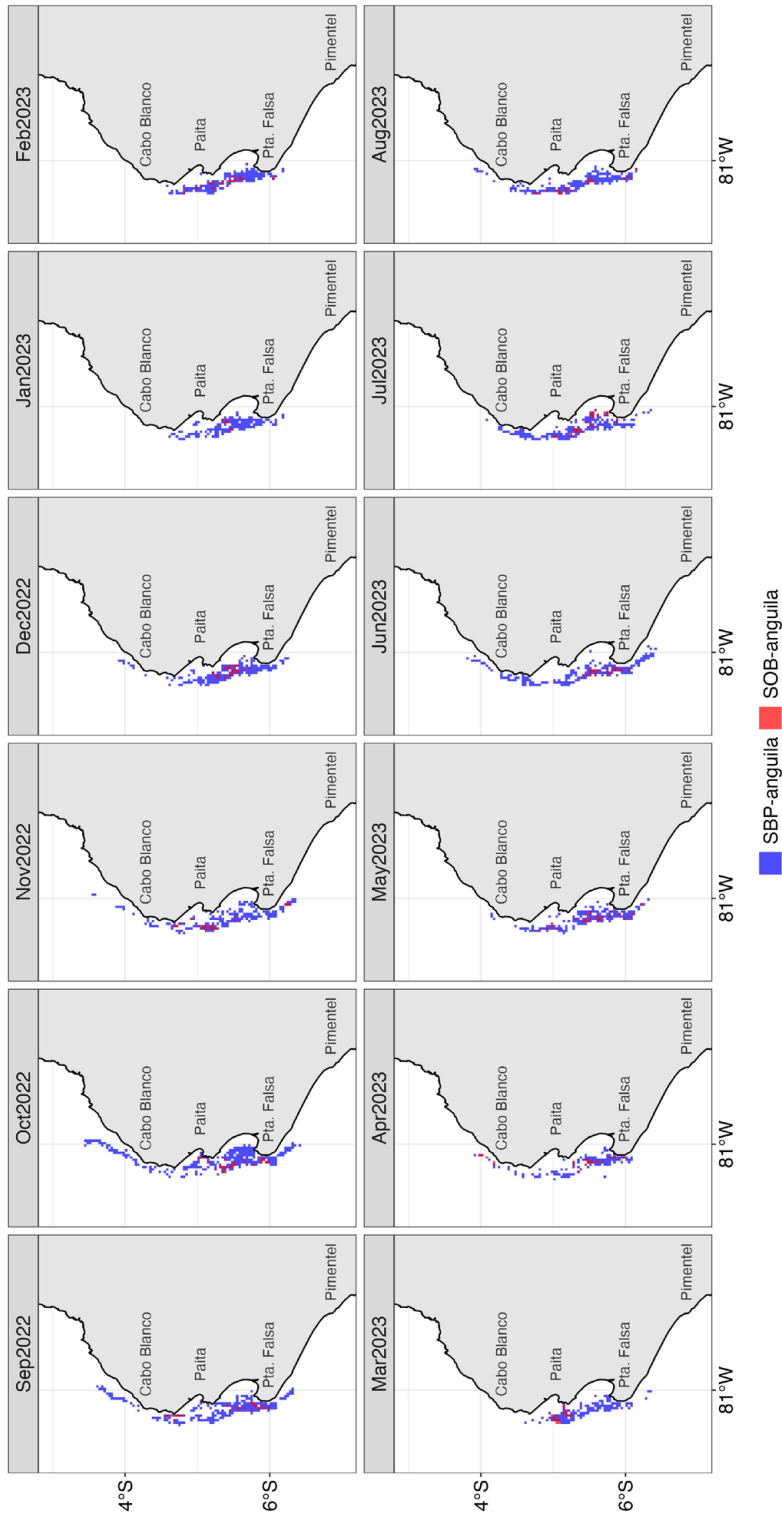


Figura 2. Distribución espacial de los lances de pesca del recurso anguila (*Ophichthus remiger*) en el norte del Perú durante el período 2022-2023. Las celdas de distribución corresponden a una resolución espacial de 2×2 mn. Las grillas en color azul representan los lances monitoreados por el SBP-anguila, y las grillas en color rojo corresponden a los lances monitoreados por el SOB-anguila.

Figure 2. Spatial distribution of fishing sets of eel (*Ophichthus remiger*) in northern Peru during the 2022-2023. The distribution cells correspond to a spatial resolution of 2×2 nautical miles. Blue grids represent the sets monitored by the SBP-eel, whereas red grids correspond to the sets monitored by the SOB-eel.

Tabla 3. Cobertura temporal y espacial, y resumen de variables pesqueras comparativas entre los sistemas SBP-anguila y SOB-anguila de la pesquería de anguila en el norte del Perú (2022-2023). SOB: Sistema de Observadores a Bordo. SBP: Sistema de Bitácoras de Pesca.

Table 3. Temporal and spatial coverage, and comparative summary of fishery variables between SBP-eel and SOB-eel systems in the eel fishery in northern Peru (2022-2023). SOB: Onboard Observer System. SBP: Fishing Logbook System.

	SBP-anguila	SOB-anguila
Cobertura temporal		
Número total de viajes monitoreados	2.137	111
Media de viajes por mes ($\pm$ DS)	178 $\pm$ 42	9 $\pm$ 3
Número total de lances monitoreados	7.400	406
Media de lances por mes ($\pm$ DS)	617 $\pm$ 147	34 $\pm$ 9
Cobertura espacial		
Rango de latitud (mín. y máx.)	3° 26' S-6° 25' S	3° 59' S-6° 17' S
Rango de distancia a la costa (mn)	0,4-22,6	1,3-18,5
Media del área de pesca (mn ²) ($\pm$ DS)	650 $\pm$ 136	79 $\pm$ 19,8
Número de lances por estrato de profundidad		
Estrato I (0-90 m)	1.473	61
Estrato II (91-180 m)	2.632	152
Estrato III (181-360 m)	3.238	189
Estrato IV (361-550 m)	57	4
Variables		
Número total de trampas usadas	6.711.711	383.184
Media de trampas usadas por lance ($\pm$ DS)	907 $\pm$ 111	944 $\pm$ 108
Captura de anguila (kg)	2.579.212	137.943
Media de captura de anguila por viaje (kg) ($\pm$ DS)	1.207 $\pm$ 622	1.242 $\pm$ 657
Media de captura de anguila por lance (kg) ($\pm$ DS)	349 $\pm$ 177	340 $\pm$ 190
Carnada usada (kg)	1.286.503	74.333
Media de la carnada usada por lance (kg) ($\pm$ DS)	190 $\pm$ 42,8	184 $\pm$ 37,0
Captura incidental (kg)	35.645	3.435
Media de la captura incidental por lance (kg) ($\pm$ DS)	5,8 $\pm$ 5,8	9,0 $\pm$ 10,0
Anguila descartada (kg)	98.725	13.840
Media de la anguila descartada por lance (kg) ($\pm$ DS)	18 $\pm$ 43,4	34,6 $\pm$ 48
CPUE promedio (kg trampas ⁻¹) ($\pm$ DS)	0,38 $\pm$ 0,36	0,36 $\pm$ 0,33
Duración promedio del viaje (h) ($\pm$ DS)	30 $\pm$ 0,54	31 $\pm$ 0,5
Número de lances promedio por viaje ($\pm$ DS)	3 $\pm$ 2	4 $\pm$ 2
Tiempo de reposo del arte promedio (h) ($\pm$ DS)		
(tendida final-recogida inicial)	3,0 $\pm$ 0,05	3,2 $\pm$ 0,03
Número de lances con ocurrencia de juveniles	6.913	406

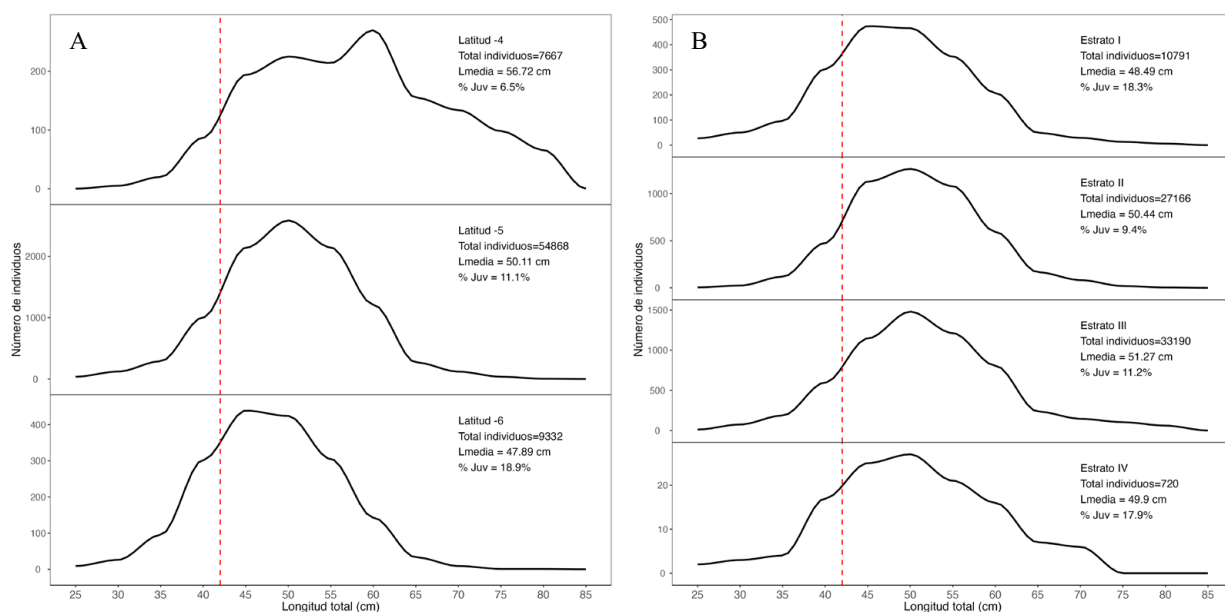


Figura 3. Estructura de tallas de la captura de anguila según latitud (A) y estratos batimétricos (B) en el norte del Perú, 2022-2023.
Figure 3. Size distribution of eel catch as a function of latitude (A) and bathymetric strata (B) in northern Peru, 2022-2023.

