

ARTÍCULO

La pesquería con arpón de peces picudos (Xiphiidae e Istiophoridae) en El Ñuro, Perú: Bases de una pesquería olvidada

The harpoon fishery for billfishes (Xiphiidae and Istiophoridae) from El Ñuro, Perú:
Basis of a forgotten fishery

Andrea Pazos-Niño de Guzmán^{1,2*}, Eliana Alfaro-Córdova^{1,2}, Joanna Alfaro-Shigueto^{1,2,3}, Jannyna Mires-Rojas^{1,2} y Jeffrey C. Mangel^{2,3}

¹Carrera de Biología Marina, Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Universidad Científica del Sur, Panamericana Sur, km 19, Lima, Perú

²ProDelphinus, José Gálvez 780-E, Lima 18, Perú

³Centre for Ecology and Conservation, School of Biosciences, University of Exeter, Cornwall Campus, Penryn, Cornwall TR10 9EZ, United Kingdom

*Autor corresponsal: apazosndg@gmail.com

Abstract.- Harpoon fishing is an ancestral method of high selectivity, displaced in recent years by more mechanized gears in order to maximize catches. However, in some parts of the world this practice is still used to catch billfishes. Reports on harpoon fishing are scarce and in Peru, the most recent record dates to 1999. The aim of this study was to provide basic information on the harpoon fishery targeting billfishes, based on monthly landing observations during 2019 in El Ñuro, Piura. Four of the five billfish species known to occur in Peru were registered: *Xiphias gladius*, *Kajikia audax*, *Makaira nigricans* and *Istiompax indica*. Of these, swordfish (*X. gladius*) comprised 95% of total registered landings in terms of abundance. Higher landings were reported during the cold season (May-November), with peaks in July and August, when the effective catch per unit effort of swordfish reached maximum values (>0.15 ind.hfp⁻¹). At least 96% of registered specimens of *X. gladius* were categorized as adults. Our conclusions are that the harpoon fishery in El Ñuro had an evident fishing season during winter 2019, it was mainly composed by *X. gladius* and showed a great selectivity in caught sizes. Further detailed studies will be necessary to evaluate options to ensure its sustainability over time.

Key words: Swordfish, marlins, landings, species composition, CePUE

Resumen.- La pesca con arpón es un método ancestral de alta selectividad, desplazado en los últimos años por aparejos mecanizados que han logrado maximizar las capturas. A pesar de ello, en algunas partes del mundo, se sigue empleando esta práctica para la captura de grandes pelágicos como los peces picudos. Los reportes de la pesquería con arpón son cada vez más escasos y en el Perú, el último registro de desembarques de picudos capturados con arpón se remonta al año 1999. El objetivo de este estudio fue proveer información de base sobre esta pesquería en la caleta El Ñuro, a partir de muestreos mensuales de desembarques durante el 2019. Cuatro de las cinco especies reportadas para el Perú fueron registradas: *Xiphias gladius*, *Kajikia audax*, *Makaira nigricans* e *Istiompax indica*. De estas, el pez espada (*X. gladius*) compuso el 95% de los desembarques en términos de abundancia. Durante la temporada fría (mayo-noviembre) se reportaron los mayores desembarques, con picos en la captura efectiva por unidad de esfuerzo entre julio y agosto ($>0,15$ ind.hfp⁻¹). Al menos el 96% de los individuos de *X. gladius* desembarcados fueron considerados adultos. Se concluye que la pesquería con arpón en El Ñuro tuvo una marcada temporada de pesca durante el invierno 2019, estuvo compuesta sobre todo por *X. gladius* y presentó gran selectividad en función a las tallas capturadas. Se precisa de estudios complementarios más detallados en el Norte del Perú con la finalidad de evaluar las opciones más adecuadas que aseguren su sostenibilidad en el tiempo.

Palabras clave: Pez espada, merlines, desembarques, composición de especies, CePUE

INTRODUCCIÓN

La pesca artesanal en el Perú representa el principal sustento para el consumo humano directo de productos hidrobiológicos, con un total de 67.427 pescadores y 17.920 embarcaciones operando en todo el litoral (Castillo *et al.* 2018). Para el 2012, los niveles de desembarque sobrepasaron el millón de toneladas destinados a mercados locales principalmente (Marín-Soto *et al.* 2017). Este sector se caracteriza por emplear distintos métodos de

pesca, así como también, por ser flexible en función a la disponibilidad de recursos, que varían espacial y temporalmente en el medio (Wosnitza-Mendo 1992, Marín-Soto *et al.* 2017). Dentro de estos recursos, se encuentran grandes pelágicos como los peces picudos: Pez espada *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, única especie perteneciente a la familia Xiphiidae, y el merlín azul *Makaira nigricans* Lacepède, 1802, el merlín negro *Istiompax indica* (Cuvier, 1832), el merlín rayado *Kajikia*

audax (Philippi, 1887) y el pez vela *Istiophorus platypterus* (Shaw, 1792) (Estrella *et al.* 1999, Carbajal *et al.* 2010), pertenecientes a la familia Istiophoridae. El mayor registro de captura corresponde al pez espada, tanto en el Perú, con 1.434 toneladas (t) durante el 2015 (PRODUCE 2020)¹, como en toda la región del Pacífico oriental con 30.970 t durante el 2016 (CIAT 2019).

Con respecto a los desembarques de las otras especies de picudos, durante el periodo 2000-2018, a pesar de que el pez vela no alcanzó las 200 t anuales en promedio; en los años 2011 y 2012 se superaron las 1.963 y 1.884 t, respectivamente (PRODUCE 2020). Para el mismo periodo, el desembarque anual promedio de los merlines (sin disgregación por especie), no superó las 350 t; no obstante, durante el 2014, se registró un pico de mayores capturas con 1.419,9 t (PRODUCE 2020). Además, estos merlines han sido registrados tanto como captura incidental por diferentes flotas (Pellón & Cárdenas 2014, IMARPE 2016, 2018; Treviño *et al.* 2016), como en desembarques por pesca artesanal en la zona norte del país (Carbajal *et al.* 2010, IMARPE 2017), sugiriendo que esta actividad pesquera se ha mantenido a pesar de la prohibición en el Perú sobre los merlines y pez vela desde el 2008 (DS 9-2008-PRODUCE)².

La red de enmalle para pelágicos mayores, y en menor proporción, el espinel de superficie, son los artes de pesca responsables de la mayoría de los desembarques de picudos en el Perú (Marín-Soto *et al.* 2017). No obstante, otros métodos como el cerco, la pinta (cordel o hilo monofilamento de 100 a 150 m con anzuelo en su extremo, Marín-Soto *et al.* 2017) y el arpón también han sido utilizados para su captura, aunque con una contribución menor al porcentaje total de desembarques (IMARPE 2013³, CIAT 2018).

A diferencia de las principales artes de pesca, el arpón se caracteriza por la alta selectividad que presenta en función a los nulos registros de pesca incidental (Seafood Watch 2017). Además, las tallas reportadas en esta pesquería han sido superiores a las obtenidas por otros métodos de pesca (Coan *et al.* 1998, Hanke *et al.* 2012). El uso del arpón en el Perú data desde los 10.000 a. C. (Lumbreras *et al.* 2008), prevaleciendo en el tiempo como método de pesca también durante la época prehispánica e incaica (conocido también

como “fisgas”) (Garcilaso de la Vega 1609). Asimismo, fue este tipo de pesca la que condujo a que Perú tuviera una de las mayores pesquerías del pez espada en Latinoamérica alrededor de los años 1940's y 1950's (Weidner & Serrano 1997). En la actualidad, el arpón se sigue utilizando para la captura de grandes pelágicos en la costa norte del Perú (Castillo *et al.* 2018) contribuyendo con un 0,09% a las capturas totales por pesca artesanal (IMARPE 2013³, DS 021-2016-PRODUCE)⁴.

Con respecto al uso de este arte en la pesca de peces picudos, la información disponible sugiere que esta práctica se habría dado específicamente en la costa norte del Perú y habría sufrido un declive después de 1970, posiblemente por temas socioeconómicos (Weidner & Serrano *et al.* 1997). Aun así, registros de las últimas décadas habrían reportado picos en las capturas del pez espada, durante enero y febrero para 1968 y los 1980's (Weidner & Serrano 1997).

Por otro lado, Estrella & Guevara-Carrasco (1998) y Estrella *et al.* (1999) reportaron para esta pesca, además de la captura del pez espada, también la del pez vela, merlín azul y merlín rayado, durante 1997 y 1999. Sin embargo, no se cuenta con datos completos ni actualizados sobre la dinámica de esta pesquería en los últimos 20 años.

El Ñuro es uno de los puntos de desembarque donde se ha reportado la captura de peces picudos con arpón (Estrella *et al.* 1999). Esta localidad se caracteriza también por realizar sus actividades pesqueras en veleros artesanales (Castillo *et al.* 2018), manteniendo prácticas tradicionales transmitidas de generación en generación. Por este motivo, el objetivo del presente estudio fue contribuir con información general de esta pesquería de peces picudos mediante el empleo de arpón. Específicamente al: (1) estimar la composición de la captura por especies, (2) describir la variación mensual de los desembarques, (3) calcular la captura efectiva por unidad de esfuerzo (CePUE) de las especies más desembarcadas y (4) estimar la distribución de tallas de las principales especies capturadas durante el 2019, con el propósito de incrementar el conocimiento de esta pesca tradicional en El Ñuro.

