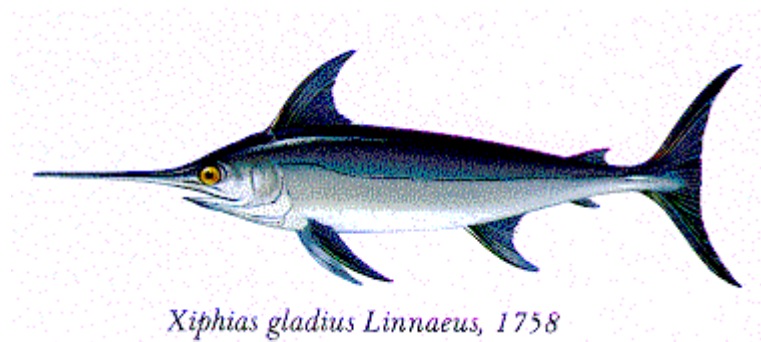




INFORME TÉCNICO (R. PESQ.) Nº 237/2021

ESTABLECE MEDIDA DE MITIGACIÓN Y PROTOCOLO DE MANIPULACIÓN PARA REDUCIR LA CAPTURA INCIDENTAL DE MAMÍFEROS MARINOS EN LA PESQUERÍA DE PEZ ESPADA CON RED DE ENMALLE ENTRE LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA Y LA REGIÓN DE LOS LAGOS.



Xiphias gladius Linnaeus, 1758

Valparaíso, noviembre de 2021



1. OBJETIVO

El presente informe tiene por objetivo proveer los antecedentes técnicos para el establecimiento del uso de disuasivos acústicos “pingers” y protocolos de manipulación, como medidas de reducción de la captura incidental de mamíferos marinos en la pesquería de pez espada con red de enmalle entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Los Lagos, de acuerdo con las disposiciones contenidas en el artículo 4º letra c) y letra e) de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

2. ANTECEDENTES

2.1. Antecedentes generales

Durante las faenas de pesca extractiva existe un conjunto de organismos marinos, de diversos tipos, que son retenidos por los métodos captura y artes de pesca comúnmente utilizados. Sin embargo, por diversos motivos, una parte de estos ejemplares pueden ser devueltos al mar una vez capturados, en su mayor parte muertos o moribundos, constituyendo lo que se conoce como descartes, captura incidental o bycatch, dependiendo de la definición utilizada.

Este grupo de organismos puede estar constituido por especies objetivo, fauna acompañante y especies incidentales de megafauna tales como aves, mamíferos y reptiles marinos. Respecto a las interacciones de la megafauna marina con las faenas pesqueras, se estima que al menos 1 millón de aves, 8.5 millones de tortugas y 650 mil ejemplares de mamíferos marinos interactúan globalmente con las operaciones de pesca cada año (Pérez Roda et al., 2019), pudiendo ser capturados y finalmente morir producto de dicha interacción. Los niveles de mortalidad producto de estas capturas son significativos en algunas pesquerías, teniendo impactos negativos sobre las poblaciones de estas especies y sobre el funcionamiento de los ecosistemas a los cuales pertenecen, condición que ha motivado un creciente interés y sensibilidad de la sociedad respecto a este problema.

Lo anterior se traduce en los requerimientos de algunas certificaciones (como Marine Stewardship Council, MSC) y en limitaciones para el acceso a mercados que requieren productos pesqueros provenientes de pesquerías sustentables. Un claro ejemplo de este nuevo escenario es la Ley de Protección de Mamíferos Marinos de los Estados Unidos (Marine Mammal Protection Act, 2016) la que a contar de 2016 estableció restricciones de ingreso, (que se aplicarán extensivamente hacia 2023) para las importaciones de productos pesqueros capturados con tecnologías o artes de pesca que den como resultado capturas incidentales de mamíferos marinos, en niveles superiores a los

estándares aceptados en los Estados Unidos, restricciones que podrían afectar a pesquerías nacionales que exportan a ese mercado, como la pesquería de pez espada.

Se ha reconocido que la falta de gestión del descarte y de la pesca incidental pone en riesgo la sustentabilidad a largo plazo de las pesquerías, afectando el bienestar de los Estados y comunidades que dependen de los recursos pesqueros. Por consiguiente, se hace esencial monitorear el estatus y tendencias del descarte y la pesca incidental y disponer de información confiable sobre su ocurrencia, lo cual representa el primer paso en el ciclo de manejo de pesquerías bajo un enfoque ecosistémico.

En este contexto, la FAO ha publicado el presente año un documento de orientaciones técnicas titulado "Fishing operations. Guidelines to prevent and reduce bycatch of marine mammals in capture fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No.1, Suppl. 4. Rome", el cual evidencia la creciente preocupación y conciencia respecto de la mortalidad de mamíferos marinos en las pesquerías en todo el mundo.

2.2. Antecedentes legales

La Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) establece en su Artículo 1ºB que "El objetivo de esta ley es la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos".

Por su parte el Artículo 1º C de la misma ley señala que en el marco de la política pesquera nacional y para la consecución del objetivo establecido en el Artículo 1ºB, se deberá tener en consideración al momento de adoptar las medidas de conservación y administración, así como al interpretar y aplicar la ley, lo siguiente:

- a) Establecer objetivos de largo plazo para la conservación y administración de las pesquerías y protección de sus ecosistemas, así como la evaluación periódica de la eficacia de las medidas adoptadas.
- b) Aplicar en la administración y conservación de los recursos hidrobiológicos y la protección de sus ecosistemas el principio precautorio, entendiendo por tal:
 - Se deberá ser más cauteloso en la administración y conservación de los recursos cuando la información científica sea incierta, no confiable o incompleta, y
 - No se deberá utilizar la falta de información científica suficiente, no confiable o incompleta, como motivo para posponer o no adoptar medidas de conservación y administración.

- c) Aplicar el enfoque ecosistémico para la conservación y administración de los recursos pesqueros y la protección de sus ecosistemas, entendiendo por tal un enfoque que considere la interrelación de las especies predominantes en un área determinada
- d) Administrar los recursos pesqueros en forma transparente, responsable e inclusiva.
- e) Recopilar, verificar, informar y compartir en forma sistemática, oportuna, correcta y pública los datos sobre los recursos hidrobiológicos y sus ecosistemas.
- f) Considerar el impacto de la pesca en las especies asociadas o dependientes y la preservación del medio ambiente acuático.
- g) Procurar evitar o eliminar la sobreexplotación y la capacidad de pesca excesiva.
- h) Fiscalizar el efectivo cumplimiento de las medidas de conservación y administración.
- i) Minimizar el descarte tanto de la especie objetivo como de la fauna acompañante y de la captura de la pesca incidental.

En este contexto, el Artículo 2º numeral 21 bis) incorpora la definición de a la pesca incidental en la LGPA concebida como “aquella conformada por especies que no son parte de la fauna acompañante y que está constituida por reptiles marinos, aves marinas y mamíferos marinos”.

Por otra parte, el Artículo 4º de la Ley General de Pesca y Acuicultura, señala que en toda área de pesca, independiente del régimen de acceso a que se encuentre sometida, la Subsecretaría, mediante resolución fundada, previa consulta al Consejo Zonal de Pesca que corresponda y comunicación previa al Comité Científico Técnico, podrá establecer una o más prohibiciones o medidas de administración de los recursos hidrobiológicos, prohibiéndose realizar actividades pesqueras extractivas en contravención a lo dispuesto en el referido artículo. Entre las medidas, se incluyen las letras que a continuación se indican:

- c) El establecimiento de uso y porte en las embarcaciones de dispositivos o utensilios para minimizar la captura de fauna acompañante o para evitar o minimizar la captura incidental, propendiendo a que la pesca sea más selectiva.
- d) Establecimiento de uso y porte en las embarcaciones de utensilios para liberar ejemplares capturadas incidentalmente por las artes y aparejos de pesca
- e) Establecimiento de buenas prácticas pesqueras para evitar, minimizar o mitigar la captura incidental de mamíferos, aves y reptiles acuáticos

Adicionalmente, el Artículo 7º A de la LGPA establece que la Subsecretaría aprobará mediante resolución para una o más especies objetivo y su fauna acompañante, un programa de investigación destinado a recopilar antecedentes técnicos que permitan elaborar un plan de reducción del descarte tanto de la especie objetivo como de la fauna acompañante y de la captura de pesca

incidental. El programa deberá comprender, entre otros aspectos la cuantificación del descarte y la pesca incidental, así como la determinación de sus causas y deberá considerar la información recopilada por observadores científicos de conformidad con el Título VIII de la LGPA.

El programa de investigación tendrá una duración no inferior a dos años y deberá incluir una propuesta de las medidas orientadas a la disminución del descarte y la pesca incidental.

En el plazo máximo de tres años de ejecución del programa de investigación, la Subsecretaría deberá establecer un Plan de reducción del descarte y la pesca incidental, el que deberá contener los siguientes elementos.

- a) Medidas de administración y conservación y los medios tecnológicos necesarios para reducir dichas prácticas
- b) Un programa de monitoreo y seguimiento del plan
- c) Una evaluación de las medidas adoptadas
- d) Un programa de capacitación y difusión

Adicionalmente el plan deberá considerar un código de buenas prácticas en las operaciones de pesca, como medida de mitigación complementaria e incentivos para la innovación en sistemas y artes de pesca que tengan como objetivo la disminución del descarte y la pesca incidental.

Finalmente es pertinente señalar que el Artículo 7° C de la GLPA establece la devolución obligatoria al mar de mamíferos marinos, reptiles, pingüinos y otras aves marinas capturadas incidentalmente, salvo que se encuentren severamente dañados o heridos, en cuyo caso serán retenidos a bordo para efectos de ser enviados a un centro de rehabilitación de especies hidrobiológicas y el Artículo 7°H señala que “los Planes de Acción Internacional adoptados por las Organizaciones Internacionales de los cuales Chile sea parte, podrían adoptarse mediante decreto del Ministerio, previo informe de la Subsecretaría”.