0,36 ($\pm 0,19$). Se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para datos pareados (Tabla 4) y se representó gráficamente la distribución de cada variable, comparando los resultados obtenidos por el SBP-anguila y el SOB-anguila (Figura 4).

Captura por lance

Durante el período evaluado, el SBP-anguila y el SOB-anguila registraron en simultáneo un total de 133.723 kg y 134.213 kg de anguila capturada, respectivamente. La mediana por lance fue de 300 (0-1.000) kg lance⁻¹ y 300 (5-1.000) kg lance⁻¹ para el SBP-anguila y el SOB-anguila, respectivamente (Figura 4 A). La prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas no mostró diferencias significativas entre ambos sistemas ($V = 5.216,5$, $p = 0,398$). El tamaño del efecto fue pequeño y positivo ($r = 0,04$; IC 95%: -0,06 a 0,14) (Tabla 4).

Esfuerzo pesquero

Se registraron 366.910 y 368.193 trampas para el SBP-anguila y el SOB-anguila, respectivamen-

te. La mediana por lance fue de 995 (300-1.050) trampas lance⁻¹ y 995 (300-1.103) trampas lance⁻¹ para el SBP-anguila y el SOB-anguila, respectivamente (Figura 4 B). La prueba de Wilcoxon mostró diferencias significativas entre los sistemas ($V = 11.743,00$, $p = 0,01$), con un tamaño del efecto pequeño y positivo ($r = 0,13$; IC 95%: 0,03 a 0,23), sugiriendo un ligero mayor registro de trampas por el SOB-anguila (Tabla 4).

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

Ambos sistemas registraron una mediana de 0,33 kg trampa⁻¹ lance⁻¹, con un rango de 0-1 kg trampa⁻¹ lance⁻¹ por el SBP-anguila, y de 0,005-1,01 kg trampa⁻¹ lance⁻¹ el SOB-anguila (Figura 4 C). La prueba de Wilcoxon no mostró diferencias significativas entre los sistemas ($V = 21.739,50$, $p = 0,79$). El tamaño del efecto fue muy pequeño y positivo ($r = 0,01$; IC 95%: -0,09 a 0,11) (Tabla 4).

Volumen de carnada

Se evaluaron un total de 361 lances en donde el SBP-anguila y el SOB-anguila registraron el

Tabla 4. Resultados del test Wilcoxon de rangos con signos de datos pareados de las variables pesqueras claves para el recurso anguila en el norte del Perú (2022-2023). SOB: Sistema de Observadores a Bordo. SBP: Sistema de Bitácoras de Pesca.

Table 4. Results of the Wilcoxon signed-rank test for paired data on key fisheries variables for the eel resource in northern Peru (2022-2023). SOB: Onboard Observer System. SBP: Fishing Logbook System.

ID	Variable pesquera/lance	valor p	V	r de Wilcoxon	IC inferior	IC superior	N	SBP-anguila mediana (rango)	SOB-anguila mediana (rango)
1	Captura por lance (kg)	0,398	5.216,50	0,04	-0,06	0,14	391	300 (0-1,00)	300 (5-1.000)
2	Esfuerzo pesquero (trampas)	0,012	11.743,00	0,13	0,03	0,23	391	995 (300-1.050)	995 (300-1.103)
3	Captura por unidad de esfuerzo (kg trampas ⁻¹)	0,794	21.739,50	0,01	-0,09	0,11	391	0,33 (0-1)	0,33 (0,005-1,01)
4	Anguila total descartada (kg)	0,214	2.537,50	0,06	-0,04	0,16	391	20 (0-420)	20 (0-420)
5	Anguila descartada viva (kg)	0,492	1.962,00	0,03	-0,06	0,13	391	12 (0-400)	26,9 (0-400)
6	Anguila descartada muerta (kg)	0,072	431,00	0,09	-0,01	0,19	391	4 (0-80)	5 (0-80)
7	Volumen total de captura incidental (kg)	0,885	8.589,00	0,01	-0,09	0,11	391	4,8 (0-50,4)	2,15 (0,12-3,65)
8	Volumen total de la carnada usada (kg)	1,32E ⁻⁷	7.862,50	0,28	0,17	0,38	361	192 (60-300)	180 (60-300)

volumen de carnada utilizada. Los volúmenes totales de carnada reportados fueron similares entre ambos sistemas, con 69.372 kg registrados por el SBP-anguila y 71.653 kg por el SOB-anguila. La composición porcentual del volumen de carnada según especie fue similar entre ambos sistemas. La anchoveta constituyó la principal especie utilizada como carnada, representando 56,97% del volumen total de carnada en el SBP-anguila y 57,60% en el SOB-anguila. La caballa correspondió a la segunda especie más utilizada, con proporciones de

30,53% y 31,19% del volumen total de carnada en el SBP-anguila y el SOB-anguila, respectivamente. Finalmente, el tamborín fue utilizado en menor proporción, representando 2,50% del volumen total de carnada en el SBP-anguila y 11,21% en el SOB-anguila.

A nivel de lance, la mediana del volumen de carnada utilizada fue de 192 (60-300) kg lance⁻¹ para el SBP-anguila y de 180 (60-300) kg lance⁻¹ para el SOB-anguila (Figura 4 D). La prueba de Wilcoxon evidenció diferencias significativas entre