¹PRODUCE. 2020. Solicitud acceso a la información pública: Desembarque histórico anual de los peces picudos: pez espada, merlín negro, merlín azul y pez vela por punto de desembarque. Ministerio de la Producción, Lima. [CARTA No 00000596-2020-PRODUCE/FUN.RES.ACC.INF]

²DECRETO SUPREMO N° 009-2008. PRODUCE. Medidas de carácter precautorio con relación a la actividad extractiva de los grandes pelágicos “picudos”. El Peruano, Diario Oficial, 4 abril, 2008, N° 10189.

³IMARPE. 2013. Opinión sobre uso del arpón como Aparejo de Pesca en la Actividad de la Pesca Artesanal. Instituto del Mar del Perú, Callao. [Oficio N° DEC-100-261-2013-PRODUCE/IMP – IMARPE]

⁴DECRETO SUPREMO N° 021-2016. PRODUCE. Medidas de ordenamiento para la pesquería del recurso tiburón. El Peruano, Diario Oficial, 2 noviembre 2016, N° 603275.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en el punto de desembarque del centro poblado El Ñuro, departamento de Piura (4°13'01"S, 81°10'35"O) durante el 2019 (Fig. 1). Esta comunidad pesquera se ubica en la costa norte del Perú, donde además de la pinta con anzuelo y espinel de fondo como principales métodos de pesca (Castillo *et al.* 2018), se utiliza el arpón para la captura de grandes pelágicos como los peces picudos. Estas prácticas tradicionales, junto al uso de embarcaciones a vela, ha sido reconocida como Patrimonio Cultural de la Nación por el mantenimiento de las culturas pesqueras ancestrales (Resolución Viceministerial N° 117-2018-VMPCIC-MC)⁵. Actualmente, según información proporcionada por la administración del muelle, se cuenta con 174 embarcaciones registradas en El Ñuro, de las cuales entre 70 a 100 salen a pescar diariamente. La mayoría de estas embarcaciones, miden menos de 10 m de eslora y cuentan con modificaciones estructurales para el uso

del arpón a bordo. Es así, como se combina la pesca de especies como el atún (*Thunnus albacares*), jurel (*Trachurus murphy*) y merluza (*Merluccius gayi*) con sus respectivos artes de pesca (líneas con anzuelo o "pinta" y espinel de profundidad), con la captura de peces picudos mediante el uso del arpón, siendo los meses comprendidos entre mayo y noviembre, los de mayor incidencia de estas especies según lo indicado por los pescadores y comerciantes de la zona.

ARTE DE PESCA

El arpón utilizado en El Ñuro consta de una vara de madera (llamada también "asta") de poco más de 3 m, empalmada, por un extremo, a una varilla de metal de 1 m (conocida también como "pin"), la cual posee una punta fina donde calza la punta de bronce (arpón). Al mismo tiempo, el arpón se une a un alambre inoxidable de 2 m, el cual se amarra a una línea o cabo de aproximadamente 400 m que une el arpón con la vara cuando este se suelta al atravesar al animal. Esta herramienta usualmente se encuentra en la mayoría de las embarcaciones en todo momento.

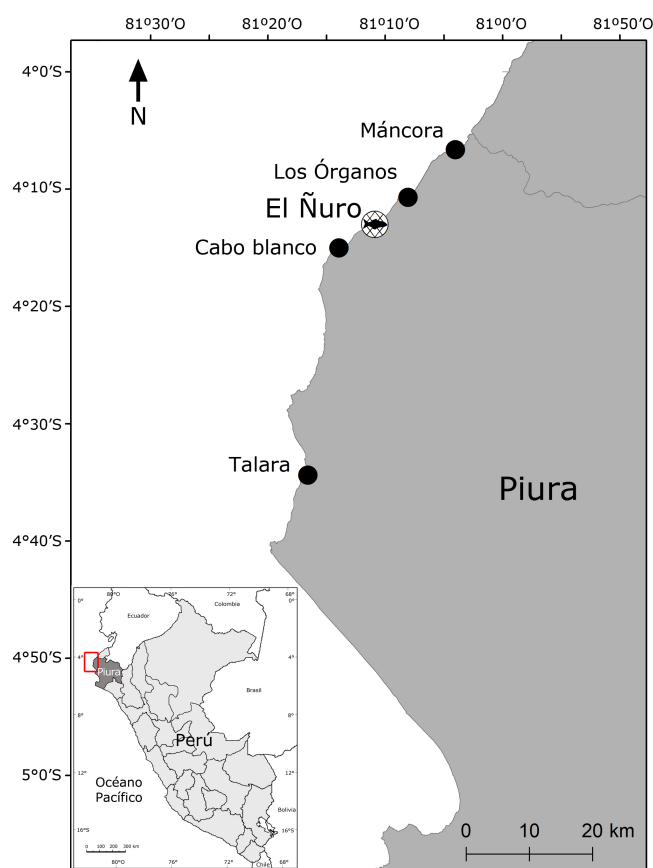


Figura 1. Área de estudio. Lugar de desembarque monitoreado en el muelle de El Ñuro ubicado en el Departamento de Piura, costa norte del Perú / Study area. Landing point monitored in El Ñuro dock located on Department of Piura, north coast of Peru

⁵Resolución Viceministerial N° 117-2018-VMPCIC-MC. 2018. Ministerio de Cultura. Declaran Patrimonio Cultural de la Nación a los conocimientos, saberes y prácticas asociadas a la navegación y pesca tradicional con veleros artesanales en las caletas de Cabo Blanco y El Ñuro en la provincia de Talara, Departamento de Piura, 31 julio 2018. El Peruano, Diario Oficial.

FAENA DE PESCA

Durante la temporada de pesca de los peces picudos, las faenas suelen empezar entre las 03:00-05:00 h. La embarcación se dirige hacia la zona de pesca donde suelen avistar picudos (usualmente frente a Máncora, Órganos, El Ñuro o Cabo Blanco) empleando una vela artesanal cuando el viento se lo permite. Luego de aproximadamente 5 a 6 h de navegación, llegan a la zona de pesca (a 10 o 15 millas náuticas de la costa) y es a partir de ahí donde empieza la pesquisa de estos animales. Los peces picudos se avistan sobre la superficie del agua al exponer las aletas dorsales y caudales. En algunos casos, es posible visualizar su sombra o salto. Tras el avistamiento, la tripulación se organiza. La embarcación se aproxima hacia el animal mediante las indicaciones del pescador responsable de emplear el arpón, quien se posiciona sobre la rampa sobresaliente en la proa. El arpón es lanzado con precisión sobre el cuerpo del animal una o dos veces. Posteriormente, el ejemplar puede ser subido a cubierta o, amarrado a un lado de la embarcación durante el regreso a muelle. Finalmente, en el desembarcadero, el animal es eviscerado y pesado para ser entregado al intermediario (P. Gonzáles, com pers.).

COLECTA DE DATOS

La información correspondiente a la pesquería de peces picudos con arpón fue registrada por dos observadoras en el punto de desembarque durante 5 días cada mes, desde enero a diciembre del 2019. En esta localidad, las embarcaciones monitoreadas solían empezar sus faenas en horas de la mañana, para retornar en horas de la tarde o noche, por este motivo, el registro está determinado en un rango entre las 13:00 y 21:00 h, diariamente. Cabe resaltar que aproximadamente el 90% de los individuos llegaron a muelle completos y sin eviscerar. Sin embargo, también se observó que, en menor cantidad (10%), eran desembarcados sin cabeza ni aletas.

Cada observador colectó información acerca de los viajes de pesca que desembarcaban las especies de interés (*i.e.*, distancia aproximada a la costa de las capturas, arte de pesca utilizado, número de tripulantes, pesca objetivo, hora de partida y hora de arribo) mediante encuestas realizadas a los pescadores que capturaron dichos individuos.

Las especies fueron identificadas mediante el uso de la guía de identificación de peces picudos de la Comisión del Atún del Océano Índigo (IOTC 2012) basándose en las aletas pectorales, posición de segunda aleta dorsal y segunda aleta anal. En adición, se colectó información morfométrica de cada espécimen desembarcado completo (con cabeza y sin eviscerar). Se tomaron medidas morfométricas basadas en la Longitud Mandíbula inferior-

Horquilla (LMH) de acuerdo con lo propuesto por Rivas (1956). Asimismo, se registró el peso del lomo (kg) de aquellos individuos desembarcados y pesados en el muelle.

ANÁLISIS DE DATOS

La composición por especies fue estimada calculando el porcentaje correspondiente a la abundancia de cada especie, en función al total de especímenes desembarcados. Para estimar la variación mensual de estos desembarques en términos de abundancia, se consideró para el conteo, a todos los ejemplares de peces picudos que llegaban a muelle, incluidos los eviscerados.

Tomando como base las preferencias de temperatura del pez espada en el Pacífico ecuatorial (14,57 a 22,83 °C, Boyce 2004), los datos fueron agrupados estacionalmente en temporada fría y temporada cálida, según el reporte de la temperatura normal mensual de la localidad de Piura y reportes mensuales de temperatura superficial del mar (TSM) en la zona, durante el año de estudio (IMARPE 2019, SENAMHI 2020⁶). En este sentido, aquellos meses con temperatura ambiente promedio mínima menor a 20 °C y registros de TSM menor o igual a 22 °C fueron catalogados en este estudio como “meses fríos”, mientras que aquellos con temperaturas mayores a las mencionadas, se consideraron como “meses cálidos”.

Con la finalidad de establecer un indicador de monitoreo para esta pesquería local, se estimó la captura efectiva por unidad de esfuerzo (CePUE, también conocida como LPUE “*Landing per unit effort*”). Este cálculo se realizó en escala mensual y estacional solo para el caso del pez espada, considerando que fue la especie con mayor cantidad de datos registrados. Diversos autores han utilizado los días efectivos de pesca como unidad de esfuerzo para esta pesquería (Di Natale *et al.* 2005, Romeo *et al.* 2011, 2015; Akyol & Ceyhan 2014). Sin embargo, dado que la duración de las faenas monitoreadas en este estudio fue menor a las 24 h, serán las horas invertidas, aquellas tomadas como unidad de esfuerzo, bajo la denominación de “horas fuera de puerto” (hfp).