2.3. Antecedentes del recurso

El pez espada (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758) es una especie pelágica, considerada en la Convención de Derecho del Mar como una especie altamente migratoria, de distribución cosmopolita, encontrándose en aguas tropicales, subtropicales y templadas de todos los océanos y mares interiores del mundo, con excepción de las zonas polares (Bedford y Hagerman, 1983; Nakamura, 1985 Joseph *et al.*, 1994), Figura 1. Bedford y Hagerman (1983), reportan para el Océano Pacífico una amplia distribución latitudinal entre los paralelos 50° LN y 50° LS, con áreas de mayor concentración en el Pacífico Noroeste entre los paralelos 20° LN y 45° LN, en el Pacífico Este desde California a Chile y en el Pacífico Suroeste desde Australia a Nueva Zelanda.

Frente a la costa chilena esta especie se encuentra, desde el límite norte de la República hasta cerca de los 40° Latitud Sur, asociado a aguas entre 13 °C y 24 °C, acercándose o alejándose de la costa, de acuerdo con el desplazamiento de los frentes de aguas cálidas provenientes desde el noroeste y según desplazamientos migratorios de carácter trófico y reproductivo.

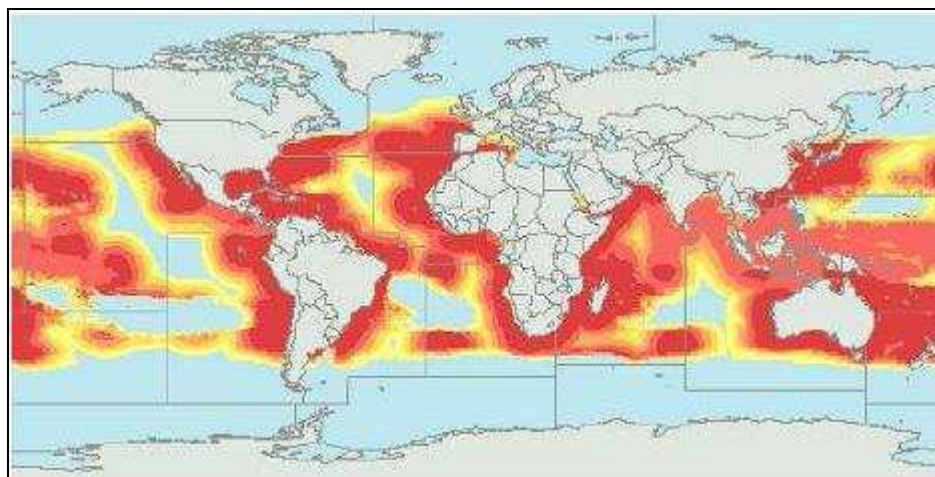


Figura 1: Distribución geográfica del recurso Pez espada (*Xiphias gladius*). Fuente: www.fishbase.org

Aunque el pez espada es conocido como una especie mesopelágica oceánica de aguas superficiales con temperaturas superiores a 15°C, no parece tener dificultades para el desplazamiento en profundidad, pudiendo llegar incluso a los 550 metros de profundidad. En base a estudios de marcaje se ha demostrado que esta especie presenta un claro patrón diurno-nocturno de movimientos verticales, descendiendo durante el día y subiendo a la superficie en la noche. Existe también una relación entre los movimientos verticales, la luz y la cantidad de oxígeno disuelto (Carey & Robinson, 1981).

Los adultos toleran temperaturas de 5 °C a 27 °C con un rango óptimo entre los 18 °C a 22 °C (Nakamura, 1985). Beckett (1974) estima que la isoterma de 13 °C constituye el límite inferior de la distribución del pez espada en el Océano Atlántico Noroccidental y que los individuos de menos de 90 kilos tendrían una distribución limitada a aguas con temperaturas no inferiores a los 18 °C. Es probable, que junto con su desarrollo corporal el pez vaya adquiriendo una mayor tolerancia a la temperatura. En este sentido, numerosos autores concuerdan que la distribución estaría fuertemente condicionada por este parámetro. Junto a lo anterior, de acuerdo con lo indicado por Joseph *et al.* (1994), las poblaciones de esta especie son más abundantes en áreas de convergencia de corrientes cálidas y frías y de producción primaria relativamente alta, que crean condiciones capaces de soportar a grandes depredadores pelágicos como el pez espada. Ovchinnikov (1970) menciona que las zonas frontales con gradientes rápidos de temperatura, salinidad y gran cantidad



de materia biógena, tales como la Corriente del Golfo (Océano Atlántico), Kuroshio (Océano Pacífico Norte) y Humboldt (Océano Pacífico Suroriental), juegan un rol principal en la distribución del pez espada. Asimismo, Gatica, y colaboradores (2009) encontraron una relación significativa entre la posición latitudinal de la Corriente de Deriva de los Vientos del Oeste (CDO) y la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) nominal de la flota redera artesanal en una escala mensual. La relación encontrada entre la CDO y la abundancia relativa de pez espada sugiere que la CDO constituye un posible indicador de macro escala de la variabilidad oceanográfica meteorológica, frente a la cual esta especie presenta patrones de distribución y cambios en su disponibilidad. En este mismo sentido, Espíndola *et al* (2009) señalan que la variabilidad intraestacional en la tasa de captura obtenida por la flota palangrera industrial que captura pez espada, coincide con las variaciones en las condiciones oceanográficas de mesoescala en la zona donde se desarrolla la pesquería frente a Chile. Estas fluctuaciones son modificadas durante la presencia de eventos del Niño-Oscilación del Sur (Espíndola *et al*, 2011).

- **Migraciones**

Las migraciones horizontales del pez espada, de gran escala temporal, son explicadas mediante el comportamiento propio de las etapas del ciclo de vida de la especie. Las necesidades alimenticias y reproductivas constituirían los principales desencadenantes de estos movimientos. En el Océano Pacífico Sudeste, las migraciones consisten en movimientos hacia aguas templadas o frías para alimentarse en otoño – invierno y volver hacia aguas cálidas en primavera – verano a desovar. A lo largo de las regiones costeras de América del Sur, los peces se mueven hacia el norte, desde Chile hacia Perú desde abril a septiembre y mar adentro para desovar desde noviembre hasta febrero. Los antecedentes basados en la presencia de hembras en desove y post-desove durante el mes de enero indican que la población desovaría en las cercanías de la Isla de Pascua y Salas y Gómez, al oeste de los 100° W. La duración del período de desove podría estar relacionada con la temperatura del agua, probablemente esta aparente asociación esté relacionada con la viabilidad y desarrollo de los huevos, siendo los 24 °C aparentemente la temperatura mínima necesaria para desoves exitosos, como lo indica la ausencia de ejemplares maduros en aguas de menor temperatura y los antecedentes de temperatura del agua requerida para la sobrevivencia de las larvas (Nishikawa y Ueyanagi, 1974) (Figura 2).

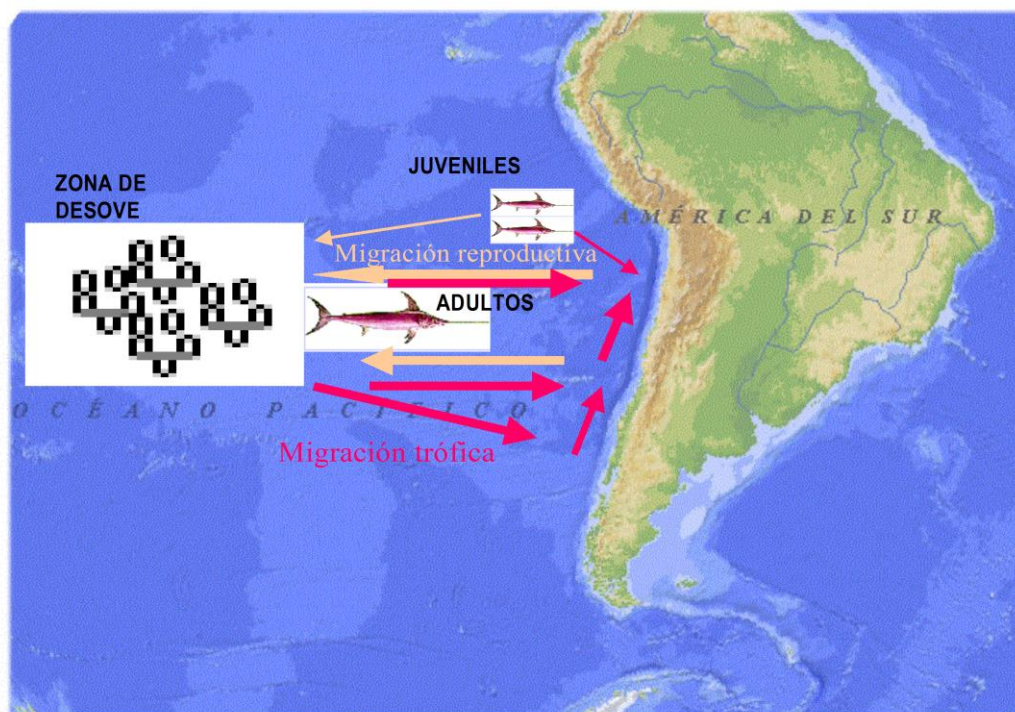


Figura 2. Esquema del probable circuito migratorio del pez espada en el Océano Pacífico Sudeste

- **Unidad de Stock**

Se ha avanzado bastante en el conocimiento de la estructura de la población del pez espada en el Océano Pacífico. Se sabe de varias regiones específicas de desove, y los análisis de los datos de pesca y genéticos indican que ocurre un intercambio de peces espada limitado entre zonas geográficas, inclusive entre el Océano Pacífico Oriental y Occidental, y Norte y Sur (Hinton y Bremer, 2007).