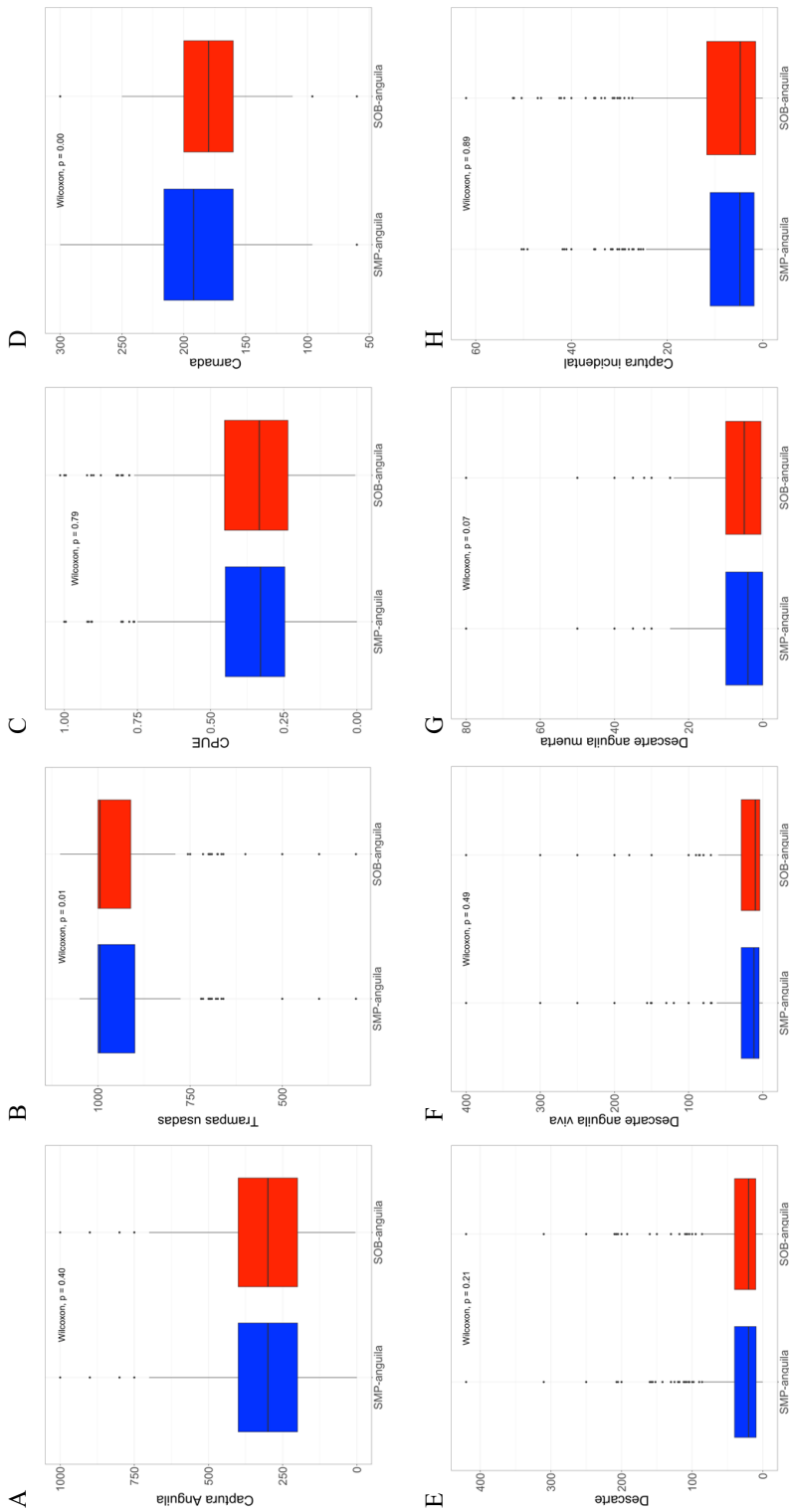


Figura 4. Gráficas comparativas de las variables pesqueras claves para el recurso anguila en el norte del Perú (2022-2023) según la prueba de Wilcoxon de rangos con signos de datos pareados. A) Captura por lance (kg lance⁻¹). B) Esfuerzo pesquero (trampas lance⁻¹). C) CPUE (kg trampa⁻¹ lance⁻¹). D) Volumen de carnada (kg lance⁻¹). E) Volumen de anguila descartada (kg lance⁻¹). F) Volumen de anguila descartada viva (kg lance⁻¹). G) Volumen de anguila descartada muerta (kg lance⁻¹). H) Volumen de captura incidental (kg lance⁻¹).

Figure 4. Comparative graphs of key fisheries variables for the eel stock in northern Peru (2022-2023) based on the signed-rank Wilcoxon test for paired data. A) Catch per set (kg set⁻¹). B) Fishing effort (traps set⁻¹). C) CPUE (kg trap⁻¹ set⁻¹). D) Bait volume (kg set⁻¹). E) Discarded live eel volume (kg set⁻¹). F) Discarded dead eel volume (kg set⁻¹). G) Discarded live eel volume (kg set⁻¹). H) Discarded dead eel volume (kg set⁻¹).

los sistemas ($V = 7.862,50$, $p = 1,32e^{-7}$). No obstante, el tamaño del efecto fue pequeño y positivo ($r = 0,28$; IC 95%: 0,17 a 0,38), lo que indica que la diferencia en la cantidad de carnada utilizada por lance entre los sistemas fue mínima, en donde el SBP-anguila registró un volumen de carnada ligeramente mayor por lance en comparación con el SOB-anguila (Tabla 4).

Volumen de anguila descartada

Durante el período evaluado, el SBP-anguila y el SOB-anguila registraron 13.281 kg y 13.547 kg de anguila descartada, respectivamente. La mediana de la anguila descartada fue de 20 (0-420) kg lance⁻¹ para cada sistema (Figura 4 E). La prueba de Wilcoxon no mostró diferencias significativas entre los sistemas ($V = 2.537,50$, $p = 0,21$). El tamaño del efecto fue muy pequeño y positivo ($r = 0,06$; IC 95%: -0,04 a 0,16) (Tabla 4).

Volumen de anguila descartada viva y muerta

En el SBP-anguila, 77,87% de la anguila descartada fue viva y 22,13% muerta; mientras que en el SOB-anguila 77,77% fue anguila descartada viva y 22,23% muerta. La mediana de la anguila descartada viva fue de 12 (0-400) kg lance⁻¹ y la mediana de la anguila descartada muerta fue de 4 (0-80) kg lance⁻¹ para el SBP-anguila. Mientras que, para el SOB-anguila, la mediana de la anguila descartada viva fue de 10 (0-400) kg lance⁻¹ y la mediana de la anguila descartada muerta fue de 5 (0-80) kg lance⁻¹ (Figura 4 F y 4 G). La prueba de Wilcoxon para muestras pareadas no mostró diferencias significativas en el descarte de anguila viva ($V = 1.962,00$, $p = 0,49$; $r = 0,03$; IC 95%: -0,06 a 0,13) ni muerta ($V = 431,00$, $p = 0,072$; $r = 0,09$; IC 95%: -0,01 a 0,19) (Tabla 4).

Volumen de captura incidental

El SBP-anguila y el SOB-anguila registraron 2.651,63 kg y 2.743,44 kg de captura incidental, y la mediana por lance fue de 4,80 (0-50,4) kg lance⁻¹ y 4,72 (0-62) kg lance⁻¹, respectivamente (Figura 4 H). La prueba de Wilcoxon no mostró diferencias

significativas entre los sistemas ($V = 8.589,00$, $p = 0,885$). El tamaño del efecto fue muy pequeño y positivo ($r = 0,01$; IC 95%: -0,09 a 0,11) (Tabla 4).

Ocurrencia de juveniles

Se evaluaron un total de 389 lances con presencia de juveniles registrados por ambos sistemas de monitoreo. La prueba exacta de Fisher reveló una asociación estadísticamente significativa entre las clasificaciones de ambos sistemas ($p = 2,2 \times 10^{-16}$), lo que indica una dependencia no aleatoria entre sus registros. El índice Kappa de Cohen fue de 0,44 ($p < 0,001$) y la concordancia global observada fue del 67,4% (Apéndice, Tabla A3), lo que corresponde a una concordancia moderada y razonable entre los sistemas. Al desagregar los niveles de concordancia por categoría de presencia, se obtuvieron los siguientes valores: “media presencia”: 74,1%, “baja presencia”: 65,7%, “alta presencia”: 51,7% y “sin presencia”: 30%. Estas diferencias reflejan variaciones en la precisión de clasificación, siendo la categoría “media presencia” la de mayor concordancia, mientras que “sin presencia” presentó la menor, lo que podría indicar una mayor incertidumbre al momento de su estimación. Desde un enfoque espacial, los mapas de distribución de los lances con presencia de juveniles, elaborados bajo criterios mensuales, muestran que las zonas de pesca identificadas por ambos sistemas como áreas de presencia de juveniles coinciden en la mayoría de los meses monitoreados, lo que sugiere consistencia espacial en los patrones de distribución detectados por ambos métodos (Figura 5).

Posición de la tendida inicial y final del lance

Al comparar las coordenadas geográficas correspondientes a las posiciones de tendida inicial del arte registrados por ambos sistemas, se observó que en el 81,84% de los lances ($n = 320$) la diferencia espacial fue menor a 0,5 mn. De manera similar, en las coordenadas geográficas correspondientes a las posiciones correspondientes a la tendida final del arte, el 81,07% de los lances ($n = 307$) presentó diferencias espaciales inferiores a 0,5 mn entre