Este índice (CePUE) fue calculado incluyendo únicamente la información de los viajes en los que se capturó y desembarcó algún ejemplar de la especie (sin considerar aquellos viajes en los que no hubo captura de los mismos, ya que el muestreo en el presente estudio se realizó desde el desembarcadero y no todas las embarcaciones llegaban) (Kasuya 1978), en base al total de individuos capturados entre la duración de cada viaje de pesca, en horas. De esta manera, la CePUE se reporta en individuos por hora fuera de puerto (ind.hfp⁻¹).

⁶SENAMHI. 2020. Temperatura promedio Piura. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Ministerio del Ambiente, Lima. <<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=piura&p=pronostico-detalle>>

Para analizar las capturas registradas durante la temporada fría en base a diferentes covariables, entendiendo el grado de influencia de estas, se aplicó un modelo lineal generalizado (GLM) con distribución de Poisson debido a la naturaleza de los datos, la cual correspondía a conteos y no presentaba sobre dispersión (Zuur *et al.* 2009). Para este modelo, el esfuerzo (horas fuera de puerto) se tomó como *offset*, la captura en cada viaje fue la variable respuesta y tanto la distancia de captura en relación a la costa (millas náuticas), como los meses fueron incorporados como variables explicativas. Se comprobó el ajuste del modelo mediante el análisis de dispersión y se realizaron las pruebas de hipótesis para determinar los efectos de cada variable (Zuur *et al.* 2009). Todos los análisis se realizaron en el programa RStudio versión 4.1.0 (RStudio Team 2021) entorno de desarrollo integrado para el programa R (R Core Team 2021).

Se estimó la estructura por tallas del pez espada en base a la frecuencia total y se calculó la talla media mensual y la desviación estándar durante la temporada fría. En ambos casos se utilizó la LMH. Asimismo, para establecer el porcentaje aproximado de individuos adultos desembarcados, se utilizó como referencia la talla media de primera madurez (L_{50}) propuesta por Zárate (1997) para el Pacífico suroriental. Considerando que el presente estudio no evaluó la composición por sexos, se calculó el porcentaje de individuos maduros bajo dos asunciones: Todos los organismos desembarcados eran machos (L_{50} : 152 cm LMH) y todos los organismos desembarcados eran hembras (L_{50} : 165 cm LMH).

Adicionalmente, para calcular el peso capturado durante los días de muestreo, se estimó el peso total (PT) del pez espada en base a la LMH de los individuos medidos, de acuerdo con la ecuación descrita por Chong & Aguayo (2009) para sexos combinados en el Pacífico suroriental:

$$PT = 6,5 \cdot 10^{-6} \cdot LMH^{3,134}$$

RESULTADOS

Durante el periodo de muestreo, se registraron 335 viajes de pesca que desembarcaron peces picudos a lo largo del año. Julio (n= 93) y agosto (n= 137) fueron los meses donde se registraron la mayor cantidad de ellos, seguido de septiembre (n= 45), junio (n= 18), octubre (n= 15) y mayo (n= 6). Los demás meses registraron de uno a cuatro viajes que desembarcaron el recurso. Estos se realizaron a diario,

todos en embarcaciones a vela y con una duración de 12,4 ± 0,7 horas en promedio, empleando el arpón como método de pesca de estos grandes pelágicos. La tripulación estuvo compuesta por 1 a 4 personas; sin embargo, la mayoría de los viajes (44,4%) se llevaba a cabo con 3 tripulantes. Las características de las faenas de pesca se muestran en la Tabla 1.

Las especies objetivo y, por ende, los aparejos de pesca acompañantes al arpón cambiaron mensualmente a lo largo del año, siendo el periodo comprendido entre julio a octubre, los meses en los que la actividad pesquera se dirigió exclusivamente a los peces picudos. En junio, el 50% de los viajes tuvo como pesca objetivo a este grupo, mientras que la otra mitad se dirigió al tuno (*T. albacares*). El resto del año, los viajes de pesca estuvieron dirigidos principalmente a la merluza (*M. gayi*) y en menor proporción al tuno (*T. albacares*) y jurel (*T. murphy*).

Se registró un total de 369 ejemplares desembarcados, pertenecientes a 4 de las 5 especies de picudos que se han reportado en el Perú. *Xiphias gladius* fue la más abundante, representando el 95% del total, seguido por *Kajikia audax* con el 3%. El desembarque de *Makaira nigricans* e *Istiompax indica* fue mínimo (Tabla 2). La relación entre los desembarques del pez espada y las otras especies de picudos reportados, fue de 18,4:1.

El pez vela, *Istiophorus platypterus*, no se registró durante el periodo de muestreo; sin embargo, no se descarta la posibilidad de su desembarque durante los días no monitoreados.

Tanto el peso del tronco (sin cabeza ni aletas) del 27% (n= 101) de los 369 individuos registrados como el peso total estimado para el pez espada se muestran en la Tabla 3.

Tabla 1. Características de la faena de pesca de los viajes que desembarcaron peces picudos con arpón en El Ñuro durante el 2019 / Characteristics of the fishing operations of trips that landed billfishes in El Ñuro during 2019

Ítem	Media ± D.E.	Mín	Máx	Moda
Duración de la faena (horas)	12,4 ± 0,07	5	17	12
Distancia a la costa de captura (millas náuticas)	16,8 ± 7,00	3	40	15

D.E.: Desviación estándar. Mín: Mínimo. Máx: Máximo

Tabla 2. Composición de especies y estadística descriptiva de las tallas (LMH) de peces picudos desembarcados en El Ñuro durante el 2019 / Species composition and descriptive statistics of the sizes (LMH) of billfish landed in El Ñuro during 2019

Especie	Abundancia (n)	Composición (%)	n medido	Mín. (cm)	Máx. (cm)	Media ± D.E. (cm)
<i>Makaira nigricans</i>	4	1	2	267	295	281,0 ± 19,8
<i>Istiompax indica</i>	2	1	2	266	276	271,0 ± 7,1
<i>Kajikia audax</i>	13	3	7	168	237	214,7 ± 26,3
<i>Xiphias gladius</i>	350	95	295	123	300	215,6 ± 29,5

D.E.: Desviación estándar. Mín: Mínimo. Máx: Máximo

Tabla 3. Estadística descriptiva del peso del tronco y peso total (kg) estimado de los peces picudos desembarcados en El Ñuro / Descriptive statistics of the trunk and estimated total weight (kg) of the billfish landed in El Ñuro

Especie	Peso	Total (kg)	Media ± D.E.	Mín	Máx	n
<i>Makaira nigricans</i>	Tronco	663	165,75 ± 44,61	112	215	4
<i>Istiompax indica</i>	Tronco	120,9	-	-	-	1
<i>Kajikia audax</i>	Tronco	363	36,3 ± 10,97	24	55	10
<i>Xiphias gladius</i>	Tronco	8589,95	99,88 ± 46,30	13	239	86
<i>Xiphias gladius</i>	Total	41862,5	142 ± 59,90	23,05	376,9	295

D.E.: Desviación estándar. Mín: Mínimo. Máx: Máximo

Durante la temporada fría se reportó una mayor abundancia promedio de individuos desembarcados por mes, alcanzando valores máximos en los meses de julio y agosto (Fig. 2a). No obstante, la relación de desembarques entre el pez espada y los merlines fue de 28,5:1; mientras que en la temporada cálida fue de 1:1. A excepción de diciembre, se registró al pez espada en todos los meses del año, siendo la especie con mayores desembarques entre enero y octubre (entre el 50 y 100% de los desembarques mensuales monitoreados). En noviembre y diciembre, los pocos desembarques (6 individuos) correspondieron más al merlín rayado (66,6%) (Fig. 2b).

La captura efectiva por unidad de esfuerzo fue calculada en base al 70% de los viajes monitoreados ya que esta información dependía de las encuestas realizadas. La CePUE varió entre 0,06 a 0,22 ind.hfp⁻¹ a lo largo del año. Durante la temporada cálida, los cuatro viajes registrados para el cálculo de este índice reportaron una CePUE entre 0,075 a 0,10 ind.hfp⁻¹. En la Figura 3 se observa que la CePUE fue más variable durante los meses de mayo a noviembre, llegando a valores mayores a 0,15 ind.hfp⁻¹. La media mensual de la CePUE a lo largo del año alcanzó su máximo valor en el mes de enero (0,1 ind.hfp⁻¹), y el mínimo en abril (0,07 ind.hfp⁻¹).

El promedio y mediana de la temporada cálida fue de 0,093 ± 0,01 y 0,098 ind.hfp⁻¹; mientras que en la temporada fría fue de 0,091 ± 0,03 y 0,082 ind.hfp⁻¹.

Por otro lado, el modelo resultante para el análisis de las capturas fue:

$$\text{Capturas} \sim \text{Mes} + \text{distancia a la costa} + \text{offset(hfp)}$$

El modelo fue validado (N= 215, Desviación de residuales= 400,94, AIC= 859,95), demostrando la influencia de los meses (GLM, valor-F= 17,47; $P < 0,05$) y la distancia a la costa (GLM, valor-F= 4,71; $P < 0,05$) sobre las capturas registradas. A escala temporal, la media de los meses de mayo y julio serían significativamente diferentes a agosto, setiembre y octubre ($P < 0,05$) (GLM, $P < 0,05$, g.l. 208). El mes de noviembre no se incluyó en este análisis por presentar un solo dato.