La mejor información científica disponible, basada en datos genéticos y de la pesca, indica que el pez espada del Océano Pacífico Noreste y el Océano Pacífico Sudeste (al sur del paralelo 5° LS) constituyen dos poblaciones separadas. Además, es posible que una población del Pacífico Noroeste se desplace ocasionalmente al Océano Pacífico Sur Oriental OPO en varias ocasiones. (Hinton y Bremer, 2007) (Figura 3).

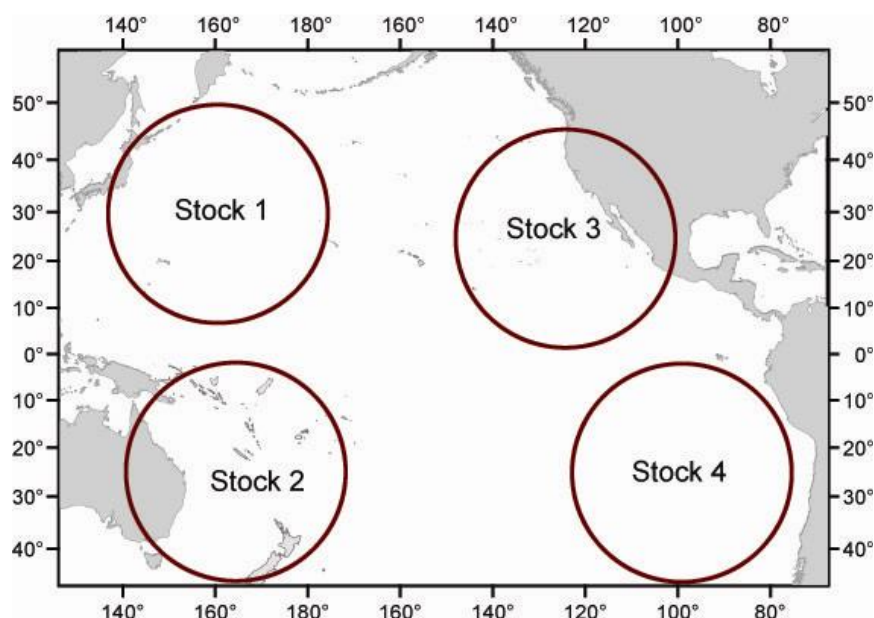


Figura 3. Unidades de stock del pez espada en el Océano Pacífico propuestas por Sosa-Nishizaki (1990) y Sosa-Nishizaki y Shimizu (1991). (Tomada de Hilton y Bremer, 2007).

Estudios de genética poblacional efectuados en Chile indican una baja diferenciación genética de las poblaciones del O. Pacífico, concordando con los estudios realizados por Reeb *et al.* (2000), en el sentido de postular un cierto grado de diferenciación de las poblaciones del Pacífico Noroeste y Suroeste, mientras que las poblaciones del Pacífico Noreste y Sureste parecen estar interconectadas a través de la línea del Ecuador.

Los estudios realizados hasta la fecha concluyen que el pez espada en el Pacífico Oriental presentaría dos unidades poblacionales; una en el hemisferio norte y otra en el hemisferio sur (Hinton y Deriso, 1998; Sosa-Nishizaki y Shimizu, 1991)

La información obtenida del análisis de las capturas de la flota chilena indica la presencia de áreas de alimentación frente a la costa Sudamericana en donde la fracción poblacional está representada principalmente por individuos juveniles (Cordillera de Nazca) y áreas de alimentación en que la fracción poblacional está constituida principalmente por ejemplares adultos (zona costera de la zona central de Chile continental)

De acuerdo con los antecedentes expuestos se postula la presencia de una unidad de stock en el Océano Pacífico Sudeste que incorpora las costas desde Chile hasta el Ecuador, la que presenta un cierto grado de mezcla con poblaciones presentes en el hemisferio norte a través de la línea del Ecuador.



2.4 Antecedentes generales de la pesquería de pez espada

Hasta el año 1985, la pesquería de Pez espada tuvo un desarrollo incipiente, caracterizado por una actividad efectuada tradicionalmente por pescadores artesanales que utilizaban embarcaciones menores de 12 metros de eslora, cuyos desembarques anuales en conjunto no superaban las 600 toneladas (con excepción del período 1946–1948) y la operación de un reducido número de embarcaciones (menos de 50) que utilizaban arpones para la captura de este recurso. A partir de 1985 se observa un marcado incremento en el número de embarcaciones superiores a 15 metros de eslora motivado por los incentivos económicos asociados a la actividad (rentabilidad). Este proceso de incorporación de nuevas embarcaciones fue acompañado de una mayor tecnificación para llegar cada vez más lejos de la costa, sobre las 120 millas, razón por la cual la Autoridad Marítima comenzó a exigir mayores implementos de seguridad y medios de comunicación (Ponce y Bustos, 1991).

A mediados de la década del 80 la pesquería artesanal de pez espada adquirió mayor dinámica, iniciando un acelerado desarrollo inducido por el ingreso del producto al mercado internacional, la incorporación de la red de enmalle como principal arte de pesca, la disponibilidad de créditos estatales orientados a desarrollar la pequeña y mediana empresa y el acceso a productos de la tecnología espacial, como son las cartas de distribución de la temperatura superficial del mar y posteriormente los posicionadores satelitales (GPS) que facilitaron la actividad y la hicieron más eficiente. Este impulso, generó una flota constituida por embarcaciones artesanales e industriales, con mayor capacidad de operación y mayor número de embarcaciones, lo que permitió ampliar las zonas de pesca más allá de las 200 millas e incrementó fuertemente los desembarques nacionales (Barbieri et al. 1990)

En adición a lo anterior, el año 1991 se inicia la captura de pez espada con palangre. Este aparejo de pesca fue utilizado por flota industrial, que orientó sus actividades extractivas principalmente hacia aguas de las zonas económicas exclusivas de las islas oceánicas (San Félix y San Ambrosio y Archipiélago de Juan Fernández) y en aguas internacionales.

En base a la información disponible sobre los posibles stocks presentes en el Océano Pacífico, el manejo de la pesquería del pez espada realizado por Chile, se basa en la hipótesis que las capturas de pez espada realizadas dentro de la zona económica exclusiva chilena y en la alta mar adyacente a ésta, provienen de una misma unidad de stock. En este contexto el área de la pesquería corresponde a todo el Océano Pacífico Sur Oriental, equivalente al área estadística FAO 87 (Figura 3).



Figura 3. Área de la pesquería de pez espada que incide en la pesquería chilena de este recurso, esta área corresponde al área estadística FAO 87.

2.4.1. Medidas de administración y arte de pesca

El ordenamiento de la pesquería de pez espada considera distintas zonas de operación de las embarcaciones según su tamaño. Estas medidas fueron establecidas mediante el D.S. N° 293 de 1990, el cual establece que las naves con eslora superior a 28 metros deben operar al oeste de las 120 millas náuticas de la costa y aquellas con eslora igual o inferior a 28 metros de eslora no tienen restricción de operación.

Asimismo, mediante Res. Ex. N°135 de 1992, se extendió el área de operación de la flota artesanal inscrita, estableciendo una zona de operación común desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Los Lagos.

Respecto a los artes y aparejos de pesca, el D.S. N° 293 de 1990, estableció el tamaño máximo de las redes de enmalle, así como el número máximo de anzuelos permitidos por lance de pesca a utilizar por embarcaciones mayores de 28 metros de eslora y embarcaciones con eslora igual o menor a 28 metros de eslora, a saber:

Se establece la longitud máxima de las redes a utilizar por la flota chilena en 2.470 metros.

- Para embarcaciones con eslora mayor a 28 metros establece:
 - Superficie máxima de red: 37.500 bz² o 125.574 m²
 - Número máximo de anzuelos por lance: 2.000
- Para embarcaciones con eslora igual o menor a 28 metros establece:
 - Superficie máxima de red: 25.000 bz² o 83.722 m²
 - N° máximo de anzuelos por lance: 1.200

Junto a lo anterior, Chile suscribió y ratificó la Convención sobre prohibición de la pesca con redes de deriva de gran escala en el Pacífico Sur, mediante D.S. N° 1.516 de 1994, que aprueba y ordena cumplir como ley de la República el Protocolo II de dicha Convención. Esta Convención define como redes de gran escala a aquellas cuya longitud excede los 2.500 metros.

Posteriormente, mediante Res. Ex. N° 1307 de 2008, se estableció que la medición de la longitud total y superficie máxima de las redes de pared a que se refieren los artículos 5°, 6° y 7° del D.S. N° 293 de 1990, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, se efectuará considerando la sumatoria total de los paños de red encabalgados y armados que opere, transporte o mantenga a bordo cada embarcación. No se considerará para estos efectos el material utilizado como repuesto o remiendo el que no podrá exceder de un paño de red mayor a 100 metros de longitud máxima, sin encabalgar ni armar. Dicha regulación rige en el área marítima entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Magallanes, con excepción del área marítima comprendida desde la Región de Valparaíso a la Región de Los Lagos e islas oceánicas.

2.4.2. Usuarios de la pesquería

El número de embarcaciones inscritas en el Registro Pesquero Artesanal (RPA), sección pesquería del recurso pez espada, incrementó desde 1.173 a 1.291 en el período 1996 – 1999, disminuyendo posteriormente a 375 el año 2004 y a 282 el año 2009, al efectuar la actualización del Registro Pesquero Artesanal. Luego, con la promulgación de las Leyes 20.445 el año 2010 y 20.560 el año 2012, el número de embarcaciones inscritas aumento a 707 el año 2014. Posteriormente, el año 2018 se autorizó el reemplazo de inscripciones vacantes en el RPA, correspondiente a 280 cupos, autorizados mediante la Res. Ex. N° 2372 de 2018 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, lo que género que a octubre del año 2019 se encuentren inscritas un total de 913 embarcaciones en el RPA.