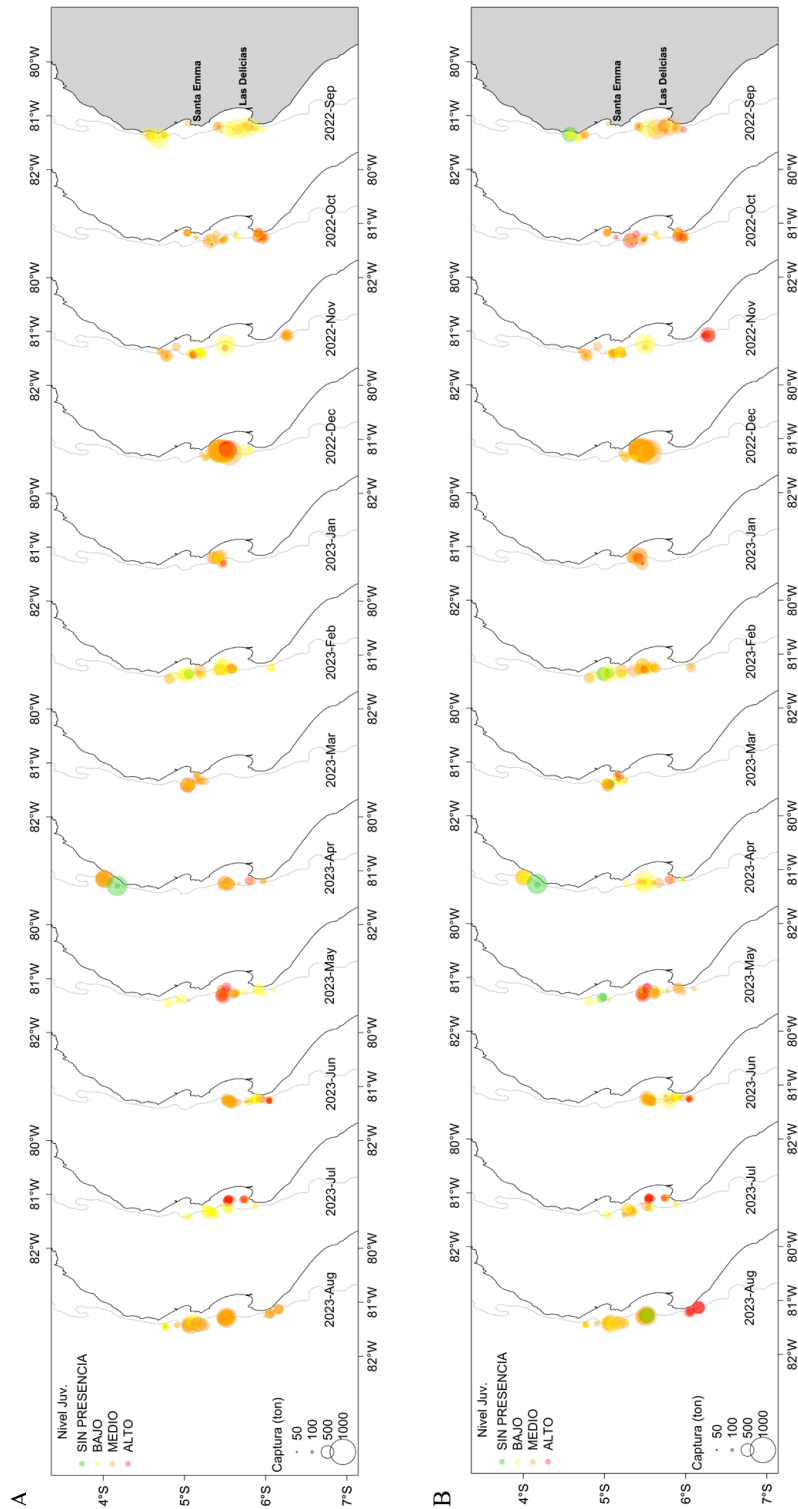


Figura 5. Distribución de lances de pesca de anguila en el norte del Perú (2022-2023) con registros de presencia de juveniles SBP-anguila (A) y SOB-anguila (B), según los criterios de presencia de juveniles: “sin presencia” = 0%, “baja presencia” < 5%, “media presencia” 5-20%, y “alta presencia” > 20%.
Figure 5. Distribution of eel fishing hauls in northern Peru (2022-2023) with juvenile presence records: SBP-eel (A) and SOB-eel (B), according to juvenile presence criteria: ‘no presence’ = 0%, ‘low presence’ < 5%, ‘medium presence’ 5-20%, and ‘high presence’ > 20%.

sistemas. Ambos resultados sugieren una consistencia espacial del área correspondiente al lance de operación de pesca, tanto en la delimitación de los lances registrados respecto a la tendida inicial y final del arte (Tabla 5).

Costo por viaje

Se observó una diferencia sustancial en los costos por viaje monitoreado entre los dos sistemas implementados. El costo por viaje para el SOB-anguila fue 15,3 veces mayor que en el SBP-anguila (Tabla 6).

DISCUSIÓN

Calidad de los datos

Los resultados del estudio evidencian que el SBP-anguila generó datos de alta calidad, comparables con los obtenidos mediante el SOB-anguila. Ambos sistemas mantuvieron un monitoreo continuo a lo largo de todo el período de estudio, lo cual es fundamental para la vigilancia sistemática del esfuerzo pesquero y las capturas (FAO 1997, 1999; Radinger et al. 2019). Asimismo, las zonas de pesca

registradas por ambos sistemas se ubicaron dentro del rango geográfico habitual de esta pesquería (3° 59' S-6° 17' S) (Castillo et al. 2000; IMARPE 2022a, 2023a). Además, los datos de los sistemas de monitoreo implementados por la APPA coinciden con los reportados por la prospección biológica-pesquera (Operación Anguila II) realizada por IMARPE en junio de 2023. Los valores promedio de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) reportados por el SOB-anguila (0,36 kg trampa⁻¹) y el SBP-anguila (0,38 kg trampa⁻¹) fueron similares a los registrados por IMARPE (0,39 kg trampa⁻¹) (IMARPE 2023a). Cabe señalar que estos valores podrían estar influenciados por la dispersión del recurso, como consecuencia de la alta variabilidad ambiental asociada al evento La Niña durante 2022 (IMARPE 2022b) y El Niño costero ocurrido entre marzo y septiembre de 2023 (IMARPE 2023a, 2023b). En cuanto a la distribución batimétrica, ambos sistemas coincidieron en identificar los estratos II (91-180 m) y III (181-360 m) como los de mayor concentración de actividad pesquera, tanto en número de lances como en volumen de captura, lo cual concuerda con lo reportado por IMARPE (IMARPE 2023a). Según el análisis de la composición de captura, el volumen de anguila representó 98,64% y 95,57% del total capturado por el SBP-anguila y el SOB-an-

Tabla 5. Comparación de la precisión espacial de las posiciones de tendida inicial y final del arte registradas por los sistemas de monitoreo en la flota de anguila en el norte del Perú, 2022-2023. SOB: Sistema de Observadores a Bordo. SBP: Sistema de Bitácoras de Pesca.

Table 5. Comparison of the spatial accuracy of the initial and final gear setting positions recorded by the Monitoring Systems in the Eel Fleet in northern Peru, 2022-2023. SOB: Onboard Observer System. SBP: Fishing Logbook System.

Distancia entre posiciones SOB-anguila versus SBP-anguila	Número de lances	
	Tendida inicial del arte	Tendida final del arte
En la misma zona (< 0,5 mn de distancia)	320	317
En zonas diferentes (> 0,5 mn de distancia)	71	74
Total	391	391

Tabla 6. Estructura de costos de operación de los sistemas de monitoreo en la flota de anguila en el norte del Perú, 2022-2023. SOB: Sistema de Observadores a Bordo. SBP: Sistema de Bitácoras de Pesca.

Table 6. Operational Cost Structure of Monitoring Systems in the Eel Fleet in northern Peru, 2022-2023. SOB: Onboard Observer System. SBP: Fishing Logbook System.

Estructura de costos	SOB-anguila (USD)	SBP-anguila (USD)
Costos de personal (honorarios de observador, honorarios digitadores de bitácoras)	13.066	12.000
Materiales y herramientas de monitoreo (balanzas, linternas, baldes, chalecos, ictiómetro, etc.)	342	2.200
Diseño e impresiones de bitácoras, manuales, guías	75	3.600
Costos de capacitación (viajes, honorarios, logística, materiales)	150	1.166
Costos administrativos	1.348	890
Costo total (USD)	14.981	19.856
Número viajes monitoreados	111	2.252
Costo por viaje monitoreado (USD)	135,0	8,8

guila, respectivamente. En comparación, durante la operación Anguila II, se reportó que la anguila constituyó 84,4% de la captura total (IMARPE 2023a). Si bien el período evaluado por IMARPE fue más corto, los valores obtenidos y la caracterización de la pesquería fueron similares con lo observado por los sistemas de monitoreo a lo largo del año de estudio, particularmente en relación al valor de la CPUE, distribución vertical y composición de la captura, lo cual refuerza la validez y confiabilidad de los datos generados por el SBP-anguila y el SOB-anguila. El tiempo de reposo promedio estimado por ambos sistemas de 3 h ($\pm 0,05$) por lance para el SBP-anguila y de 3 h 20 min ($\pm 0,03$) por lance para el SOB-anguila, coinciden con los tiempos de reposo promedio 3 h, con un rango de 1 a 2 h, reportado en estudios previos para esta pesquería (Martina 2018; SAI GLOBAL 2020). Consideramos tomar en consideración esta variable, a fin estimar el esfuerzo de pesca en términos de trampas-hora, unidad recomendada para esta pesquería (Castillo et al. 2000).

Los resultados del análisis comparativo entre ambos sistemas (SBP-anguila versus SOB-anguila)

no presentaron diferencias significativas en seis de las ocho variables evaluadas ($p > 0,05$), como la captura por lance, CPUE (kg trampa^{-1}), volumen de descarte y captura incidental. Este patrón sugiere un alto grado de consistencia entre los registros de ambos sistemas, particularmente en variables claves para la gestión pesquera. Estos hallazgos son coherentes con lo reportado en estudios previos en otras pesquerías, donde la comparación entre datos generados por observadores y pescadores tampoco evidenció diferencias significativas en variables como la CPUE y los descartes (Hoare et al. 2011; Mendo et al. 2022; Reis-Filho et al. 2023). En este estudio, solo dos variables presentaron diferencias estadísticamente significativas, el número de trampas utilizadas ($p = 0,01$; $r = 0,13$) y el volumen de carnada por lance ($p = 1,32 \times 10^{-7}$; $r = 0,28$), aunque con tamaños de efecto pequeño. El SOB-anguila reportó un mayor número de trampas, mientras que el SBP-anguila registró un mayor volumen de carnada por lance. Estas discrepancias pueden deberse a la diferencia en la experiencia operativa entre el pescador y el observador al estimar o cuantificar

estas variables al momento de la operación, en que estas actividades se realizan de forma rápida.

Por otro lado, el muestreo biométrico realizado por el SOB-anguila permitió identificar un patrón latitudinal, en donde la proporción de juveniles aumentó hacia el sur. Este patrón concuerda con lo reportado en estudios previos sobre la distribución latitudinal de individuos de menor talla hacia las zonas más al sur (Castillo et al. 2000; Galán et al. 2007; IMARPE 2022a, 2023a). Los registros de ocurrencia de juveniles del SBP-anguila y SOB-anguila presentaron una asociación estadísticamente significativa ($p = 2,2 \times e^{-16}$) entre las clasificaciones y una concordancia moderada ($\kappa = 0,44$; $p = 0$) lo que sugiere que la coincidencia observada no se debe al azar. De manera general la calidad de la información generada por el SBP-anguila es atribuible a la estandarización de los protocolos, los esfuerzos de capacitación y el acompañamiento técnico brindado a la tripulación (Fulton et al. 2019; Reis-Filho et al. 2023).