Con respecto a los datos morfométricos, el 83% del total de ejemplares desembarcados y el 84% de peces espada, fueron medidos (Tabla 2). Los análisis de frecuencias de tallas del merlín negro, merlín azul y merlín rayado no se presentan debido a la baja abundancia de estos a lo largo del estudio.

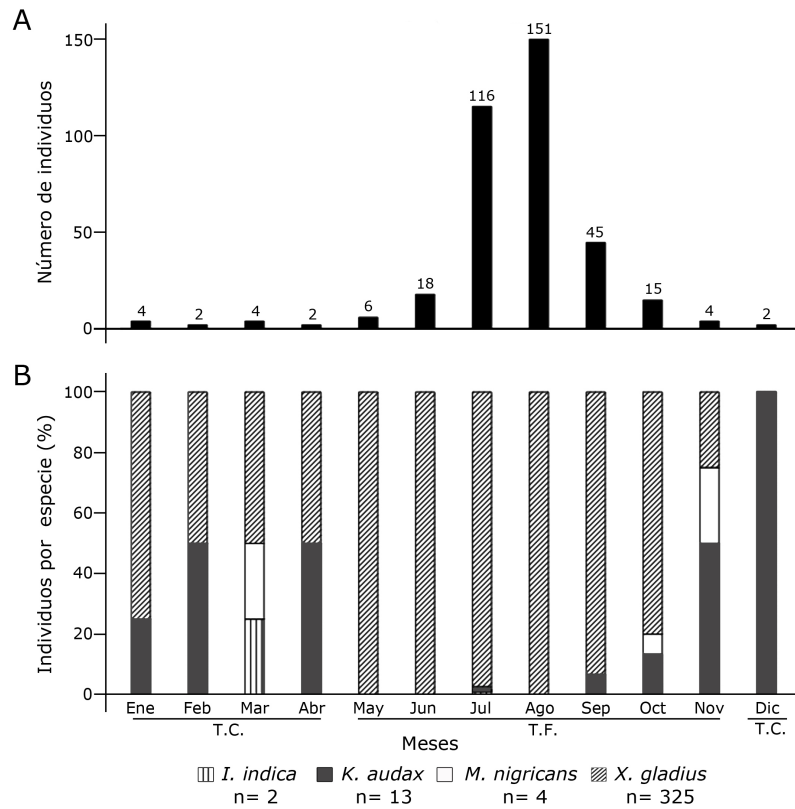


Figura 2. Abundancia mensual de individuos de peces picudos desembarcados durante el periodo de muestreo (A) y composición por especies (B). T.C.: Temporada cálida. T.F.: Temporada fría / Monthly abundance of billfishes individuals landed during the sampling period (A) and species composition (B). T.C.: Warm season. T.F.: Cold season

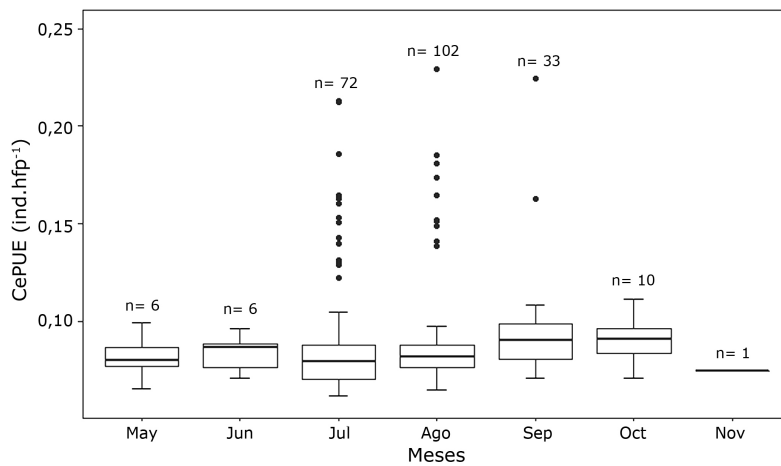


Figura 3. Distribución de la CePUE (ind.hfp⁻¹) correspondiente a los desembarques de *Xiphias gladius* en El Ñuro durante la temporada fría del 2019. El valor "n" corresponde al número de viajes en cada mes / CePUE (ind.hfp⁻¹) distribution of *Xiphias gladius* landings in El Ñuro during cold season of 2019. The "n" value corresponds to the number of trips in each month

Las tallas registradas para el pez espada (*X. gladius*) se encontraron en un rango entre 123 a 300 cm LMH, con una media de $215,6 \pm 29,5$ cm. El 73% de los ejemplares desembarcados presentaron tallas ≥ 200 cm (LMH) y de estos, la mayoría se encontró entre 200 y 250 cm. (Fig. 4). En la Figura 5, se muestra la talla media de los individuos durante los meses de la temporada fría, periodo donde se registró el 98% de los espadas medidos.

Al menos un 94% de los individuos desembarcados y medidos ($n= 278$) habría alcanzado la talla de primera madurez al presentar longitudes mayores a los 165 cm (LMH), propuesto por Zárate (1997) para hembras de *X. gladius* en el Pacífico oriental. En caso se asumiera que todos los individuos fueran machos, el porcentaje asciende a 99,3% de organismos adultos (≥ 152 cm LMH) (Zárate 1997).

DISCUSIÓN

En Perú, la pesca de arpón dirigida a peces picudos ha sido reportada en la zona norte desde los 1940's para los desembarcaderos de Máncora y Cabo Blanco principalmente (Weidner & Serrano 1997). Este estudio demuestra que, en la actualidad El Ñuro es uno de los puntos donde se continúa empleando esta práctica como método de captura de estos grandes pelágicos.

En las últimas décadas, a nivel mundial, este arte ha sido desplazado por aparejos más mecanizados, como el palangre o redes, para optimizar los desembarques (Barbieri *et al.* 1990, Skillman 1998, Ito & Childers 2014). Sin embargo, el reporte de las pesquerías de pequeña escala (como la del arpón aquí descrita) representa información útil a obtener, ya que la ausencia de estos registros podría estar contribuyendo a la insuficiencia de datos para la evaluación de las poblaciones de algunas especies de picudos (CIAT 2019).

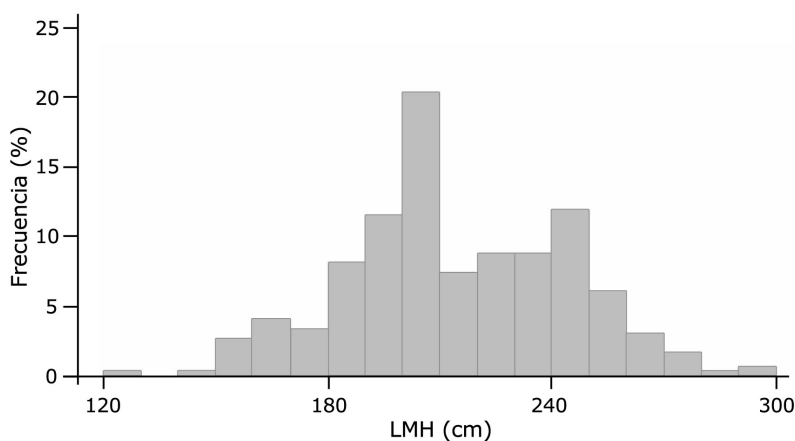


Figura 4. Frecuencia de tallas del total de individuos de *Xiphias gladius* medidos y desembarcados en El Ñuro durante el 2019 ($n= 295$). LMH: Longitud mandíbula inferior-Horquilla / Length frequency of all *Xiphias gladius* individuals measured and landed in El Ñuro during 2019 ($n= 295$). LMH: Lower jaw-fork length

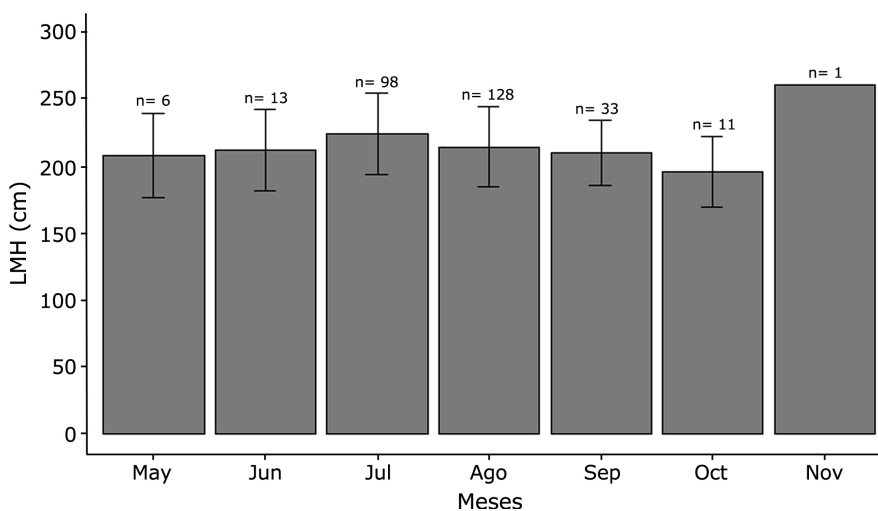


Figura 5. Talla media y desviación estándar (cm) de *Xiphias gladius* por mes durante la temporada fría del 2019. N: número de individuos. LMH: Longitud mandíbula inferior-Horquilla / Mean size and standard deviation (LMH) of *Xiphias gladius* per month during cold season of 2019. N: number of individuals. LMH: Law fork jaw length

Mediante el presente estudio se evidencia que, en el Perú, no sólo se continúa utilizando el arpón como método de captura, sino que, además, considerando que estas faenas se realizan mediante veleros artesanales (Castillo *et al.* 2018), se podría tratar de una pesquería con menores niveles de perturbación en el ecosistema, tanto por una menor contaminación acústica (producida por el motor de las embarcaciones a lo largo de toda la faena) (McCormick *et al.* 2019), el menor uso de combustible, así como por la propia selectividad del arte (Akyol & Ceyhan 2014, Seafood Watch 2017). Por este motivo, la colecta de información oportuna y confiable sobre esta pesquería permitiría evaluar el desarrollo de medidas de manejo que aseguren su sostenibilidad en el tiempo.