Respecto del sector industrial, el Registro Pesquero Industrial de pez espada registra un total de 38 naves activas a octubre del año 2019, de las cuales el 35% de las inscripciones se concentra en la Región de Valparaíso.

2.4.3. Desembarque

El pez espada es un recurso altamente migratorio compartido por flotas de diferentes países. En el caso del stock del Océano Pacífico Sur Oriental (OPO), es compartido por Chile, China, Costa Rica, Perú, Ecuador, Colombia, España, Japón, República de Corea, El Salvador, Guatemala, Panamá, Polinesia Francesa, Belice, México, Nicaragua, Taiwán, Uruguay y Vanuatu. Lo anterior implica que las capturas obtenidas en esta área por las flotas extranjeras afectan los intereses de nuestro país en esta pesquería, especialmente en lo que respecta a su sustentabilidad en el tiempo. En este contexto, el informe de la Convención Interamericana del Atún Tropical (CIAT) menciona un incremento en los últimos tres años de las capturas de pez espada en el OPO que sobrepasa las 30.000 toneladas anuales (SAC, 2018). Además, se muestra una tendencia al crecimiento del esfuerzo de pesca de las flotas atuneras en el OPO.

En Chile la pesquería del pez espada ha presentado las cinco fases características de desarrollo (Ward y Scout, 2000), siendo en el período 1989–1992 en donde la pesquería alcanzó importantes niveles de desembarques totales, con un máximo histórico de 7.255 toneladas el año 1991 (Ponce y Bustos, 1991; Donoso *et al*, 2003). En el período 2000–2019, la pesquería chilena de pez espada tiene su acceso regulado y presenta una fase de equilibrio dinámico y de ajuste. Desde el año 2014 se registró un incremento de los desembarques, producto de un aumento en el tamaño de la flota redera artesanal, alcanzando en la temporada 2016 un segundo máximo histórico con 7.097 toneladas de pez espada. Posteriormente los desembarques disminuyeron, registrándose 4.710 toneladas en la temporada del año 2018, lo cuales aumentan hacia el año 2019 (Figura 4) (Barría *et al*, 2019).

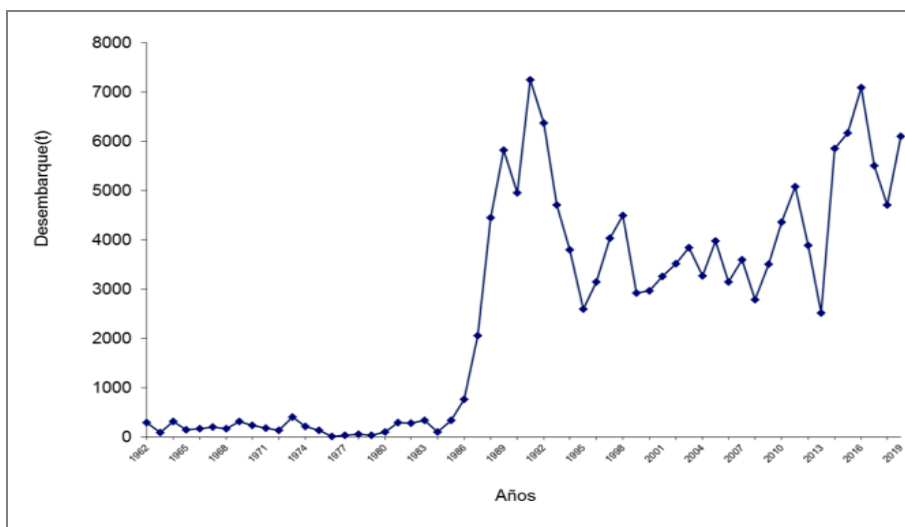


Figura 4. Desembarque de pez espada capturado por la flota industrial y artesanal en Chile. Período 1961–2019 (Fuente Sernapesca /IFOP. Barría *et al*, 2019).

2.4.4 Captura Incidental

El Proyecto Seguimiento de Pesquerías de Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico (SRAM ECO) se enfoca en las pesquerías de especies altamente migratorias de pez espada, tiburón azulejo, marrajo y dorado de altura y su ambiente asociado y centra su investigación en analizar el bienestar del ecosistema, considerando como elementos claves para evaluar los impactos de la pesca las siguientes 5 áreas: 1) Especies objetivos; 2) Especies de la fauna acompañante y especies capturadas incidentalmente; 3) Especies amenazadas y protegidas; 4) Hábitats y 5) Comunidades ecológicas.

Dentro de las especies capturadas incidentalmente por la pesquería, se han reportado algunas que se encuentran amenazadas a nivel global y nacional (e.g. tortugas marinas) y también otras que se encuentran protegidas (e.g. lobos marinos). Los registros de captura incidental en las flotas de red de enmalle artesanal que captura pez espada y en la flota espinelera que captura tiburones pelágicos y dorado de altura se ha registrado de manera continua en el SRAM ECO desde el 2010 hasta la fecha (Barría et al. 2011; Zárate et al. 2020). La captura incidental de tortugas, aves y mamíferos marinos en las pesquerías de recursos altamente migratorios ha registrado un total de 968, 323, y 100 ejemplares, respectivamente. Los mamíferos marinos se han registrado principalmente en la flota redera artesanal de pez espada ($n = 50$), seguido por la flota palangrera industrial pez espada ($n = 27$), flota de palangre artesanal pez espada ($n = 16$) y finalmente por las flotas espinelera artesanal de tiburón ($n = 4$) y flotas espinelera de Dorado de altura ($n = 3$) (Zárate et al. 2020).

Con respecto a los ejemplares de mamíferos marinos capturados incidentalmente, de las aproximadamente 52 especies registradas en Chile (Aguayo -Lobo et al. 1998; Aguayo et al. 2006; Huckle-Gaete y Ruiz 2010), las flotas de recursos altamente migratorios han registrado captura de 8 especies de cetáceos y 2 de pinnípedos. La especie más frecuentemente capturada ha sido el lobo fino de Juan Fernández (*Arctocephalus philippii*; $n = 57$), seguido por el lobo marino común (*Otaria byronia*; $n = 20$) y delfín común (*Delphinus* sp.; $n = 10$). Otras especies como el calderón común (*Globicephala melas*), delfín de Risso (*Grampus griseus*), ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), orca (*Orcinus orca*), ballena azul (*Balaenoptera musculus*), cachalotes enanos (*Kogia* spp.) y calderón de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*) han tenido capturas de menos de 5 ejemplares cada uno (Zárate et al. 2020).

Cabe señalar, que la relación entre la cantidad de ejemplares capturados y la mortalidad resultante debe ser considerada, junto con la cobertura de monitoreo por Observadores Científicos embarcados (OC) a bordo de las distintas flotas, la cual presenta restricciones en las flotas artesanales (~4 %; Zárate et al. 2017, 2018, 2019, 2020), debido a las condiciones de habitabilidad y trabajo, significativamente inferiores a las disponibles en las flotas industriales. Por lo anterior, la



información que se reporta respecto al número de ejemplares capturados incidentalmente sólo representa los viajes realizados por la flota capaz de embarcar observadores quedando así un porcentaje > 90 % de viajes en los que se desconocen los niveles de captura incidental y manipulación de ejemplares por parte de las tripulaciones.

El efecto de la captura sobre las especies de pesca incidental no sólo debe considerar la magnitud en que una especie es capturada sino también su vulnerabilidad (Lewison et al. 2013), lo que se traduce en su estado de conservación (Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN). Respecto a los mamíferos marinos, a pesar de su tamaño y de ser una megafauna carismática, el conocimiento sobre su distribución y estado de conservación es irregular, al punto de existir un 37% de todas las especies que se conocen bajo la categoría de Datos Deficientes (UICN 2021). Además, debido a su diversidad y presencia cosmopolita en los ecosistemas marinos, muchas especies se ven afectadas por diversas actividades antropogénicas, incluyendo pesca, caza, transporte, extracción de petróleo y gas (Whitehead et al. 2000; Gales et al. 2003; Reeves et al. 2003; Helm et al. 2014; Ávila et al. 2018). Como resultado, unas 33 especies de mamíferos marinos están actualmente clasificadas como globalmente amenazadas (UICN 2021). De las especies registradas en la captura incidental de las flotas de recursos altamente migratorios en Chile, la ballena azul está clasificada en peligro a nivel global y nacional (UICN 2021; <http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/>), el lobo fino de Juan Fernández y la ballena jorobada están como Preocupación Menor a nivel global (UICN 2021), sin embargo, en Chile están clasificados como Vulnerables (<http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/>). De las especies restantes, el lobo marino común, delfines comunes y delfín de Risso, se consideran tanto globalmente como en Chile bajo Preocupación Menor. A nivel nacional, el calderón común, los cachalotes cógidos y el calderón de aletas cortas están clasificados como Datos Deficientes y a nivel global de Preocupación Menor. Por último, la orca es considerada en ambos niveles, como una especie con Datos Deficientes (UICN 2021; <http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/>).

En las siguientes Tablas 1, 2, y 3 se resumen las coberturas de muestreo, los números de mamíferos marinos observados y las estimaciones de captura incidental de mamíferos marinos en las pesquerías de recursos altamente migratorios para el período 2015–2020. Se incluyen los datos de las pesquerías de pez espada, dorado de altura y tiburones.