Cobertura, completitud y compromiso

El SBP-anguila alcanzó una cobertura de 88,53% de los viajes de pesca reportados por la flota, superando ampliamente el tamaño de muestra óptimo estimado (13,8%) y logrando una completitud de 94,89% con respecto al total de viajes reportados por la APPA. La frecuencia de registro se mantuvo de forma constante a lo largo de los 12 meses del estudio, y la representatividad geográfica fue notable, cubriendo un área 8 veces mayor que la del SOB-anguila y abarcando todos los estratos batimétricos relevantes (I a IV). Esta amplia cobertura espacial y temporal permitió capturar la heterogeneidad de la pesquería, aspecto clave para una evaluación robusta del estado del recurso.

Este alto nivel de cobertura fue posible gracias a la participación de las 16 embarcaciones operativas con permiso de pesca, lo que representa 100% de la flota activa. La participación sostenida estuvo influenciada por el compromiso colectivo de la APPA con los objetivos estratégicos de mejora pesquera,

destacando su interés en generar evidencia técnica robusta para respaldar una gestión más informada de la pesquería y demostrar el cumplimiento de los principios del estándar del Marine Stewardship Council (MSC), en el marco de su proceso de certificación. Además, otro factor determinante fue el fomentar en su tripulación, la adecuada adopción del SBP-anguila y asegurar su continuidad operativa. El SBP-anguila evidenció un adecuado llenado de los campos por parte de las tripulaciones, así como un registro sostenido a lo largo del período de estudio, lo que refleja un alto nivel de cumplimiento del protocolo y compromiso por parte de los pescadores. La aceptación del sistema también se manifiesta en la participación constante y en la mejora del desempeño de los pescadores tras las capacitaciones, en las que se registró un incremento del aprendizaje teórico de 56,7% en 2022 y de 43,4% en 2023. Estos resultados sugieren que los pescadores comprenden adecuadamente el uso de las bitácoras y reconocen tanto su utilidad operativa como su importancia para la identificación de especies. En ese sentido, el SBP-anguila también contribuye a fortalecer la participación de los pescadores en la generación de información, integrando su conocimiento empírico al proceso de monitoreo y fortaleciendo la gobernanza participativa (Jentoft 2005; House et al. 2022).

Uso potencial

La amplia cobertura espacial y temporal del SBP-anguila, junto con el alto nivel de concordancia y similitud de los datos generados con el SOB-anguila y otros estudios sobre la pesquería, así como el grado de cumplimiento observado por parte de los pescadores, sugieren que este sistema proporciona información confiable y sistemática para el seguimiento de la pesquería. Esta información puede ser utilizada como una fuente complementaria a los sistemas convencionales de monitoreo de la pesquería de anguila implementados por el IMARPE, los cuales se basan principalmente en el registro y muestreo biológico en los puntos de desembarque, una o dos prospecciones bioló-

gico-pesqueras anuales, y el embarque limitado de observadores científicos en los viajes de pesca. Adicionalmente, el SBP-anguila representa una alternativa eficaz ante las limitaciones operativas que enfrentan los sistemas tradicionales en contextos adversos, como lo evidenció la pandemia de COVID-19, durante la cual se suspendieron o restringieron las actividades de observación a bordo (NOAA 2020).

La implementación continua del SBP-anguila permitirá reducir vacíos críticos de información sobre la distribución y abundancia relativa de la anguila; contribuyendo a mejorar la resolución espacio-temporal de los registros de captura, las estimaciones de CPUE, y mejorar la representatividad de variables que requieren una mayor cobertura para ser estimadas con precisión, como la presencia de juveniles, la captura incidental y los descartes (Babcock y Pikitch 2003; Joo et al. 2016). Todas estas variables son fundamentales para la evaluación del estado del *stock* y para el diseño de medidas de gestión oportunas, asimismo establecer umbrales operativos (e.g. abundancia y CPUE) que pueden ser utilizados para el desarrollo de reglas de control de captura que no requieren una mayor cobertura e información y son dependientes de la pesquería (O'Neill et al. 2010; Little et al. 2011), las cuales actualmente no se encuentran contempladas en el marco normativo de la pesquería (SAI GLOBAL 2020). Además, mejorará la información sobre la captura incidental, la cual no podía ser estimada con precisión antes de la implementación de los sistemas de monitoreo por parte de la APPA debido a la limitada disponibilidad de datos (SAI GLOBAL 2020).

Entre otros de los beneficios de la información representativa y robusta recolectada por el SBP-anguila se encuentra su potencial para respaldar la aplicación de métodos de estandarización de la CPUE. Esta estandarización es clave para mejorar la precisión de los modelos poblacionales para la estimación del *stock* (SAI GLOBAL 2020), y fortalecer la base científica que sustenta las decisiones de manejo pesquero.

Beneficios y limitaciones

Diversos autores han señalado limitaciones en el monitoreo con observadores a bordo, particularmente el “efecto del observador” y el “efecto de despliegue”. El primero consiste en la modificación del comportamiento de los pescadores debido a la presencia del observador, mientras que el segundo se relaciona con la asignación no aleatoria de estos, lo que en ambos casos genera sesgos en las estimaciones de descartes y capturas, comprometiendo la representatividad de los datos recopilados (Liggins et al. 1997; Babcock y Pikitch 2003; Duarte y Cadrin 2024). Otro aspecto crítico es la cobertura limitada de los observadores debido a los costos operativos y logísticos, lo que limita su aplicación especialmente en flotas pequeñas o dispersas (Anderson et al. 2015; van Helmond et al. 2019; Gilman et al. 2020).

En ese contexto el actual diseño del SBP-anguila demuestra superar varias limitaciones relacionadas a los métodos tradicionales de monitoreo, ya que logró recolectar una amplia cantidad de información de la pesquería de manera sostenida, con una amplia cobertura espacial y de viajes monitoreados, a bajo costos y en casi tiempo real. Por otro lado, estas características favorecen el desarrollo de mecanismos de gestión adaptativa, permitiendo ajustes oportunos basados en información actualizada (Maine et al. 1996; FAO 1997). La implementación del SBP-anguila representa una alternativa confiable y económicamente viable frente a los sistemas tradicionales de observación a bordo, al requerir una inversión operativa menor por viaje y permitir una cobertura más amplia tanto en términos espaciales como del número de viajes monitoreados. Aunque implica esfuerzos adicionales en capacitación, seguimiento continuo a los pescadores y sistematización de los registros, estos se ven compensados por la cantidad y calidad de los datos generados, lo que refuerza su utilidad para el monitoreo y la gestión pesquera.

Por otro lado, las diferencias observadas en variables como el número de trampas, el volumen

de carnada y la ocurrencia de juveniles podrían atribuirse a errores asociados a la variabilidad y experiencia operativa entre observadores y pescadores, al momento de la estimación y registro de los datos y a la precisión de los instrumentos de medición utilizados (Jennings 2005; Benoît y Allard 2009). En ese sentido, resulta fundamental perfeccionar y estandarizar las metodologías de estimación utilizadas particularmente en relación con el conteo del número de trampas, la ocurrencia de juveniles y el volumen de carnada.

Este aspecto resulta especialmente relevante en pesquerías que emplean artes pasivas como trampas, donde la eficiencia de captura está fuertemente influenciada por el poder de atracción de la carnada y el tiempo de inmersión del arte, factores altamente variables que forman parte de la estrategia de pesca implementada por cada embarcación y patrón (Løkkeborg y Pina 1997; Galán et al. 2007; Macaya 2023). Asimismo, es necesario cuantificar el margen de error asociado a estas variables en los registros autodeclarados por los pescadores, ya que dicho conocimiento permitirá aplicar correcciones estadísticas que incrementen la calidad y confiabilidad de los datos para su uso en investigación y gestión pesquera.

Si bien los resultados obtenidos en este estudio son prometedores para la mejora en el seguimiento de la pesquería de anguila, la APPA debe garantizar la continuidad del fortalecimiento de las capacidades de su tripulación, así como la mejora continua de los procesos de recolecta de datos (i.e. implementación de bitácoras electrónicas), y en la validación y retroalimentación a los pescadores, con el fin de incrementar la precisión de los datos generados por ambos sistemas. Adicionalmente, los resultados deben socializarse periódicamente con los pescadores y representantes del IMARPE para reforzar la transparencia y evidenciar el compromiso e impacto positivo de los pescadores en la gestión sostenible de la pesquería de anguila. De este modo, se integra el conocimiento empírico de los actores del primer eslabón de la cadena productiva pesquera al proceso de seguimiento de

su pesquería (Villaseñor et al. 2016; FAO 2019; Reis-Filho 2023; Reis-Filho et al. 2023). La sostenibilidad del sistema dependerá de mantener el acompañamiento técnico, la retroalimentación continua y la validación periódica de los datos mediante un análisis de validación con fuentes de datos externas como los registros del IMARPE y el sistema de seguimiento satelital (Benoît y Allard 2009; Joo et al. 2016). Consideramos que la información del SBP-anguila, generada de forma continua hasta la fecha de publicación de este artículo, se debe al trabajo articulado entre actores del sector extractivo como pescadores, armadores, gestores de flota, así como al acompañamiento técnico en el diseño, la ejecución y los rigurosos procesos de validación y retroalimentación continua. Este involucramiento entre diferentes actores de la pesquería asegura la sostenibilidad del monitoreo de la pesquería de anguila. Finalmente, los resultados confirman que el SBP-anguila constituye una herramienta operativa de bajo costo que, además, promueve el monitoreo participativo para el seguimiento de pesquerías de menor escala. Su diseño y funcionamiento lo convierten en un referente potencial para otros sistemas de monitoreo basados en la participación de pescadores, tanto en Perú como en la región.