Los resultados mostraron al pez espada como la principal especie desembarcada (95% del total). Esta composición de especies fue similar a lo reportado durante los últimos años a nivel nacional (2000-2018) (PRODUCE 2020) y en todo el Pacífico oriental (CIAT 2019) por otros métodos de pesca. Esto podría estar relacionado, en parte a la distribución y tamaño poblacional del pez espada con relación a las otras especies de picudos en la zona (Howard & Ueyanagi 1965, Hinton & Maunder 2010, CIAT 2019), a la preferencia por su captura dado su mayor valor comercial (Guevara-Carrasco & Bertrand 2017), o al estado legal de su pesquería en comparación a la norma de prohibición para los Istiophoridae (DS 009-2008-PRODUCE)². Aun así, el que un 5% de estos desembarques haya correspondido a especies prohibidas (merlines), indicaría que también mantienen una importancia comercial en El Niño, como se ha evidenciado en mercados y restaurantes de Lima, pese a la norma en los últimos años (Ezeta 2016, Alfaro-Shigueto *et al.* 2019).

La composición de especies observada en este estudio difiere con lo hallado por Estrella *et al.* (1999), quienes reportaron, además de al pez espada, también al pez vela como la especie más capturada con arpón durante 1999 en la costa norte del país. Este cambio podría estar relacionado, en parte, al evento climático La Niña de ese año (ENFEN 2018); ya que una mayor presencia de esta especie ha sido asociada a este evento en comparación a condiciones normales (Martinez-Rincon *et al.* 2015). No obstante, la ausencia de una norma de prohibición y comercialización para los Istiophoridae en ese entonces; así como una diferencia en las zonas de pesca, podrían también estar determinando este cambio. Al respecto de este último punto, Howard & Ueyanagi (1965) encontraron una disminución en los desembarques de pez vela desde Máncora a Talara, localidades al norte y sur de El Niño. Por este motivo, abordar la variación de la composición de especies en esta pesquería en una mayor escala temporal, e incluyendo otras variables como zonas de pesca mapeadas con GPS, migraciones, precios de recursos, entre otros; permitiría entender mejor los posibles cambios que se puedan observar en los desembarques.

Sobre la variación mensual de desembarques, Boyce (2004) reportó la preferencia del pez espada (especie más desembarcada) por temperaturas entre 14,57 a 22,83 °C en el Pacífico ecuatorial. Esto explicaría, parcialmente, los mayores desembarques durante la temporada fría (TSM ≤ 22 °C) en comparación a la cálida (TSM > 22 °C). Sin embargo, al ser la pesca con arpón una actividad diurna basada en la detección de los ejemplares en la superficie (Carey & Robinson 1981), aunado con el patrón de migración vertical de los peces picudos (migración hacia las profundidades durante el día y hacia la superficie en la noche) (Abascal *et al.* 2010, Hoolihan *et al.* 2011, Abecassis *et al.* 2012, Chiang *et al.* 2014, Williams *et al.* 2017), la disponibilidad del recurso en esta pesquería estaría condicionada directamente a los *basking events* (eventos de descanso en la superficie) (Dewar *et al.* 2011). Estos eventos se basan en migraciones ocasionales a la superficie durante el día para la reposición fisiológica de las aguas frías y bajos niveles de oxígeno de las profundidades (Carey & Robinson 1981) y serían más frecuentes en las zonas costeras (Dewar *et al.* 2011). Este comportamiento ha sido ampliamente estudiado en individuos con *tags* satelitales (Prince *et al.* 2010, Braun *et al.* 2015) y se ha detectado, sobre todo, en aquellos organismos que atravesaban zonas con mínima de oxígeno (Abascal *et al.* 2009). Las altas tasas metabólicas de estos predadores se traducen también en un alto consumo de oxígeno (Fry 1947) y, considerando que el pez espada ha sido registrado en ambientes profundos e hipóxicos (Dewar *et al.* 2011); estos eventos de descanso en los *basking events* permitirían normalizar sus niveles de oxígeno y temperatura (Abecassis *et al.* 2012). Cabe resaltar que una mayor ocurrencia de estos eventos estaría impulsada por ambientes fríos e hipóxicos, característicos de ecosistemas productivos (Prince & Goodyear 2006).

El Niño resulta ser un área muy particular al estar ubicado en una zona de convergencia entre masas de aguas cálidas, provenientes de la contracorriente ecuatorial (Sakagawa 1989) y masas de agua fría de la corriente de Humboldt (Thiel *et al.* 2007). Asimismo, esta área de confluencia se caracteriza por una alta productividad producto de las fuertes surgencias (Serra *et al.* 2012) y comprende uno de los cinco frentes de la cuenca del Pacífico donde los espadas suelen concentrarse por la abundancia de alimento (Sakagawa 1989, Weidner & Serrano 1997). No obstante, dichas características también ocasionarían amplias áreas de hipoxia en este tipo de ecosistemas (Prince & Goodyear 2006), precisamente, el Pacífico este ecuatorial ha sido la región con los mayores declives de oxígeno registrados a nivel global (Schmidtko *et al.* 2017). Por ello, a comparación del Atlántico y de otras áreas del Pacífico, en el Pacífico este tropical, el hábitat vertical del pez espada y de otros peces picudos, se ha visto comprimido por las zonas mínimas de oxígeno (Prince & Goodyear 2006, Abecassis *et al.* 2012).

En este sentido, si bien las condiciones del área de estudio habrían permitido la presencia y captura de picudos en todo el año, los mayores desembarques durante la temporada fría habrían sido el resultado de la intensificación de las surgencias a lo largo del otoño e invierno austral (Bakun & Nelson 1991). Al respecto, Abecassis *et al.* (2012) también reportaron una mayor ocurrencia de los *basking events* durante estas estaciones en la región de la corriente de California. Esta intensificación de surgencias ocasionaría una disminución del oxígeno disuelto en la columna de agua, una termoclina más superficial y consecuentemente, una mayor disponibilidad del recurso en superficie (Prince & Goodyear 2006) para la pesca de la comunidad de El Ñuro.

Carey & Robinson (1981) y Dewar *et al.* (2011) sugieren también una relación entre estos *basking events* con el forrajeo. Este último autor señala que algunos espadas desembarcados por arponeros en California presentaban el estómago lleno. Esto se asociaría a la intención de agilizar la digestión en la superficie y así, aumentar la frecuencia de alimentación por parte de los picudos (Dewar *et al.* 2011). Durante la ejecución de este estudio, se comprobó la llenura en los estómagos e incluso la presencia de presas no digeridas en algunos organismos, tales como la pota o calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Esta especie ha sido reportada anteriormente como la presa principal del pez espada en las costas de países limítrofes como Chile (Ibáñez *et al.* 2004, Castillo *et al.* 2007) y Ecuador (Zambrano-Zambrano *et al.* 2019). No obstante, también se observó la presencia de merluza (*M. gayi*), otra de las principales especies objetivo de los pescadores de El Ñuro.

La presencia de adecuadas condiciones climáticas (*i.e.*, visibilidad, corrientes, vientos) (Barbieri *et al.* 1998) que permitan al pescador la detectabilidad del animal, también estaría condicionando el éxito de esta pesquería (Sepulveda *et al.* 2010). Los pescadores de la zona indicaron una mayor probabilidad de la captura de este grupo de picudos ante la presencia de corrientes frías, mareas bajas y vientos moderados a fuertes. Precisamente, Gatica *et al.* (2009) reportaron la posible relación entre la abundancia del pez espada con la presencia de fenómenos meteorológicos como la Corriente de Deriva de los Vientos de Oeste. Esto asociado a mecanismos indirectos como la respuesta de organismos en la base de la cadena alimenticia que serían sus presas (Gatica *et al.* 2009). Por este motivo, el estudio de la relación de la pesca con arpón con variables ambientales permitiría entender mejor la duración y variabilidad de la temporada de pesca en El Ñuro, identificada de julio a octubre para el 2019.

Por otro lado, la ausencia de información continua sobre esta pesquería impide establecer con certeza si la diferencia de la estacionalidad de los picos de desembarque

reportados en este estudio (julio y agosto) con respecto a 1968 y 1980's (picos en enero y febrero), así como a 1970 (ausencia de picos) (Weidner & Serrano 1997), se deba a factores ambientales (eventos Niña/Niño en 1968 y 1980's) o a un cambio en el esfuerzo pesquero. Cabe resaltar que durante el año de estudio (2019), pese a que los tres primeros meses presentaron eventos El Niño débil (ENFEN 2019a), el resto del año, y, sobre todo, durante la temporada de pesca identificada, las condiciones fueron normales (ENFEN 2019b).

El grupo de peces picudos no fue la pesca objetivo durante todo el año; sin embargo, por la naturaleza multiespecífica de esta pesca artesanal (Marín-Soto *et al.* 2017) y sumado a que se cuenta con el arpón en la embarcación, se puede considerar la captura de estos organismos, durante los muestreos de enero a mayo, y noviembre a diciembre, como un evento de oportunidad.