Tabla 1. Resumen de desembarques de pesquerías de recursos altamente migratorias, periodo 2015–2020: Número de viajes totales por estrato, número de lances estimados (mediante un diseño de Muestreo Aleatorio Simple) y coberturas (%) de muestreo de viajes y lances

Flota	Año	Desembarque total (t)	Viajes totales (n°)	Lances		Viajes observados (n°)	Lances observados (n°)	Cobertura viajes	Cobertura lance
				Estimados (n°)	Desv (N°)				
Pez espada /Palangre industrial y artesanal	2015	211	16	254	0	16	254	100%	100%
	2016	392	27	396	7	24	352	89%	89%
	2017	177	24	290	7	23	278	96%	96%
	2018	114	14	230	0	14	230	100%	100%
	2019	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020	-	-	-	-	-	-	-	-
Pez espada /Red de enmalle artesanal	2015	5.923	551	5.663	353	18	185	3%	3%
	2016	6.652	613	6.297	339	11	113	2%	2%
	2017	5.333	737	6.633	994	10	90	1%	1%
	2018	4.605	732	10.248	927	7	98	1%	1%
	2019	5.988	945	14.850	1.016	21	330	2%	2%
	2020	3.861	678	8.475	804	10	125	1%	1%
Dorado de altura/ Espinel artesanal	2015	212	134	1.072	110	5	40	4%	4%
	2016	102	109	926	54	2	17	2%	2%
	2017	51	57	418	129	3	22	5%	5%
	2018	42	69	138	0	1	2	1%	1%
	2019	108	96	595	80	5	31	5%	5%
	2020	90	99	561	47	6	34	6%	6%
Tiburones/ Espinel artesanal	2015	309	322	2.254	-	3	21	1%	1%
	2016	218	259	1.252	440	6	29	2%	2%
	2017	135	189	976	147	6	31	3%	3%
	2018	238	221	1.492	220	8	54	4%	4%
	2019	125	344	2.098	199	10	61	3%	3%
	2020	87	204	944	75	8	37	4%	4%

Tabla 2. Número de mamíferos capturados en la muestra por especie, flota y año.

Estrato	Año	<i>Arctocephalus philippii</i>		<i>Otaria byronia</i>		<i>Delphinus delphis</i>		<i>Globicephala macrorhynchus</i>		<i>Globicephala melas</i>		<i>Balaenoptera musculus</i>	
		vivos	muerdos	vivos	muerdos	vivos	muerdos	vivos	muerdos	vivos	muerdos	vivos	muerdos
Pez espada /Palangre industrial y artesanal	2015	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2016	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2017	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	2018	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pez espada /Red de enmalle artesanal	2015	0	5	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0
	2016	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2018	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
	2019	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	2020	0	0	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0
Dorado de altura/ Espinel artesanal	2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2019	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2020	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiburones/ Espinel artesanal	2015	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2019	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	2020	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 3. Estimación del número de mamíferos muertos, periodo 2015-2020, estimador de razón, Muestreo Aleatorio Simple, junto al Coeficiente de Variación (CV) e IC con aproximación lognormal, pesquerías de recursos altamente migratorios. NC = No calculado.

Especies	Estrato	Año	Nº	CV(N)	Linf	Lsup
<i>Arctocephalus philippii</i>	Pez espada /Palangre industrial y artesanal	2015	0	NC	NC	NC
		2016	0	NC	NC	NC
		2017	2	14	1	3
		2018	1	NC	NC	NC
		2019	-	NC	NC	NC
		2020	-	-	-	-
	Pez espada /Red de enmalle artesanal	2015	164	50	65	418
		2016	87	59	29	255
		2017	0	NC	NC	NC
		2018	0	NC	NC	NC
		2019	0	NC	NC	NC
		2020	0	NC	NC	NC
<i>Otaria byronia</i>	Pez espada /Red de enmalle artesanal	2015	66	70	19	228
		2016	0	NC	NC	NC
		2017	0	NC	NC	NC
		2018	0	NC	NC	NC
		2019	30	99	6	150
		2020	195	58	68	556
	Tiburones/ Espinel artesanal	2015	0	NC	NC	NC
		2016	0	NC	NC	NC
		2017	0	NC	NC	NC
		2018	0	NC	NC	NC
		2019	16	100	3	82
		2020	0	NC	NC	NC
<i>Delphinus delphis</i>	Pez espada /Red de enmalle artesanal	2015	0	NC	NC	NC
		2016	0	NC	NC	NC
		2017	0	NC	NC	NC
		2018	358	80	90	1419
		2019	0	NC	NC	NC
		2020	195	58	67	564
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Pez espada /Red de enmalle artesanal	2015	33	99	7	166
		2016	0	NC	NC	NC
		2017	0	NC	NC	NC
		2018	0	NC	NC	NC
		2019	0	NC	NC	NC

Continuación Tabla 3		2020	0	NC	NC	NC
Especies	Estrato	Año	N°	CV(N)	Linf	Lsup
<i>Globicephala melas</i>	Pez espada /Red de enmalle artesanal	2015	66	70	19	226
		2016	0	NC	NC	NC
		2017	0	NC	NC	NC
		2018	0	NC	NC	NC
		2019	0	NC	NC	NC
		2020	0	NC	NC	NC

2.5 Experimentación de medidas de mitigación de la captura incidental de mamíferos marinos en la pesquería de pez espada con red de enmalle

Como una forma de contribuir en el cumplimiento de la regulación de importación de la Ley de Protección de Mamíferos Marinos e implementar acciones que permitan la identificación de medidas de mitigación para reducir la captura incidental de mamíferos marinos en la pesquería de pez espada con red de enmalle, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, el año 2020 incorporó en el "Proyecto Seguimiento de Pesquerías de Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico (SRAM ECO)" un nuevo objetivo destinado a proponer y evaluar medidas de mitigación orientadas a disminuir la captura incidental de mamíferos marinos en la pesquería de pez espada

En este contexto el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) realizó una revisión bibliográfica de las medidas de mitigación experimentadas en flotas similares en otras partes del mundo (Figura 5 y 6). Del total de medidas analizadas, se seleccionaron dos potenciales medidas que permitirían reducir la captura incidental de mamíferos marinos, basándose en investigaciones experimentales, con tecnologías y técnicas de pesca más viables de ser implementadas en la flota redera de pez espada de Chile, que a la vez cumplan la condición de no tener efectos significativos en los niveles de captura de la pesca objetivo o en otras especies de la pesca incidental o amenazadas de extinción.

La medida de reducción seleccionada para ser evaluada por medio de un experimento sustentado metodológicamente fue la implementación de dispositivos acústicos (pingers). La ejecución de este experimento fue posible gracias a la gestión en conjunto entre IFOP, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y la disposición del sector pesquero, que voluntariamente colaboró poniendo a disposición una embarcación, la cual adicionalmente embarcó observadores científicos en todo el proceso

- **Caracterización de la flota redera artesanal de pez espada**

En el marco del experimento, las características de las embarcaciones se enmarcaron en tres de las cuatro clases del Reglamento de Sustitución de Embarcaciones Artesanales (388/95; MINECOM): lancha menor (7,1 %), lancha media (27,8 %) y lancha mayor (65,1 %), las cuales en general no excedieron los 10 tripulantes y registran una capacidad máxima de bodega de 85 m³ y 50 Toneladas de Registro Grueso (TRG) (Zárate et al. 2020) (Tabla 4).

Medida técnica	Pinnípedos		Cetáceos		Viabilidad económica	¿Práctico?	Impacto sobre captura objetivo	Referencia
	EV	EF	EV	EF				
Dispositivo de disuasión acústica (pingers)	No	?	Si	Si	Si	Si	No*	Ver Tabla 14
Redes detectables visualmente (LED)	No	?	Si	Si	Si	Si	No	Mangel et al. (2018); Bielli et al. (2020)
Disminución del tamaño de malla de la red	No	?	Si	Si	Tal vez	Tal vez	Tal vez	Rojas-Bracho y Reeves (2013); Northridge et al. (2017)
Reducir el perfil vertical	No	?	Si	Si	Tal vez	Tal vez	Si	Fox et al. (2011); Palka (2000)
Disuasores visuales	No	?	Si	Si	Si	Si	?	Kot et al. (2012); Kraus et al. (2014); Knowlton et al. (2016)
Disminución del tiempo de reposo	No	?	Si	?	Si	Si	Tal vez	Northridge et al. (2017)
Redes reflectivas acústicas (redes de óxido de metal/sulfato de bario)	Si	No	Si	No	Tal vez	Si	No	Northridge et al. (2003); Larsen et al. (2007); Trippel et al. (2009); Bordino et al. (2013)
Hora del día/noche	No	?	Si	No	No	No	?	Garrison (2007); Northridge et al. (2017)
Tensión de ruptura - Disminución del diámetro del hilo	Si	?	No	?	Si	Si	?	Northridge et al. (2003)
Tensión de ruptura - Uniones débiles	No	?	No	?	Si	Si	?	NOAA (2018)
Barreras eléctricas	Si	Si	No	?	Si	No	No	Forrest et al. (2009)
Redes con menos boyas	No	?	No	?	Si	Tal vez	Tal vez	Peckham et al. (2016)
Dispositivo de acoso acústico	Si	Durante un tiempo	Si	Si**	Si	Si	No	Geiger y Jeffries (1987); Gearin et al. (1988); *Taylor et al. (1997); Gordon y Northridge (2002); Olesiuk et al. (2002); Fjälling et al. (2006)

*en algunos casos. **efectos negativos a nivel físico, fisiológico y conductual.

Figura 5: Resumen de las medidas de mitigación más efectivas para reducir las interacciones e incrementar la supervivencia de los mamíferos marinos capturados en la flota redera de pez espada. EV = evaluada. EF = efectiva. ? = no se sabe (Zárate et al. 2020).