AGRADECIMIENTOS

A Perupez S.A.C. y Sakana del Perú S.A. por facilitar el acceso a los datos utilizados en este estudio. De manera muy especial, queremos dar las gracias a todos los patrones de pesca y la tripulación de las 19 embarcaciones de la flota de anguila asociada a la APPA y a los observadores a bordo Jairo Granda y Ronald Maldonado, cuya labor y compromiso ha hecho posible este trabajo. También agradecer al equipo técnico de la APPA, por la digitalización y sistematización de los datos. A Gian Paul Galarza y Fiorella Vilela por el procesamiento y la generación de los gráficos.

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 del monitoreo, el análisis de datos y la publicación de este artículo.

Contribución de autores

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

REFERENCIAS

- AGNESE F, OTHMAN Z, MITIN A, WAN YAHAYA WAJ. 2024. Participatory monitoring in farmer field school program through Whatsapp among indigenous farmers in rural Sarawak, Malaysia. *Interac Learn Environ.* 32 (9): 5699-5710. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2223241>
- ANDERSON JL, ANDERSON CM, CHU J, MEREDITH J, ASCHE F, SYLVIA G, SMITH MD, ANGGRAENI D, ARTHUR R, GUTTORMSEN A, et al. 2015. The fishery performance indicators: a management tool for triple bottom line outcomes. *PLoS ONE.* 10 (5): e0122809. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122809>
- [APPA Y REDES-SP] ASOCIACIÓN PERUANA DE PRODUCTORES DE ANGUILA Y REDES-SOSTENIBILIDAD PESQUERA. 2022a. 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. Lima: APPA y REDES-SP. https://www.anguilaperuana.com/recursos/#flipbook-df_1522/3/.
- [APPA Y 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. Lima: APPA y REDES-SP. https://www.anguilaperuana.com/recursos/#flipbook-df_1316/2/.
- [APPA Y REDES-SP] ASOCIACIÓN PERUANA DE PRODUCTORES DE ANGUILA Y REDES-SOSTENIBILIDAD PESQUERA. 2022c. Protocolo de registro, muestreo biométrico y de la composición de captura realizado por el observador a bordo de la flota de la APPA. Versión 1, junio 2022, I02. Proyecto de mejoramiento pesquero de anguila peruana. Lima: APPA y REDES-SP. https://fisheryprogress.org/sites/default/files/documents_actions/I02-I-22-Protocolo%20de%20registro%20de%20la%20bit%C3%A1cora%20de%20pesca%20y%20muestreo%20realizado%20por%20EL%20OBSERVADOR%20a%20bordo%20de%20la%20flota%20de%20la%20APPA.pdf.
- [APPA Y REDES-SP] ASOCIACIÓN PERUANA DE PRODUCTORES DE ANGUILA Y REDES-SOSTENIBILIDAD PESQUERA. 2022d. 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. Versión 1, junio 2022, I01. Proyecto de mejoramiento pesquero de anguila peruana. Lima: APPA y REDES-SP. https://fisheryprogress.org/sites/default/files/documents_actions/I01-I-22-Protocolo%20de%20registro%20de%20la%20bit%C3%A1cora%20de%20pesca%20realizada%20por%20

- PESCADORES%20a%20bordo%20de%20la%20flota%20de%20la%20APPA.pdf.
- BABCOCK EA, PIKITCH EK, HUDSON CG. 2003. How much observer coverage is enough to adequately estimate bycatch? Washington: Oceana. 36 p. <https://oceana.org/wp-content/uploads/sites/18/BabcockPikitchGray2003FinalReport1.pdf>.
- BENOÎT HP, ALLARD J. 2009. Can the data from at-sea observer surveys be used to make general inferences about catch composition and discards? *Can J Fish Aquatic Sci.* 66 (12): 2025-2039. DOI: <https://doi.org/10.1139/F09-116>
- BOENISH R, WILLARD D, KRITZER JP, REARDON K. 2020. Fisheries monitoring: perspectives from the United States. *Aquacult Fish.* 5 (3): 131-138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2019.10.002>
- CASAL G, SÁNCHEZ-CARNERO N, DOMÍNGUEZ-GÓMEZ JA, KUTSER T, FREIRE J. 2012. Assessment of AHS (Airborne Hyperspectral Scanner) sensor to map macroalgal communities on the Ria de Vigo and Ria de Aldan coast (NW Spain). *Mar Biol.* 159: 1997-2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00227-012-1987-5>
- CASTILLO R, GÓMEZ E, PAREDES F. 2000. Pesquería y biología de la anguila común *Ophichthus pacifici* (Gunther) en el Perú. *Inf Prog Inst Mar Perú.* 134. 19 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1168>.
- CEPEDA-CUERVO E, AGUILAR W, CERVANTES V, CORRALES M, DÍAZ I, RODRÍGUEZ D. 2008. Intervalos de confianza e intervalos de credibilidad para una proporción. *Rev Colomb Estad.* 31 (2): 211-228. <https://www.redalyc.org/pdf/899/89912222006.pdf>.
- COCHRAN WG. 1977. Sampling techniques. 3ra ed. Nueva York: John Wiley y Sons.
- COHEN J. 1960. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas.* 20 (1): 37-46.
- COHEN J. 1988. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2da ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates. <https://utstat.utoronto.ca/brunner/oldclass/378f16/readings/CohenPower.pdf>.
- COTTER AJR, COURSE G, BUCKLAND ST, GARROD C. 2002. A PPS sample survey of English fishing vessels to estimate discarding and retention of North Sea cod, haddock, and whiting. *Fish Res.* 55: 25-35. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00306-X](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00306-X)
- DUARTE D, CADRIN S. 2024. Review of methodologies for detecting an observer effect in commercial fisheries data. *Fish Res.* 274: 107000. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2024.107000>
- ELLIOTT VL, CHHENG P, SOPHORN UY, 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. 1997. Fisheries management. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. 4. 82 p. <https://fao.org/4/w4230e/w4230e00.htm>.
- [FAO] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1999. Guidelines for the routine collection of capture fishery data. FAO Fish Tech Pap. 382. <https://www.fao.org/4/X2465E/x2465e00.htm>.
- [FAO] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2005. Guidelines for designing data collection and sharing systems for co-managed fisheries. Part 2: technical guidelines. FAO Fish Tech Pap. 494/2. <https://openknowledge.fao.org/items/627064fb-5b85-4bbb-9c90-023191667373>.
- [FAO] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2019. Participatory monitoring and evaluation in marine protected areas: experiences from North and West Africa/Suivi et évaluation participatifs dans les aires marines protégées: expériences en Afrique du Nord et de l'Ouest. FAO Fisheries and Aquaculture Circular/Circulaire sur les pêches et l'aquaculture. 1173. 96 p. <https://openknowledge.fao.org/items/506ecfc2-cf0c-4965-8e4a-b1821d427329>.
- FERNÁNDEZ-CÁSSERES MA, RUSSI-PULGAR D. 2023. Categorical variable analyses: chi-square, Fish-

- er exact, Mantel-Haenszel. En: ELTORAI AEM, BAKAL JA, DEFRODA SF, OWENS BD, editores. Handbook for designing and conducting clinical and translational research, translational sports medicine. Academic Press. p. 151-156. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91259-4.00043-6>
- FRITZ CO, MORRIS PE, RICHLER JJ. 2012. Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *J Exp Psychol Gen.* 141 (1): 2-18. DOI: <https://doi.org/10.1037/a0024338>
- FULTON S, HERNÁNDEZ-VELASCO A, SUAREZ-CASTILLO A, FERNÁNDEZ-RIVERA MELO F, ROJO M, SÁENZ-ARROYO A, HUDSON WEAVER A, CUDNEY-BUENO R, MICHELI F, TORRE J. 2019. From fishing fish to fishing data: the role of artisanal fishers in conservation and resource management in Mexico. En: SALAS S, BARRAGÁN-PALADINES M, CHUENPAGDEE R, editores. Viability and sustainability of small-scale fisheries in Latin America and The Caribbean. MARE Publication Series. 19: 151-175. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-76078-0_7
- GALÁN J, CARBAJAL W, CASTAÑEDA J. 2007. La anguila *Ophichthus remiger* en aguas de las islas lobos de afuera, Lambayeque, durante el 2005. *Inf Prog Inst Mar Perú.* 34 (4): 281-294. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1839>
- GILMAN E, PEREZ RODA A, HUNTINGTON T, KENNELLY SJ, SUURONEN P, CHALOUPKA M, MEDLEY PAH. 2020. Benchmarking global fisheries discards. *Sci Reports.* 10: 14017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71021-x>
- GUTIÉRREZ TORERO M, ÑIQUEÑ CARRANZA M, PERALTILLA NEYRA S, HERRERA ALMIRÓN N. 2000. Las operaciones Eureka: una aproximación a la abundancia de anchoveta en el período 1966-1982. *Bol Inst Mar Perú.* 19 (1-2): 83-102. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/161/150>
- HENRIQUES NS, RUSSO T, ERZINI K, GONÇALVES JM. 2025. On the accuracy of self-reported data for fishing effort estimates-a case study from a polyvalent coastal fishery. *Fish Res.* 288: 107483. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2025.107483>
- HOARE D, GRAHAM N, SCHÖN P-J. 2011. The Irish Sea data enhancement project: comparison of self-sampling and national data-collection programmes-results and experiences. *ICES J Mar Sci.* 68: 1778-1784.
- HOUSE J, KLEIBER D, STEENBERGEN DJ, STACEY N. 2022. Participatory monitoring in community-based fisheries management through a gender lens. *Ambio.* 52 (2): 300-318.
- [IMARPE] INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2019. Aprobar la directiva observación técnica científica de Investigación a bordo de embarcaciones pesqueras. Resolución de Dirección Ejecutiva Científica N° 75-2019-IMARPE/DEC. <https://www.gob.pe/institucion/imarpe/normas-legales/292020-075-2019-imarpe-dec>
- [IMARPE] INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2020. La pesquería de anguila *Ophichthus remiger* en el norte del Perú y procecuines de pesca para el año 2021. Informe correspondiente al Oficio N° 1268-2020-IMARPE/DEC. Callao: IMARPE. <https://www.gob.pe/institucion/imarpe/informes-publicaciones/5355454-informe-correspondiente-al-oficio-n-1268-2020-imarpe-pcd>
- [IMARPE] INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2021a. La pesquería de anguila *Ophichthus remiger* en el norte del Perú y proyecciones de pesca para el año 2022. Informe correspondiente al Oficio N° 1050-2021-IMARPE-PCD. Callao: IMARPE. <https://www.gob.pe/institucion/imarpe/informes-publicaciones/3166056-informe-correspondiente-al-oficio-n-1050-2021-imarpe-pcd>
- [IMARPE] INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2021b. Programa de observadores a bordo de la flota industrial de cerco “Programa bitácoras de pesca” (PBP), pesquería del stock norte-centro de la anchoveta, reporte de la segunda temporada de pesca 2019. Callao: IMARPE. 23 p. https://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/reportes/imarpe_rtp_segunda_temporada_pesca_2019.pdf
- [IMARPE] INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2022a. Informe de la prospección biológica pesque-