De acuerdo con lo observado en campo, los viajes monitoreados en el Ñuro desembarcaron en su mayoría, solo un ejemplar (evidenciado en relación entre número de viajes y ejemplares registrados), por lo que la variación de la CpUE estaría más asociada al esfuerzo (duración de cada faena) que a la captura efectiva de cada viaje. En este sentido, los valores atípicos observados en la Figura 3, probablemente correspondan al ocasional desembarque de dos, o incluso tres ejemplares por faena, durante la temporada de pesca.

Se debe tomar en cuenta que este estudio no considera los viajes donde no se capturó pez espada. Por ello, la CpUE no se debe interpretar como un indicador directo de la abundancia del recurso, sino como la tasa de captura de aquellos viajes que desembarcaron pez espada.

Si bien la CpUE fue calculada con el afán de establecer un índice de monitoreo de la pesca costera y local, se debe considerar que este estudio no contempla la identificación exacta de las zonas de pesca y aunque los viajes monitoreados hayan durado menos de 24 h; de acuerdo a información proveída por los locales, es probable que se desembarque pez espada u otros picudos de eventuales salidas a pesca de altura con una duración de más días y que no necesariamente hayan sido capturados por arpón (datos que no fueron considerados ni detectados durante el periodo de muestreo). Esta información debe tomarse en cuenta en futuros estudios en esta localidad o pesquería. Asimismo, la influencia de la distancia a la costa (millas náuticas) sobre las capturas podría estar indicando la presencia de una zona de pesca donde los organismos suelen concentrarse. Pese a las limitaciones de los registros de las coordenadas de capturas en este estudio por el poco uso de dispositivos de geolocalización en la comunidad, se recomienda promover esfuerzos para el mapeo de estas áreas.

A pesar de las limitaciones de este estudio, se logró levantar información de base (cantidad de individuos por hora) de los viajes que utilizaron arpón como método de pesca en El Ñuro, identificando una mayor probabilidad de captura de pez espada durante julio y agosto. Estudios con observadores a bordo serían indicados para establecer índices de CePUE más exactos en esta localidad y pesquería. La experiencia de los tripulantes podría también ser una variable a tomar en cuenta para esta práctica e incluso el registro de la proporción entre individuos vistos/capturados como proponen Romeo *et al.* (2010).

Con respecto a la estructura de tallas del pez espada, la ausencia de datos oficiales sobre sus tallas comerciales en el norte del país impide comparar estos datos. No obstante, el promedio anual obtenido para El Ñuro ($215,6 \pm 29,5$ cm LMH) fue mucho mayor al reportado a la pesquería de arpón en el Mediterráneo ($145,1 \pm 24,0$ cm LMH), esto desde 1999 hasta el 2011 (Romeo *et al.* 2015). Por otro lado, las tallas se asemejan más a lo reportado para la zona noroeste del Atlántico (>200 cm LMH) desde el 2006 al 2011 (Hanke *et al.* 2012).

La selectividad del arpón ha capturado mayores tallas en comparación a otros métodos de pesca en distintos países (Coan *et al.* 1998, Wang *et al.* 2006, Hanke *et al.* 2012). Para El Ñuro, el promedio registrado estaría por encima de las tallas comerciales capturadas por palangre, tanto en el Pacífico noroeste (120 a 190 cm) (Nakamura 1985), como de la talla promedio reportada para el Pacífico sudeste ($170,2 \pm 38,5$ cm) (Vega *et al.* 2009). Asimismo, a diferencia de lo encontrado en este estudio, donde el 73% de los ejemplares registraron tallas iguales o mayores a 200 cm (LMH), las tallas comúnmente reportadas frente Taiwán por palangre, redes y arpón entre 1997 y 2005, estaban entre 150 y 200 cm LMH (Wang *et al.* 2006). Sin embargo, la estructuración de la población del Pacífico en diferentes stocks (Reeb *et al.* 2000) hace que estos datos no sean comparables, por lo que sería más adecuado la generación de esta información en áreas más cercanas a la zona de estudio.

El alto porcentaje de adultos registrados en este estudio, de acuerdo con las tallas de primera madurez propuestas por Zárate (1997), podría en parte relacionarse a que la costa norte del Perú presenta frentes de masas oceánicas con gradientes de salinidad y temperatura (Guillén 1970), descritas como zonas de concentración de los adultos de *X. gladius* (Sakagawa 1989), o a la alta selectividad del arpón. Por este motivo, el reporte de las tallas de esta especie en áreas cercanas y con otros artes de pesca permitiría asociar la presencia y representatividad de especímenes adultos al arte o a la zona de pesca.

Dentro de las principales conclusiones de este estudio está el hecho de que el pez espada compuso casi el total de los desembarques evaluados; mientras que los merlines (Istiophoridae) fueron capturas ocasionales. Si bien en El Ñuro, la pesca con arpón de picudos se dio durante todo el año; los desembarques fueron mayores durante la temporada fría (mayo-noviembre) con picos marcados en julio y agosto, meses donde la CePUE alcanzó sus valores máximos. Asimismo, esta pesquería sugiere el desembarque de individuos adultos mayormente.

Este estudio levanta información de base para una pesquería tradicional y de alta selectividad en el Perú; asimismo, es el primer reporte enfocado al grupo de peces picudos y a las tallas comerciales capturadas por arpón en la costa norte del país, por lo que representa una valiosa fuente de información. A pesar de las limitaciones mencionadas anteriormente, este reporte podría considerarse como punto de partida para futuras investigaciones, pues se requieren de estudios complementarios y el monitoreo constante en esta pesquería, que, si bien es cierto, actualmente se encuentra prohibida, según el DS 021-2016-PRODUCE⁷, el arpón animalero fue vetado dentro del marco para el ordenamiento de la pesquería de rayas y tiburones, y por antecedentes de arponeo de delfines para su uso como carnada. Sin embargo, esta norma ya ha sido antes cuestionada por los pescadores de El Ñuro (Monteferrri *et al.* 2020), posiblemente por el desligue con las actividades relacionadas a la captura de tiburones. Además, considerando que esta práctica ha sido catalogada como la mejor opción para la captura del pez espada (Seafood Watch 2017), sería adecuado una evaluación de esta situación en la localidad.

Por otro lado, la ausencia del registro de esta información por las autoridades competentes, posiblemente por desfases en los horarios de la toma de datos en función a los horarios de desembarques; no solo impidiendo el desarrollo de un manejo adecuado a esta pesquería, sino que también, se está ignorando el potencial económico de esta actividad tanto para la comunidad local, como a nivel nacional por ser un producto para potencial exportación. Con respecto a este último punto, según datos de Veritrade, el precio de exportación del pez espada actualmente es de \$3.827 (US dólar) por kilo; es decir, al extrapolar el peso del tronco registrado, tan solo durante el periodo de estudio, el peso total capturado estaría valorizado en \$121.754,4 (US dólar) equivalente al 22% del total exportado en el 2017 (Veritrade 2020)⁸.

⁷DECRETO SUPREMO N° 021-2016. PRODUCE. Medidas de ordenamiento para la pesquería del recurso tiburón. El Peruano, Diario Oficial, 2 noviembre 2016, N° 603277

⁸Veritrade. 02 de septiembre del 2020. Exportaciones de pescado (*Xiphias gladius*) frescas o refrigeradas Perú. Veritrade. <<https://www.veritradecorp.com>>

Otra consideración sobre la toma de información recae en que algunos Istiophoridae presentan estados poblacionales vulnerables a la extinción (merlín azul), casi amenazado (merlín rayado) y data deficiente (merlín negro) por la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), por lo que se hace un llamado al registro de estas capturas y/o desembarques por especie. El reporte de información de los pocos o muchos individuos capturados directa o incidentalmente por los pescadores, compone una importante contribución al conocimiento, por lo poco que se ha estudiado este grupo en el país.

Por último, al incluir un escenario de cambio climático, se precisa la toma de medidas adecuadas que puedan asegurar la sostenibilidad, tanto de la pesquería como del recurso. Abordar puntos específicos como 1) la ocurrencia de estas especies asociada a variables ambientales durante la temporada de pesca, 2) la inclusión de observadores a bordo que permitan explorar la relación que existe entre individuos observados y arponeados, 3) la fluctuación del esfuerzo pesquero en El Ñuro en escala temporal, 4) reportes de los valores anuales en términos de abundancia y biomasa para establecer el aporte de esta pesquería a los desembarques totales a nivel país, 5) la composición por sexo de las capturas y 6) los factores socio-económicos que esta práctica involucra, permitiría evaluar información oportuna y confiable para la identificación de opciones apropiadas a implementarse en el manejo de esta pesquería.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado gracias al financiamiento del Fondo Semilla 2019-I de la Universidad Científica del Sur, Lima, Perú, mediante la Resolución Directorial N° 01-DGIDI-CIENTIFICA-2019. Asimismo, el equipo de trabajo se encuentra agradecido con todos los comerciantes, pescadores y administrativos de la comunidad de El Ñuro, especialmente con la Sra. Doris, el Sr. Pedro, el Profe, Miguel, Leo y Rafael, administrador del muelle, quienes demostraron su apoyo para realizar esta investigación. A. M. Ávalos, F. Córdova y C. Ortiz por sus aportes al manuscrito.

LITERATURA CITADA

Abascal FJ, J Mejuto, M Quintans & A Ramos-Cartelle. 2010. Horizontal and vertical movements of swordfish in the Southeast Pacific. *ICES Journal of Marine Science* 67: 466-474.