Pinger	Frecuencia (kHz)	Nivel de emisión (dB)	Nombre común	Resultado	Localidad	Referencia
AHD (ICA S.L)	6.2-9.8	194	Delfin nariz de botella	Sin efecto en reducir captura	Sardinia, Italia	Díaz López y Mariño (2011)
Aquamark 100	20-160	145	Marsopa común	100 % de reducción de captura incidental	Mar Danés	Larsen y Krog (2007)
Aquamark 100 y Aquamark 200	20-160	145	Marsopa común	Sin efecto en reducir la captura incidental	Mar negro, Turquía	Bilgini y Kose (2018)
Aquamark 200	5-160	145	Delfin listado	82 % reducción de captura incidental	Mar de Liguria	Imbert et al. (2007)
DDD3	5-250	s/i	Marsopa común	63 % reducción de captura incidental	Mar Céltico	Northridge et al. (2011)
Dukane Netmark 1000	10	132	Marsopa común	92 % reducción de captura incidental	Golfo de Maine, Estados Unidos	Kraus et al. (1997)
Dukane Netmark 1000	10	132	Marsopa común	100 % de reducción de captura incidental	Jefferies Ledge, Massachusetts, EEUU	Kraus y Brault (1999)
Dukane Netmark 1000	10-12	133-145	Marsopa común	77 % reducción de captura incidental	Bay Lower de Fundy, Canadá	Trippel et al. (1999)
Dukane Netmark 1000	10	132	Marsopa común	87 % reducción captura incidental	Mar Céltico	SMRU (2001)
Dukane Netmark 1000	10	132	Marsopa común	Se registro habituación	Isla Grand Manan, Canadá	Cox et al. (2001)
Dukane Netmark 1000	10	132	Marsopa común	Sin efecto en reducir captura	Mar Skagerrak	Carlstrom et al. (2002)
Dukane Netmark 1000	10	132	Delfin de La Plata	84 % reducción de la captura incidental	Cabo San Antonio, Argentina	Bordino et al. (2002)

Figura 6. Resumen de experimentos con dispositivos acústicos (pingers) para probar su efectividad en disminuir la captura y mortalidad de cetáceos menores. s/i = sin información (Zárate et al. 2020).

Dukane Netmark 1000	10-12	132	Delfin común oceánico	82 % reducción de la tasa de captura incidental	Oregón y California, Estados Unidos	Barlow y Cameron (2003)
Dukane Netmark 1000	10-12	132	Marsopa común	Reducción efectiva de captura incidental	Mar negro, Turquía	Gönener y Bilgin (2007)
Dukane Netmark 1000	10-12	133-145	Marsopa común	Reducción efectiva de captura incidental, se registró habituación	West Scotland, Reino Unido	Carlstrom et al (2009)
Dukane Netmark 1000	10-12	133-145	Delfines comunes, delfín oscuro, delfín nariz de botella, marsopa espinosa, ballenas piloto	73 % reducción captura incidental	Perú	Alfaro-Shigueto (2010)
Dukane Netmark 1000	10-12	120-146	Delfines comunes, delfín oscuro, delfín nariz de botella, marsopa espinosa, ballenas piloto	37 % de reducción de captura incidental	Salaverry, Perú	Mangel et al. (2013)
Future Oceans	10-70	145	Marsopa común	No hay diferencia con redes control	Mar negro, Turquía	Popov et al. (2020)
Lien	2.95	s/i	Marsopa común	88 % reducción captura incidental	Spiike Rock, Washington, EEUU	Gearin et al. (2000)
Lien	2.95	s/i	Marsopa común	79 % reducción captura incidental	Isla Grand Manan, Canadá	Richter et al. (1999)
Lu-1 prototipo	40-120	s/i	Marsopa común	94 % reducción captura incidental	Mar Danés	Larsen (1999)
Pice 99	20-160	s/i	Marsopa común	Sin efecto en reducir la captura	Mar Céltico	Northridge et al. (1999)
No se especifica	2.9 -10	s/i	Delfin nariz de botella	-2 % reducción captura incidental	Queensland, Australia	McPherson et al. (2004)
No se especifica	10-12	135	Zifio de Cuvier, zifio de Hubbs, zifio de Baird	Captura disminuyó a cero	California current, EUA	Caretta et al. (2008)

Figura 6 (continuación). Resumen de experimentos con dispositivos acústicos (pingers) para probar su efectividad en disminuir la captura y mortalidad de cetáceos menores. s/i = sin información (Zárate et al. 2020).

Respecto al arte de pesca, la red de enmalle consiste en una pared conformada por varios paños (aprox. 25), compuestos en su mayoría por polipropileno trenzado o poliéster, principalmente de color negro con un tamaño de malla de 20 - 22 pulgadas. Las dimensiones de la red, tanto largo como alto, varían entre 150-1800 bz y 22 a 35 bz, respectivamente y se encuentra conectada a la embarcación mediante un cabo de unión. La relinga superior de la red se encuentra conectada a los flotadores (en superficie) cada 20 bz mediante un reinal (reinal de flotador) cuya longitud varía entre 5 a 20 bz, mientras que la relinga inferior está compuesta por una línea plomada, cuyo diámetro es de aproximadamente 2,5 cm. En una encuesta realizada a los capitanes y patrones de las embarcaciones se registró que el área de la red se encuentra entre las 17.000 a 121.500 bz². También se registró un máximo de duración de la red de 12 años con remiendas periódicas (Figura 7) (Zárate et al. 2020).

El calado del arte se inicia generalmente después de mediodía y la duración de la maniobra depende de la longitud de la red, aunque normalmente no supera los 60 minutos. Durante el calado se van colocando luces verdes de tipo químicas y/o con baterías eléctricas (pilas), las cuales varían entre 24 a 60 luces por lance y sirven para atraer a las presas del pez espada. Después de una noche de reposo se da inicio al virado de la red entre las 6 a 8 AM. La duración del virado dependerá del nivel de captura, no obstante que por lo general demora de 4 a 6 horas. Con la red en superficie se procede a cortar las aletas con el propósito de desenmallar los ejemplares, los cuales se almacenan en la bodega con capas de hielo escamado para su preservación hasta la recalada. En general el 50% de las embarcaciones poseen capacidad de fabricación de hielo y se utilizan alrededor de 7 a 8 toneladas de hielo por viaje. La duración de la marea dependerá de la capacidad de la bodega, pero en general, no supera los 30 días (Tabla 4) (Zárate et al. 2020)

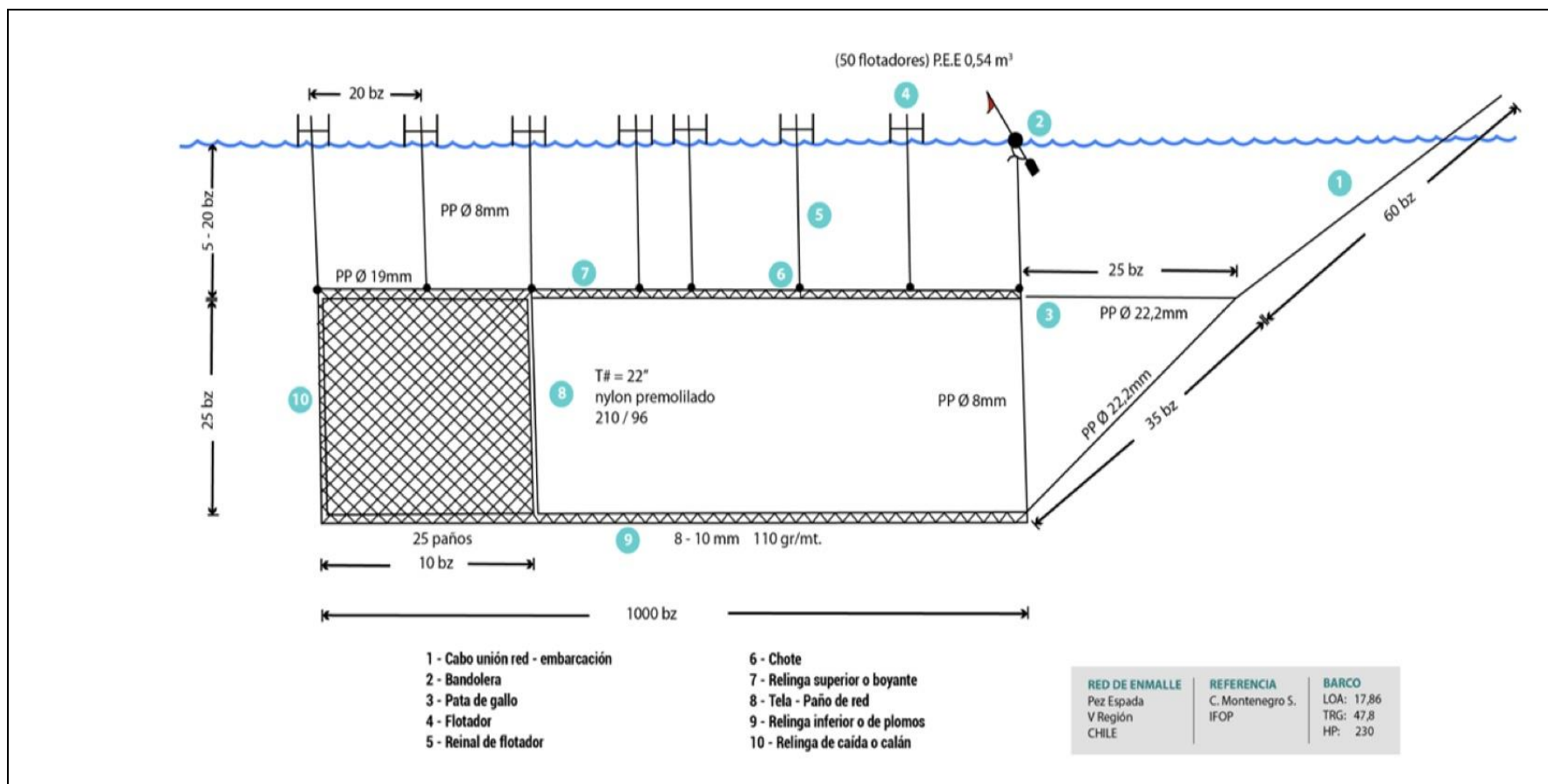


Figura 7. Configuración general del arte de pesca "red de enmalle" en la pesquería del pez espada (Zárate et al. 2020).