- ra del recurso anguila *Ophichthus remiger*, entre los 03° 24' y 07° 00' S, del 17 al 22 de agosto del 2022-Operación anguila I. R. M. N° 266-2022-PRODUCE. Callao: IMARPE. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4576543/PRODUCE-DGPAPPA%20Informe%20prospecci%C3%B3n%20recurso%20anguila%20-%202021.09.2022.pdf?v=1684438937>.
- [IMARPE] INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2022b. La pesquería de anguila (*Ophichthus remiger*) en el norte del Perú durante el 2022 y proyecciones de pesca para el año 2023. Informe correspondiente al Oficio N° 1301-2022-IMARPE-PCD. Callao: IMARPE. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4069828/Informe%20de%20la%20pesquer%C3%ADa%20de%20anguila%20en%20el%20norte%20del%20Per%C3%BA.pdf?v=1674740147>.
- [IMARPE] INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2023a. Informe de la operación anguila II, extremo norte del dominio marítimo peruano y los 06° 30' S, 6 al 13 de junio de 2023. R. M. N° 184-2023-PRODUCE. Informe correspondiente al Oficio N° 888-2023-IMARPE/PCD. Callao: IMARPE. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4925166/Informe%20Operaci%C3%B3n%20Anguila%20II.pdf>.
- [IMARPE] INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2023b. La pesquería de anguila (*Ophichthus remiger*) en el norte del Perú durante el 2023 y proyecciones de pesca para el año 2024. Informe correspondiente al Oficio N° 1555-2023-IMARPE/PCD. Callao: IMARPE. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5828533/5171087-informe-de-la-pesqueria-de-anguila-y-proyecciones-de-pesca-2024.pdf?v=1707340845>.
- JENNINGS S. 2005. Indicators to support an ecosystem approach to fisheries. *Fish Fish.* 6 (3): 212-232.
- JENTOFT S. 2005. Fisheries co-management as empowerment. *Mar Policy.* 29 (1): 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2004.01.003>
- JOO R, GRADOS D, BOUCHON M, DÍAZ E. 2016. Tamaño óptimo de muestra del programa de observadores a bordo de la flota dirigida a la explotación de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*). *Rev Peru Biol.* 23 (2): 169-182.
- 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>
- LANDIS JR, KOCH GG. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 33: 159-174.
- LIGGINS GW, BRADLEY MJ, KENNELLY SJ. 1997. Detection of bias in observer-based estimates of retained and discarded catches from a multi species trawl fishery. *Fish Res.* 32 (2): 133-147.
- LIN KK, ARYA N, ANDERSON ST. 2024. Categorical variable analyses. En: BAKAL JA, HAGLIN JM, ABBODD J, CRISCO JJ, ELTORAI AEM, editores. *Translational orthopedics*. 1ra ed. Academic Press. p. 147-149.
- LITTLE LR, WAYTE SE, TUCK GN, SMITH ADM, KLAER N, HADDON M, PUNT AE, THOMSON R, DAY J, FULLER M. 2011. Development and evaluation of a CPUE-based harvest control rule for the southern and eastern scalefish and shark fishery of Australia. *ICES J Mar Sci.* 68 (8): 1699-1705. DOI: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr019>
- LØKKEBORG S, PINA T. 1997. Effects of setting time, setting direction and soak time on longline catch rates. *Fish Res.* 32 (3): 213-222.
- MACAYA VJ. 2023. Caracterización de la composición de la captura asociada a la pesquería de peces obtenida mediante el uso de espinel vertical en el archipiélago Juan Fernández (AJF), Chile [tesis de licenciatura]. Concepción: Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción. 48 p.
- MACDONALD P, ANGUS CH, CLEASBY IR, MARSHALL CT. 2014. Fishers' knowledge as an indicator of spatial and temporal trends in abundance of commercial fish species: megrim (*Lepidorhombus whiffiagonis*) in the northern

- North Sea. *Mar Policy*. 45: 228-239.
- MALDONADO R. 2025. Propuesta de un plan técnico para mitigar la pesca fantasma en la captura de anguila *Ophichthus remiger* (Valenciennes, 1842) en la zona norte del litoral peruano, 2023-2024. [tesis de licenciatura]. Piura: Facultad de Ingeniería Pesquera, Universidad Nacional de Piura. <https://hdl.handle.net/20.500.12676/6474>.
- MANDEVILLE CP, NILSEN EB, HERFINDAL I, FINSTAD AG. 2023. Participatory monitoring drives biodiversity knowledge in global protected areas. *Commun Earth Environ*. 4 (1): 240.
- MARTINA VÁSQUEZ JJ. 2018. Estimación del coeficiente de capturabilidad (q) y de la biomasa de anguila común (*Ophichthus remiger*) del norte de Perú mediante análisis geoestadístico de las densidades de captura. *An Cient*. 79 (1): 168-177. DOI: <https://doi.org/10.21704/ac.v79i1.1159>
- MENDO T, MENDO J, RANSIJN J M, GOMEZ I, GIL-KODAKA P, FERNÁNDEZ J, DELGADO R, TRAVEZAÑO A, ARROYO R, LOZA K, et al. 2022. Assessing discards in an illegal small-scale fishery using fisher-led reporting. *Rev Fish Biol Fish*. 32 (3): 963-974. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11160-022-09708-9>
- MION M, PIRAS C, FORTIBUONI T, CELIC I, FRANCESCHINI G, GIOVANARDI O, BELARDINELLI A, MARTINELLI M, RAICEVICH S. 2015. Collection and validation of selfsampled e-logbook data in a Mediterranean demersal trawl fishery. *Reg Stud Mar Sci*. 2: 76-86. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2015.08.009>
- MITROI V, AHI KC, BULOT PY, TRA F, DEROU-BAIX JF, AHOUTOU MK, QUIBLIER C, KONÉ M, COULIBALY JC, HUMBERT JF. 2020. Can participatory approaches strengthen the monitoring of cyanobacterial blooms in developing countries? Results from a pilot study conducted in the Lagoon Aghien (Ivory Coast). *PLoS ONE*. 15 (9): e0238832. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238832>
- NARDI D, BOZZINI A, MORGANTE G, GACCIONE A, FINOZZI V, BATTISTI A. 2023. Participatory ground data are complementary to satellite bark beetle detection. *Ann For Sci*. 80 (1): 46.
- [NOAA] NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION FISHERIES. 2020. NOAA fisheries issues emergency action to waive observer coverage on a case-by-case basis. Gobierno de los Estados Unidos. [consultado 15 septiembre 2025]. https://www.fisheries.noaa.gov/action/noaa-fisheries-issues-emergency-action-waive-observer-coverage-case-case-basis?utm_source=chatgpt.com.
- OKOYE K, HOSSEINI S. 2024. Wilcoxon statistics in R: signed-rank test and rank-sum test. R programming: statistical data analysis in research. Singapore: Springer Nature Singapore. p. 279-303.
- O'NEILL, MF, CAMPBELL AB, BROWN IW, JOHNSTONE R. 2010. Using catch rate data for simple cost-effective quota setting in the Australian spanner crab (*Ranina ranina*) fishery. *ICES J Mar Sci*. 67: 1538-1552. DOI: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq095>
- OULED-CHEIKH J, SANPERA C, BÉCARES J, ARCOS JM, CARRASCO JL, RAMÍREZ F. 2020. Spatiotemporal analyses of tracking data reveal fine-scale, daily cycles in seabird-fisheries interactions. *ICES J Mar Sci*. 77 (7-8): 2508-2517.
- POSIT PBC. 2024. RStudio (versión 2024.12.0+467) [entorno de desarrollo integrado]. <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>.
- 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
- [PRODUCE] MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. 2011. Decreto Supremo N° 13-2011-PRODUCE. Reglamento de ordenamiento pesquero del recurso anguila (*Ophichthus remiger*). Lima: PRODUCE. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/698159-5>.
- [PRODUCE] MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. 2021a. Resolución Ministerial N° 81-2021-PRODUCE: Autorizar al Instituto del Mar del Perú-IMARPE la ejecución de la pesca explor-