Abecassis M, H Dewar, D Hawn & J Polovina. 2012. Modeling swordfish daytime vertical habitat in the North Pacific Ocean from pop-up archival tags. *Marine Ecology Progress Series* 452: 219-236.

Alfaro-Shigueto J, X Vélez-Zuazo & JC Riveros. 2019. Fraude y sustitución en la venta de pescados en Perú, 16 pp. Informe, OCEANA, Lima. <<https://peru.oceana.org/es/publicaciones/informes/fraude-y-sustitucion-en-la-venta-de-pescados-en-peru>>

Akyol O & T Ceyhan. 2014. Turkish harpoon fishery for swordfish *Xiphias gladius* in the Aegen Sea (Gökçeada Island). *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment* 20(1): 46-52.

Bakun A & C Nelson. 1991. The seasonal cycle of wind-stress curl in Suptropical Eastern boundary current regions. *Journal of Physical Oceanography* 21: 1815-1834.

Barbieri MA, E Yañez, L Ariz & C Gonzáles. 1990. La pesquería del pez espada: Tendencias y perspectivas. En: Barbieri MA (ed). *Perspectivas de la actividad pesquera en Chile*, pp. 195-214. Escuela de Ciencias del Mar, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso.

Barbieri MA, C Canales, V Correa & M Donoso. 1998. Development and present state of the swordfish *Xiphias gladius*, fishery in Chile. In: Barret I, O Sosa-Nishizaki & N Bartoo (eds). *Biology and fisheries of swordfish Xiphias gladius*, NOAA Technical Report NMFS 142: 1-10. [Papers from the International Symposium on Pacific Swordfish, Ensenada, México, 11-14 December 1994.]

Boyce D. 2004. Effects of water temperature on the global distribution of tuna and billfish. Thesis for the degree of Honors Bachelor of Science in Biology, Dalhousie University, Halifax, 75 pp. <<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.580.8148&rep=rep1&type=pdf>>

Braun CD, MB Kaplan, AZ Horodysky & JK Llopiz. 2015. Satellite telemetry reveals physical processes driving billfish behavior. *Animal Biotelemetry* 3(2): 11-16.

Carbajal W, J Macalupú, L Beltran, L Caccha, A Rodriguez, M Sanjunez, Y Quispe & L Aldana. 2010. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en el litoral de la región Piura (Bocana Colan-Máncora), 126 pp. Instituto del Mar del Perú, Callao.

Carey F & B Robinson. 1981. Daily patterns in the activities of swordfish, *Xiphias gladius*, observed by acoustic telemetry. *Fishery Bulletin* 79(2): 277-292.

Castillo G, J Fernández, A Medina & R Guevara-Carrasco. 2018. Tercera encuesta estructural de la pesquería artesanal en el litoral peruano. Resultados generales. Informe, Instituto del Mar del Perú 45(3): 299-388.

Castillo K, C Ibáñez, C González & J Chong. 2007. Dieta del pez espada *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, en distintas zonas de pesca frente a Chile central durante el otoño de 2004. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(2): 149-156.

Chiang W, M Musyl, C Sun, G DiNardo, H Hung, H Lin, S Chen, S Yeh, W Chen & C Kuo. 2014. Seasonal movements and diving behaviour of black marlin (*Istiompax indica*) in the northwestern Pacific. *Fisheries Research* 116: 92-102 <<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.10.023>>

Chong J & M Aguayo. 2009. Edad y crecimiento del pez espada (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758) en el Pacífico suroriental (Diciembre 1994-Septiembre 1996). *Latin American Journal of Aquatic Research* 37(1): 1-15.

- CIAT. 2018.** Los atunes, peces picudos, y otras especies pelágicas en el océano Pacífico oriental en 2017. Comisión Interamericana del Atún Tropical, 93ª reunión, 24 y 27-30 de agosto de 2018, San Diego. Documento IATTC-93-01: 1-119. <https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2018/IATTC-93/Docs/_Spanish/IATTC-93-01_La-pesqueria-en-2017-y-la-condicion-de-las-poblaciones-de-atunes-y-peces-picudos.pdf>
- CIAT. 2019.** Informe sobre la pesquería atunera, las poblaciones, y el ecosistema en el océano Pacífico oriental en 2018. Comisión Interamericana del Atún Tropical, 94ª reunión, 22-26 de julio de 2019, Bilbao. Documento IATTC-94-01: 1-128. <https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2019/IATTC-94/Docs/_Spanish/IATTC-94-01_La%20pesqueria%20atunera%20las%20poblaciones%20y%20el%20ecosistema%20en%20el%20Oceano%20Pacifico%20oriental%20en%202018.pdf>
- Coan A, M Vojkovich & D Prescott. 1998.** The California harpoon fishery for swordfish, *Xiphias gladius*. NOAA Technical Report NMFS 142: 37-49.
- Dewar H, ED Prince, MK Musyl, RW Brill, C Sepulveda, J Luo, D Foley, E Orbesen, ML Domeier, N Nasby-Lucas, D Snodgrass, RM Laurs, JP Hoolihan, BA Block & LM McNaughton. 2011.** Movements and behaviors of swordfish in the Atlantic and Pacific Oceans examined using pop-satellite archival tags. *Fisheries Oceanography* 20(3): 219-241.
- Di Natale A, A Celona & A Mangano. 2005.** A series of catch record by the harpoon fishery in the Strait of Messina from 1976 to 2003. *Collective Volumes of Scientific Papers, ICCAT* 58(4): 1348-1359.
- ENFEN. 2018.** Estado del sistema de alerta: Alerta de La Niña Costera. Comisión Multisectorial encargada del estudio Nacional del Fenómeno “El Niño”. Comunicado Oficial ENFEN N° 01-2018. <<https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/01-2018.pdf>>
- ENFEN. 2019a.** Estado del sistema de alerta: Alerta de El Niño. Comisión Multisectorial encargada del estudio Nacional del Fenómeno “El Niño”. Comunicado Oficial ENFEN N° 04-2019. <<https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/04-2019.pdf>>
- ENFEN. 2019b.** Estado del sistema de alerta: No activo. Comisión Multisectorial encargada del estudio Nacional del Fenómeno “El Niño”. Comunicado Oficial ENFEN N° 15-2019. <<https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/15-2019.pdf>>
- Estrella C & R Guevara-Carrasco. 1998.** Informe estadístico anual de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal por especies, artes, caletas y meses durante 1997. Informe, Instituto del Mar del Perú 132: 1-420.
- Estrella C, R Guevara-Carrasco, J Palacios, W Avila & A Medina. 1999.** Informe estadístico de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal por especies, artes, eses y caletas durante el primer semestre de 1999. Informe, Instituto del Mar Perú 148: 1-216.
- Ezeta C. 2016.** Análisis de la comercialización de los principales recursos hidrobiológicos en el mercado mayorista pesquero de Villa María del Triunfo durante 2000-2013. Tesis de Ingeniero Pesquero, Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria de La Molina, Lima, 288 pp.
- Fry FEJ. 1947.** Effects of environment on animal activity. *Publications of the Ontario Fisheries Research Laboratory* 68: 1-62. [University of Toronto Studies, Biological Series 55]
- Garcilaso de la Vega I. 1609.** Primera parte de los comentarios reales, 264 pp. Pedro Casbeek, Lisboa.
- Gatica C, RA Quiñones, D Figueroa, R Wiff, E Navarro & M Donoso. 2009.** Asociación entre la Corriente de Deriva de los Vientos del Oeste y la abundancia relativa del pez espada (*Xiphias gladius*) frente a la costa de Chile. *Latin American Journal of Aquatic Resources* 37(1): 97-105.
- Guillén O. 1970.** Condiciones oceanográficas y sus fluctuaciones en el Pacífico Sur oriental. pp. 607:682. En: Sharp GD & J Criske (eds). *Actas de la Consulta de Expertos para examinar cambios en abundancia y composición por especies de recursos de peces neríticos*. FAO Informe de Pesca, Perú 291: 1-1224. [3 volúmenes]
- Hanke A, I Andrushchenko & J Neilson. 2012.** Sex- and age-specific CPUE from the Canadian swordfish longline fishery, 2002-2011. *Collective Volumes of Scientific Papers, ICCAT* 68(4): 1618-1629.
- Hinton M & M Maunder. 2010.** Condición del pez espada en el océano Pacífico oriental en 2010 y perspectivas para el futuro. Segunda Reunión, La Jolla, California. Documento SAC-02-09. <https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2011/SAC-02/Docs/_Spanish/SAC-02-09_Evaluacion-pezu-espada-2010.pdf>
- Hoolihan JP, J Luo, CP Goodyear, ES Orbesen & E Prince. 2011.** Vertical habitat use of sailfish (*Istiophorus platypterus*) in the Atlantic and eastern Pacific, derived from pop-up satellite archival tag data. *Fisheries Oceanography* 23(3): 192-205.
- Howard J & S Ueyanagi. 1965.** Distribution and relative abundance of billfishes (Istiophoridae) of the Pacific Ocean. *Institute of Marine Science, University of Miami, Florida, Studies in Tropical Oceanography* 2: 1-134.
- Ibáñez C, C González & L Cubillos. 2004.** Dieta del pez espada *Xiphias gladius*, Linnaeus, 1758, en aguas oceánicas de Chile central en invierno de 2003. *Investigaciones Marinas* 32(2): 113-120.
- IMARPE. 2016.** Evaluación del plan operativo III trimestre: Investigación de recursos pelágicos, 226 pp. Instituto del Mar del Perú, Callao.
- IMARPE. 2017.** Evaluación del plan estratégico sectorial multianual año 2017: Pesca artesanal, 14 pp. Instituto del Mar del Perú, Callao.
- IMARPE. 2018.** Evaluación del plan operativo II trimestre 2017: Investigación en recursos pelágicos, 252 pp. Instituto del Mar del Perú, Callao.
- IMARPE. 2019.** Área Funcional de Sensoramiento Remoto. Temperatura superficial del mar. Instituto del Mar del Perú, Callao. [Datos satelitales obtenidos del PO.DAAC NAVOCEANO GLOB-K10-SST - NAVO-L4HR1m] <<http://www.imarpe.gob.pe/argen/uprsig/promedios019/prom2019zonas.htm>>
- IOTC. 2012.** Billfish Identification in Indian Ocean pelagic fisheries, 12 pp. Indian Ocean Tuna Commission, Victoria.