- Características de los Dispositivos de Disuasión acústica

Los dispositivos de mitigación acústica se desarrollaron principalmente para disuadir a los mamíferos marinos de acercarse e interactuar con los artes de pesca o jaulas y generalmente se dividen en dos categorías:

- i. dispositivos de acoso acústico (en inglés AHD), que se desarrollaron inicialmente para reducir la depredación por pinnípedos; y
- ii. dispositivos de disuasión acústica (en inglés ADD), diseñados para mitigar la captura incidental de cetáceos.

Para el caso del diseño experimental en Chile, se seleccionó los dispositivos de disuasión acústica, también llamados “pingers” (Figura 8), los que emiten estímulos de frecuencias medias a altas (10 100 kHz) a baja intensidad (generalmente por debajo de 150 dB) a una profundidad de 1 m, con frecuencias armónicas más altas (hasta 160–180 kHz). Estas frecuencias armónicas disuaden delfines (Reeves et al. 1996; Northridge et al. 2003) y es poco probable que causen molestias y su objetivo es alertar a los mamíferos marinos de la presencia de redes. Se ha demostrado que los dispositivos acústicos de disuasión reducen la captura incidental de delfines en una amplia variedad de pesquerías (Reeves et al. 1996; Franse 2005; Caretta et al. 2008; Dawson et al. 2013; Mackay y Knuckey 2013; Mangel et al. 2013; Gönener y Özsandıkçı 2017; Clay et al. 2019), pero su éxito varía según la especie, las características técnicas de los pingers y sus condiciones de uso. Varios de estos estudios muestran que los pingers reducen significativamente la captura incidental de marsopas comunes (*Phocoena phocoena*), del zífido de Cuvier (*Ziphius cavirostris*) y ballenas picudas de Hubbs (*Mesoplodon carlhubbsi*), entre otros.



Figura 8. Dispositivos disuasivos acústicos (ADD) usados para mitigar la captura incidental de mamíferos marinos (Zárate et al. 2020).

En los casos en que estos dispositivos no han tenido efecto en evitar la captura incidental ha sido a menudo por el mal uso de estos dispositivos, pruebas realizadas para reducir la captura incidental de delfines listados en la pesquería de atún rojo (*Thunnus thynnus*) con redes de deriva en Provenza empleando pingers AquaMark® no fueron concluyentes debido al uso parsimonioso de los dispositivos por parte de los pescadores, un espaciado insuficiente de los dispositivos y la falta del reemplazo sistemático de baterías usadas (Imbert et al. 2007).

La implementación en el largo plazo de pingers en las pesquerías comerciales no resultará en un aumento en las tasas de captura incidental de cetáceos, siempre y cuando las redes estén debidamente equipadas con pingers (Carretta y Barlow 2011; Palka et al. 2008; Dawson et al. 2013). Varias evaluaciones de campo de diferentes versiones de estos dispositivos han mostrado un efecto disuasivo, sin embargo, eventualmente los animales expuestos a los sonidos superaron su evitación inicial al área ensonificada, es decir, se habituaron al ruido (Geiger y Jeffries 1987; Gearin et al. 1988; Fjälling et al. 2006). Dentro de los principales efectos secundarios del uso de pingers se encuentran los siguientes:

- i. Reducción de la tasa de captura de la especie objetivo;
- ii. Exclusión de hábitat;
- iii. Trastornos de la audición/ contaminación acústica;
- iv. Habitación; y
- v. Efecto de la “campana para cenar”.

Existe evidencia que respaldaría el uso de pingers como una medida efectiva para mitigar la captura incidental de algunas especies, predominantemente en las pesquerías con redes de enmalle (Dawson et al. 2013; FAO 2018, 2021) (Figura 9). Sin embargo, la eficacia de los disuasores acústicos también depende de su diseño experimental, la pesquería en la que se prueban, el sonido que generan, el nivel de ruido ambiental, el tipo de arte y las prácticas de pesca. Por lo tanto, las pruebas de los dispositivos deben llevarse a cabo en las pesquerías locales antes de su implementación generalizada. El monitoreo del uso de pingers también es fundamental para garantizar que se cumplan los objetivos de reducción de la captura incidental, incluso cuando se haya demostrado que la reducen de manera experimental, ya que los resultados de los experimentos a menudo muestran reducciones mayores que cuando se implementan en una pesquería (Zárate et al. 2020).

- **Diseño experimental dispositivo de disuasión acústica (pingers)**

Los viajes experimentales fueron realizados con la colaboración de la flota artesanal de red de enmalle de Lebu. La unidad experimental fue el lance de pesca, por lo que en cada viaje de pesca

hubo lances experimentales (con pingers) y lances controles (sin pingers). El experimento se llevó a cabo en una embarcación artesanal, la cual realizó su operación normal de pesca, es decir, el patrón de pesca decidió las zonas de operación y el número de días de viaje. Los viajes de pesca llevaron, a un observador científico quien estuvo a cargo del experimento y del monitoreo biológico, quien a su vez capacitó a los pescadores en la instalación, revisión y mantenimiento de los pingers.

El experimento consideró la realización de un mínimo de 100 lances (aproximadamente 8 viajes de pesca con un promedio de 12 lances/viaje), lo que representa un 1,5 % aproximadamente del total de viajes posibles de ser observados en la flota redera en un año normal (Zárate et al. 2019). Los pingers utilizados fueron "Netguard" de Future Oceans que han sido ampliamente recomendados por los propios pescadores de la flota de red de enmalle de Estados Unidos, quienes por mandato deben instalarlos en sus redes (https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=5HtgEG_km2E) y que han demostrado reducir las interacciones con marsopas y delfines. Estos dispositivos tienen una frecuencia de 10 kHz (<https://www.futureoceans.com/netguard-porpoise-dolphin-pinger-10khz/>) con un nivel de presión del sonido de 132 db (Figura 9).



Figura 9. Dispositivos acústicos (pingers) evaluados durante los viajes de pesca de la flota redera de pez espada en Chile (Zárate et al. 2020).

La selección de lances fue por muestreo aleatorio simple, donde el observador le solicitó al patrón de pesca, una vez elegida la zona de pesca y previo al lance, la elección al azar de una tarjeta que indicó si el lance era "con pingers" o "sin pingers". Para tal efecto se disponía de un total de 12 tarjetas (total de lances por viaje de pesca), cada una simulando un lance, 6 de ellas rotuladas "con pingers" y 6 "sin pingers". Para los lances experimentales, los pingers fueron amarrados a la línea de plomos a una profundidad aproximada de 30-45 bz (55 - 82 m). Los pingers se colocaron en posición

horizontal a intervalos de 100 m cada uno (Figura 10). El número de dispositivos por red varió dependiendo del largo de la red que utilizó la embarcación.

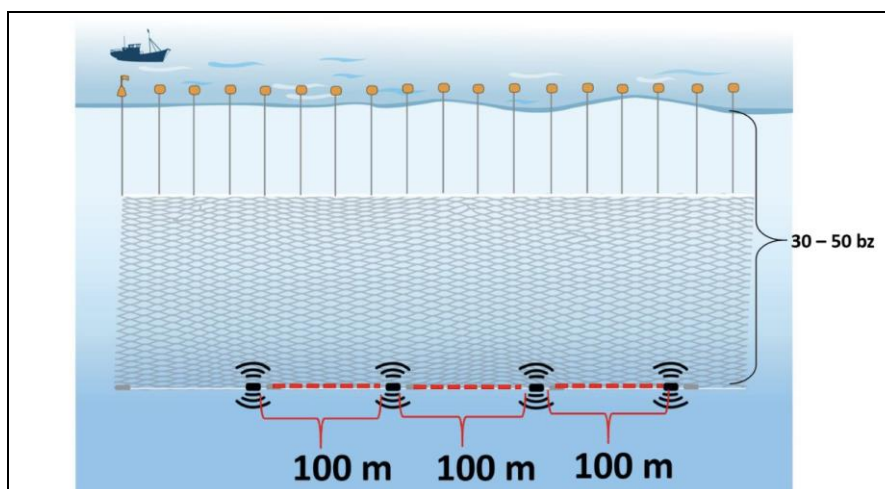


Figura 10. Diseño experimental para evaluar la efectividad de los pingers como medida de mitigación para la captura incidental de mamíferos marinos en la pesquería de pez espada con red de enmalle en Chile (Zárate et al. 2020).

- **Evaluación preliminar de los viajes experimentales con pingers**

A partir del diseño experimental, el Instituto de Fomento Pesquero inició la prueba de los dispositivos acústicos (pingers) tipo “Netguard” (Future Oceans), con la finalidad de evaluar su efectividad en la disminución de la captura incidental de mamíferos marinos. El 6 de marzo de 2012, la embarcación experimental zarpó desde el puerto de Lebu para realizar su primer viaje de pesca de la temporada. Los (pingers) tipo “Netguard” (Future Oceans) con una frecuencia de 10 kHz fueron instalados con la ayuda de la tripulación durante el calado del lance de pesca (Figura 11).

Resultados preliminares, indican que se realizaron un total de 5 viajes experimentales de pesca, los dos primeros operaron al sur de los 39° LS y los siguientes fueron progresivamente avanzando hacia el norte del país. La duración de los viajes de pesca varió entre 23 y 36 días y el número de lances de pesca entre 20 y 27. Del total de lances realizados entre los tres viajes de pesca, el 54 % utilizó pingers (lances experimentales) y el 46 % no (lances controles). Durante los tres primeros viajes se registró una pérdida de pingers que superó las 10 unidades, posteriormente, la pérdida fue mínima (Figura 11).