- toria del Recurso Anguila (*Ophichthus remiger*) con la participación de embarcaciones de menor escala por el período de vigencia del régimen provisional de extracción para el citado recurso, aprobado por Resolución Ministerial N° 453-2020-PRODUCE, en el área marítima comprendida entre los 04° 30' S y 06° 30' S, a efectos de obtener información biológica-pesquera que contribuya al aprovechamiento óptimo del Recurso Anguila. Lima: PRODUCE. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1720017/R.%20M.%20N%C2%BA%20081-2021-PRODUCE.pdf.pdf?v=1615292303>.
- [PRODUCE] MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. 2021b. Resolución Ministerial N° 392-2021-PRODUCE: Modifican la R. M. N° 81-2021-PRODUCE, que autorizó al IMARPE la ejecución de pesca exploratoria del recurso anguila con participación de embarcaciones de menor escala, por el período de vigencia del régimen provisional de extracción aprobado por R. M. N° 453-2020-PRODUCE. Lima: PRODUCE. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2013460-1>.
- [PRODUCE] MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. 2024a. Resolución Ministerial N° 374-2024-PRODUCE: Exposición de motivos Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Ordenamiento Pesquero del Recurso Anguila (*Ophichthus remiger*). Lima: PRODUCE. <https://www.gob.pe/institucion/produce/normas-legales/5989411-374-2024-produce>.
- [PRODUCE] MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. 2024b. Resolución Ministerial N° 3-2024-PRODUCE: Establecen el régimen provisional de extracción del recurso anguila para el año 2024. Lima: PRODUCE. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2250392-1>.
- [PRODUCE] MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. 2024c. Decreto Supremo N° 18-2024-PRODUCE: Reglamento de ordenamiento pesquero del recurso anguila (*Ophichthus remiger*). Lima: PRODUCE. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7325562/6254554-d-s-n-018-2024-produce%282%29.pdf?v=1734119484>.
- [PRODUCE] MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. 2024d. Ficha técnica de anguila período 2024. Lima: PRODUCE, Oficina de Estudios Económicos (OEE). https://www.producempresarial.pe/wp-content/uploads/2025/02/246-Ficha-Recurso-Anguila_Ano-2024.pdf.
- PUNT AE, BUTTERWORTH DS, DE MOOR CL, DE OLIVEIRA JA, HADDON M. 2014. Management strategy evaluation: best practices. *Fish Fish.* 17 (2): 303-334.
- RADINGER J, BRITTON JR, CARLSON SM, MAGURAN AE, ALCARAZ-HERNÁNDEZ JD, ALMODÓVAR A, BENEJAM L, FERNÁNDEZ-DELGADO C, NICOLA G, OLIVA-PATERNA F, et al. 2019. Effective monitoring of freshwater fish. *Fish Fish.* 20 (4): 729-747. DOI: <https://doi.org/10.1111/faf.12373>
- RAMOS CL. 2024. Programa de observadores de campo en la pesca artesanal del Instituto del Mar del Perú [tesis de licenciatura]. Pisco: Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos, Universidad Nacional de San Luis Gonzaga. 81 p.
- R CORE TEAM. 2024. R: A language and environment for statistical computing (versión 4.5.0) [software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.
- REIS-FILHO JA. 2023. The participatory actions of artisanal fishers reveal spatial-temporal trends of seahorse catches as basis for future management. *Fish Sci.* 89 (3): 317-329. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12562-023-01677-7>
- 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>
- ROBERSON LA, KISZKA JJ, WATSON JE. 2019. Need to address gaps in global fisheries observation. *Conserv Biol.* 33 (4): 966-968. DOI: <https://doi.org/10.1111/cobi.13265>
- ROBINSON J, GRAHAM NAJ, CINER JE, ALMANY

- GR, WALDIE P. 2014. Fish and fisher behaviour influence the vulnerability of groupers (Epinephelidae) to fishing at a multispecies spawning aggregation site. *Coral Reefs*. 34: 371-382. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00338-014-1243-1>
- ROMAN S, JACOBSON N, CADRIN SX. 2011. Assessing the reliability of fisher self-sampling programs. *N Am J Fish Manage*. 31 (1): 165-175. DOI: <https://doi.org/10.1080/02755947.2011.562798>
- ROSENTHAL R, RUBIN DB. 1989. Effect size estimation for one-sample multiple-choice-type data: design, analysis, and meta-analysis. *Psychol Bull*. 106 (2): 332-337. DOI: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.106.2.332>
- SAI GLOBAL. 2020. Pesca de anguila (*Ophichthus remiger*) en el norte del Perú entre las regiones de Tumbes a Piura. Informe de pre evaluación. https://fisheryprogress.org/system/files/documents_assessment/Preevaluacion%20%20Pesca%20Anguila%20Comun%20%20Norte%20de%20Peru_Spanish.pdf.
- SILVANO RAM, HALLWASS G. 2020. Participatory research with fishers to improve knowledge on small-scale fisheries in tropical rivers. *Sustainability*. 12 (11): 4487.
- TOMCZAK M, TOMCZAK E. 2014. The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends Sport Sci*. 1 (21): 19-25.
- VAN HELMOND ATM, MORTENSEN LO, PLET-HANSEN KS, ULRICH C, NEEDLE CL, OESTERWIND D, KINDT-LARSEN L, et al. 2019. Electronic monitoring in fisheries: lessons from global experiences and future opportunities. *Fish Fish*. 20 (3): 1-28. DOI: <https://doi.org/10.1111/faf.12425>
- VILLASEÑOR E, PORTER-BOLLAND L, ESCOBAR F, GUARIGUATA MR, MORENO-CASASOLA P. 2016. Characteristics of participatory monitoring projects and their relationship to decision-making in biological resource management: a review. *Biodivers Conserv*. 25: 2001-2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1184-9>
- WILSON EB. 1927. Probable inference, the law of succession, and statistical inference. *J Am Statist Assoc*. 22 (158): 209-212. DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1927.10502953>

APÉNDICE

Tabla A1. Documentos y materiales de soporte de los sistemas de monitoreo implementados por la flota asociada a la Asociación Peruana de Productores de Anguila (APPA). SOB: Sistema de Observadores a Bordo. SBP: Sistema de Bitácoras de Pesca.
Table A1. Documents and supporting materials of the monitoring systems implemented by the fleet associated with the Peruvian Association of Eel Producers (APPA). SOB: Onboard Observer System. SBP: Fishing Logbook System.

Documentos y materiales de soporte	SBP-anguila	SOB-anguila
Procedimiento para el seguimiento de la pesquería por la APPA	x	x
Protocolo de registro de la bitácora de pesca y muestreo realizado por el observador a bordo de la flota de la APPA		x
Protocolo de registro de la bitácora de pesca realizada por pescadores a bordo de la flota de la APPA	x	
Manual de muestreo y registro a bordo de la pesquería de anguila del norte del Perú	x	
Instructivo para la sistematización y digitalización de las bitácoras de pesca de la APPA	x	x
Guía de identificación de las especies que interactúan en la pesquería de anguila del norte del Perú	x	x
Formato de muestreo biométrico de la APPA		x
Bitácora de pesca de anguila para el observador a bordo		x
Bitácora de pesca de anguila para pescadores	x	

Tabla A2. Resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk. SOB: Sistema de Observadores a Bordo. SBP: Sistema de Bitácoras de Pesca.

Table A2. Results of the Shapiro-Wilk normality test. SOB: Onboard Observer System. SBP: Fishing Logbook System.

Variables	SBP-anguila valor p	SOB-anguila valor p
Volumen de captura por lance (kg)	2,18E-10	1,31E-10
Número de trampas usadas por lance (trampas)	3,56E-26	1,03E-22
CPUE por lance (kg trampas ⁻¹)	1,29E-08	2,24E-09
Anguila total descartada por lance (kg)	1,34E-28	3,72E-29
Anguila descartada viva por lance (kg)	1,94E-30	7,03E-31
Anguila descartada muerta por lance (kg)	7,35E-26	1,04E-25
Volumen total de captura incidental por lance (kg)	6,73E-23	1,32E-23
Volumen de carnada usada por lance (kg)	1,00E-07	1,67E-09

Tabla A3. Resultados de la concordancia y asociación de registros de juveniles entre SOB-anguila y SBP-anguila.
Table A3. Results of the concordance and association of juvenile records between SOB-eel and SBP-eel.

	N	Fisher test	Kappa de Cohen		Concordancia global
		valor p	Kappa	valor p	
Captura por lance (kg)	389	2,200E-16	0,44	0	67,35