- Ito R & J Childers. 2014.** US Swordfish Fisheries in the North Pacific Ocean. PIFSC Working Paper WP-14-001: 1-20. Pacific Islands Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration, Honolulu. [Working document submitted to a meeting of the Billfish Working Group, International Scientific Committee for Tuna and Tuna-like Species in the North Pacific Ocean (ISC), February 11-19 2014, Honolulu, Hawaii]
- Kasuya T. 1978.** Preliminary report of the biology, catch and populations of Phocoenoides in the western north Pacific. In: Clark JG, J Goodman & GA Soave (eds). Mammals in the Seas 4: Small cetaceans, seals, sirenians and otters, pp. 3-19. FAO, Rome.
- Lumbreras L, P Kaulicke, J Santillana & W Espinoza. 2008.** Compendio de historia económica del Perú. Tomo I. Economía Prehispánica, 445 pp. Banco Central de Reserva del Perú, Lima. [Ed: Carlos Contreras]
- Marín-Soto W, A Medina-Cruz, G Castillo-Mendoza, C Estrella-Arellano, A Guardia-Otarola, R Guevara-Carrasco, G Domalain, M Wach & A Bertrand. 2017.** Atlas de la pesca artesanal del mar del Perú, 183 pp. Edición IMARPE-IRD, Lima.
- Martínez-Rincon R, S Ortega-García, J Vaca-Rodríguez & S Griffiths. 2015.** Development of habitat prediction models to reduce by-catch of sailfish (*Istiophorus platypterus*) within the purse-seine fishery in the eastern Pacific Ocean. *Marine and Freshwater Research*. 66(7): 644-653.
- McCormick M, E Fakan, S Nedelec & B Allan. 2019.** Effects of boat noise on fish fast-start escape response depend on engine type. *Scientific Reports* 9(6554): 1-10.
- Monteferrri B, M Mitma, P Grandez, K Zarbe, R Bandín & Z Narro. 2020.** Guía legal para la defensa de los ecosistemas y especies del mar peruano, 287 pp. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, Lima.
- Nakamura I. 1985.** FAO species catalogue. Vol. 5. Billfishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. FAO Fisheries Synopsis 125(5): 1-65.
- Pellón J & G Cárdenas. 2014.** Pesca de atunes y captura incidental por buques de palangre en aguas peruanas y áreas adyacentes. Informe, Instituto del Mar del Perú 41(1-4): 215-216.
- Prince EP & CP Goodyear. 2006.** Hypoxia-based habitat compression of tropical pelagic fishes. *Fisheries Oceanography* 15(6): 451-464.
- Prince ED, J Luo, CP Goodyear, JP Hoolihan, D Snodgrass, ES Orbesen, JE Serafy, M Ortiz & MJ Schirripa. 2010.** Ocean scale hypoxia-based habitat compression of Atlantic istiophorid billfishes. *Fisheries Oceanography* 19(6): 448-462.
- Reeb CA, L Arcangeli & BA Block. 2000.** Structure and migration corridors in Pacific populations of the swordfish *Xiphias gladius*, as inferred through analyses of mitochondrial DNA. *Marine Biology* 136: 1123-1131.
- Rivas L. 1956.** Definitions and methods of measuring and counting in the billfishes (Istiophoridae, Xiphiidae). *Bulletin of Marine Science*. 6(1): 18-27.
- Romeo T, P Consoli, A Punzon, L Modica, F Raffa, P Perzia, P Battaglia, V Esposito & F Andaloro. 2010.** Swordfish (*Xiphias gladius* Linnaeus 1758) harpoon fishery: a method of evaluation presence in the Strait of Messina (Central Mediterranean Sea). *Applied Ichthyology* (26): 886-891.
- Romeo T, P Perzia, V Esposito, D Malara, P Battaglia, P Consoli & F Andaloro. 2011.** Relationship between swordfish swimming behavior and sea surface temperature in the central Mediterranean Sea during the reproductive period. *Marine Biology Research* 7(2): 186-194.
- Romeo T, P Battaglia, S Raicevich, P Perzia & F Andaloro. 2015.** Swordfish harpoon fishery in the Mediterranean Sea: Recent data to implement the Marine Strategy Framework Directive and the EcAp (Ecosystem Approach) process. *Fisheries Research* (161): 191-199.
- R Core Team. 2021.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena. <<https://www.R-project.org/>> [computer software]
- RStudio Team. 2021.** RStudio: Integrated development for R. RStudio, Boston. <<http://www.rstudio.com/>> [computer software]
- Sakagawa G. 1989.** Trends in fisheries for swordfish in the Pacific Ocean. In: Stroud RH (ed). Fishery and stock synopses, data needs and management, pp. 61-79. National Coalition for Marine Conservation, Georgia.
- Schmidtko S, L Stramma & M Visbeck. 2017.** Decline in global oceanic oxygen content during the past five decades. *Nature* 542: 335-351. <<https://doi.org/10.1038/nature21399>>
- Seafood Watch. 2017.** Swordfish and Shortfin mako shark: East Pacific, Perú, Chile. Harpoons. Handlines and Drift gillnets (drifnets), 36 pp. Seafood Watch Consulting Researcher. Consumer guide, 36 pp. Monterey Bay Aquarium's Seafood Watch, Monterey.
- Sepulveda C, A Knight, N Nasby-Lucas & L Domeier. 2010.** Fine-scale movements of the swordfish *Xiphias gladius* in the Southern California Bight. *Fisheries Oceanography* 19(4): 279-289.
- Serra R, M Akester, M Bouchón & M Gutierrez. 2012.** Sustainability of the Humboldt Current large marine ecosystem. In: Sherman K & G McGovern (eds). Frontline observations on climate change and sustainability of large marine ecosystems, pp. 112-134. United Nations Development Programme, New York.
- Skillman R. 1998.** Central Pacific Swordfish, *Xiphias gladius*, fishery development, biology, and research. NOAA Technical Report NMFS 142: 101-124.
- Thiel M, EC Macaya, E Acuña, WE Arntz, H Bastias, K Brokordt, PA Camus, JC Castilla, LR Castro, M Cortés, C Dumont, R Escibano, M Fernández, JA Gajardo, CF Gaymer, I Gomez, AE González, HE González, PA Haye, JE Illanes, JL Iriarte, DA Lancelotti, G Luna-Jorquera, C Luxoro, PH Manriquez, V Marín, P Muñoz, SA Navarrete, E Perez, E Poulin, J Sellanes, H Sepulveda, W Stotz, F Tala, A Thomas, CA Vargas, Ja Vasquez & JM Vega. 2007.** The Humboldt system of Northern and Central Chile: Oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 45: 195-344.

- Treviño H, M Zambrano, A Tejada & I Huamani. 2016.** Desembarque artesanal en Ilo-Moquegua: Flota espinelera. 1994-2001. Informe, Instituto del Mar del Perú 43(2): 181-190.
- Vega R, R Licandeo, G Rosson & E Yáñez. 2009.** Species catch composition, length structure and reproductive indices of swordfish (*Xiphias gladius*) at Easter Island zone. Latin American Journal of Aquatic Research 37(1): 83-95.
- Wang S, C Sun, S Yeh, W Chiang, N Su, Y Chang & C Liu. 2006.** Length distribution, weight-length relationships, and sex ratios at lengths for the billfishes in Taiwan waters. Bulletin of Marine Science 79(3): 865-869.
- Weidner D & J Serrano. 1997.** World swordfish fisheries. An analysis of swordfish fisheries, market trends and trade patterns pas-present-future. Volume IV. Latin America. Part A. South America. Section 1. Pacific. Segment B. Peru, 843 pp. National Oceanic and Atmospheric Administration, Maryland.
- Williams SM, BJ Holmes, SR Tracey, JG Pepperell, ML Domeier & MB Bennett. 2017.** Environmental influences and ontogenic differences in vertical habitat use of black marlin (*Istiompax indica*) in the southwatern Pacific. Royal Society Open Science 4:170694. <<https://doi.org/10.1098/rsos.170694>>
- Wosnitza-Mendo C. 1992.** Una base de datos para la investigación y manejo pesquero artesanal: Problemas y opciones en el caso del Perú. En: Aguero M (ed) Contribuciones para el estudio de la pesca artesanal en América Latina, pp. 56-69. International Centre for Living Aquatic Resources Management, Manila.
- Zambrano-Zambrano R, P Mendoza-Moreira, W Gómez-Zamora & J Varela 2019.** Feeding ecology and consumption rate of broadbill swordfish (*Xiphias gladius*) in Ecuadorian waters. Marine Biodiversity 49: 373-380.
- Zárate P. 1997.** Biología reproductiva del pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus 1758), en aguas chilenas. Tesis de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, 111 pp.
- Zuur AF, EN Ieno, NJ Walker, AA Savaliev & GM Smith. 2009.** Mixed effects models and extensions in ecology with R, 574 pp. Springer Science & Business Media, New York.

Recibido el 19 de noviembre de 2020 y aceptado el 22 de noviembre de 2021