En los viajes experimentales se capturó un total de 9.899 ejemplares que representaron un total de 96.954 kg de pez espada. De este total, la mayor parte de la captura tanto en número de ejemplares

(53%) como en kilogramos (54%) fue registrada en los lances que utilizaron pingers (Figura 12), por lo que no hubo una disminución de la captura objetivo. Sin embargo, en este experimento no se pudo demostrar su eficacia al momento de reducir la captura incidental puesto que en ninguno de los lances (con o sin pingers) se registró captura l de mamíferos marinos. En base a este resultado, se planea ampliar a un estrato de embarcación con un rango de distribución más reducido y costero, que estaría representado por embarcaciones que operan en la zona norte.

	Viaje N° 1	Viaje N° 2	Viaje N° 3	Viaje N° 4	Viaje N° 5
Fecha de zarpe	06/03	08/04	16/06	05/08	10/09
Puerto de zarpe	Lebu	Lebu	Coquimbo	Coquimbo	Antofagasta
Zona operación (lat)	39°50'- 41°15'	39°35'- 40°17'	24°11'- 28°08'	21°26'- 22°44'	19°58'- 22°30'
Zona operación (lon)	75°10'- 75°38'	74°48'- 76°23'	72°05'- 74°29'	72°18'- 73°22'	71°16'- 74°30'
Número total de lances	20	22	27	27	26
Lances con pingers	10	11	14	15	16
Lances sin pingers	10	11	13	12	10
Pingers perdidos	11	9	6	1	1
Pingers destruidos	2	3	1	0	1
Pingers fallados	0	1	0	1	0
N° mamíferos capturados	0	0	0	0	0
Fecha de recalada	29/03	04/05	19/07	06/09	16/10
Días fuera de puerto (n°)	23	26	33	32	36
Puerto de recalada	Lebu	Lebu	Coquimbo	Antofagasta	Coquimbo

Figura 11. Resumen de los viajes de la embarcación experimental realizados durante el primer semestre del 2021.

Captura objetivo	Lances con pingers					Subtotal c/pingers	Lances sin pingers					Subtotal s/pingers	Total
	Viaje 1	Viaje 2	Viaje 3	Viaje 4	Viaje 5		Viaje 1	Viaje 2	Viaje 3	Viaje 4	Viaje 5		
Pez espada (n°)	74	87	142	151	70	524	64	118	109	125	49	465	989
Pez espada (kg)	9210,6	8320	12274	15402	6760	51966,6	6927,2	12240	8650	12750	4420	44987,2	96953,8

Figura 12. Número de ejemplares y kilogramos de pez espada capturados en los lances con pingers y sin pingers en cada viaje experimental realizado durante el 2021.

- **Valorización del costo de implementación de la medida de mitigación**

Un aspecto importante de las medidas de mitigación se refiere al costo que implica su implementación y utilización por parte de los pescadores. Consecuentemente, se valorizó el costo de implementar y mantener en el largo plazo los dispositivos acústicos (pingers) en las redes de enmalle de la flota de pez espada. Para tal efecto se realizó una evaluación ex-antes mediante un proceso de simulación de la operación total de la flota redera de pez espada, por un periodo de 5 años (vida útil aproximada de los pingers), donde se consideraron las características de las embarcaciones y del arte de pesca, características de operación y los ingresos producto de los desembarques.

La caracterización de la flota redera de pez espada se realizó considerando las siguientes tres categorías de embarcaciones: E1: Embarcaciones de una eslora total hasta 12 metros, E2: Embarcaciones de una eslora mayor a 12 metros y hasta 15 metros y E3: Embarcaciones de una eslora mayor a 15 metros y hasta 18 metros.

Al diferenciar la evolución por tipo de embarcaciones, se observó que E3, presenta la mayor participación tanto en el número de unidades operativas y niveles de desembarque, concentrando el 55% y 77% respectivamente. Por el contrario, E1, concentra el 17% de las embarcaciones operativa y alrededor del 2,5 % de los desembarques totales, siendo un grupo importante respecto de la cantidad de usuarios, pero con una baja participación en la actividad extractiva (Zárate et al. 2020) (Figura 13).

Si bien los niveles de extracción varían entre los diferentes estratos, los tres presentaron comportamientos similares en la estacionalidad de la actividad. De la tipificación de la actividad extractiva, para un universo de 385 embarcaciones que operaron entre los años 2010 a 2019, se identificaron cinco niveles de cluster (Figura 14). En el caso de la agrupación utilizada, se observó que el Estrato 3 presentó tres subdivisiones marcadas principalmente por la zona de operación y días dedicado a la actividad. En este sentido se observa que el clúster 4, que presentó el menor número de embarcaciones, registrando el mayor nivel de desembarque al año (675 t), asociado a una mayor cantidad de días fuera de puerto anual (275) y con una duración media por salida de 19 días, operando en a lo menos dos regiones del país, principalmente entre Coquimbo y Biobío. En el caso de los otros clústeres pertenecientes a embarcaciones entre los 15 a 18 m. de eslora, sus principales diferencias tienen relación con las regiones de operación; mientras en el clúster 3 ésta se centra entre Arica a Valparaíso, el clúster 5 operó entre Biobío a Los Ríos (Zárate et al. 2020).

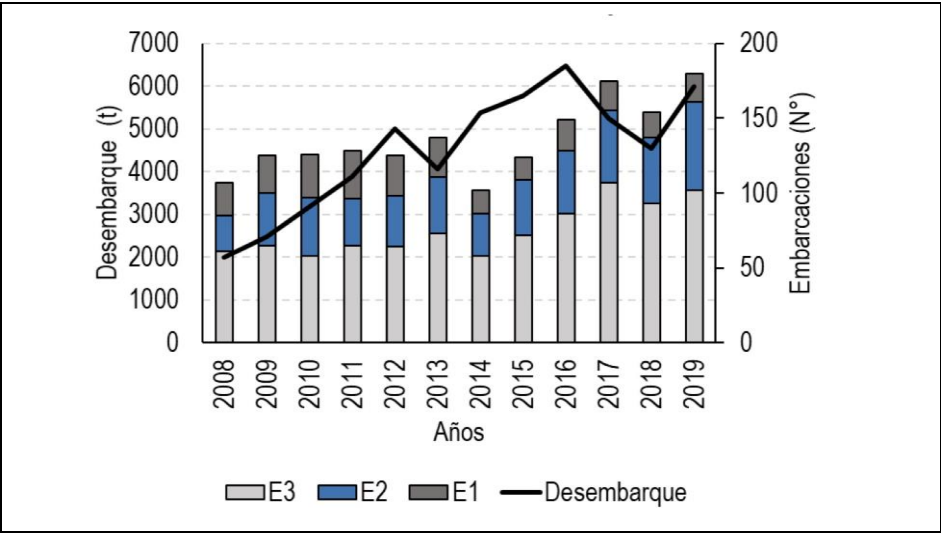


Figura 13. Evolución del desembarque y número de usuarios, separados según estrato para el periodo 2008 –2019 (Zárate et al. 2020).

Estrato	Cluster	Emb. (Nº)	Eslora (m)	Desemb. (t)	Días año (dfp)	Dur. salida (días)	Dep. (%)	Reg. (Nº)	Reg. Desemb
E1	1	30	9,1	2,9	19	8,9	24,1	1,0	Tarapacá a Coquimbo
E2	2	99	13,1	30,6	51	12,0	56,6	1,1	Tarapacá a Valparaíso
E3	3	126	16,0	130,1	176	16,8	54,4	2,3	Tarapacá a Valparaíso
E3	4	24	17,1	674,9	275	19,4	51,3	2,1	Coquimbo a Biobío
E3	5	106	16,9	122,3	126	16,8	59,4	1,7	Arica y Parinacota a Biobío

Figura 14: Principales características de las embarcaciones separadas por cluster (Zárate et al. 2020).

2.6 Manipulación de mamíferos marinos a bordo de embarcaciones pesqueras

Como se indicó anteriormente, el monitoreo de la pesquería por observadores científicos embarcados ha evidenciado la captura incidental de distintas especies de mamíferos marinos, incluyendo *pinnípedos*, lobo fino de Juan Fernández y lobo marino común y *cetáceos*: delfín común, calderón de aleta corta y calderón de aleta larga.

Consecuente a través del presente informe se recomienda el establecimiento del uso de disuasivos acústicos de tipo pingers para reducir estos eventos. Sin embargo, a pesar de su utilización, aún existe la posibilidad de la ocurrencia de captura incidental y que bajo ciertas condiciones algunos ejemplares lleguen a la cubierta de las embarcaciones enredados en las redes, ya sea muertos, heridos o vivos sin daño dependiendo del tiempo de exposición y otros factores. Conforme lo establece el Artículo 7º C de la Ley General de Pesca y Acuicultura, se deberá proceder a la devolución obligatoria al mar de todos los ejemplares de mamíferos marinos que lleguen a bordo de las embarcaciones, bajo protocolos de manipulación que garanticen su supervivencia. En estos casos se deberá tener especial atención con la seguridad de los tripulantes ya que animales estresados o asustados pueden ser agresivos y peligrosos exponiendo al personal a golpes, mordeduras y rasguños particularmente en el caso de lobos marinos. Adicionalmente, existen enfermedades que pueden ser transmisibles desde estos animales al ser humano, por lo que es imprescindible considerar elementos de bioseguridad.

2.6.1 Protocolo para la manipulación de lobos marinos en cubierta

En los casos que uno o más ejemplares de lobo marino llegue a la cubierta de una embarcación, se debe realizar un diagnóstico rápido de su condición física:

- a) Si el animal se encuentra en buenas condiciones, la liberación debe realizarse lo más rápido posible.
- b) Si por el contrario se encuentra aturdido o muestra signos de agotamiento, se debe propiciar su recuperación a bordo, antes de la devolución al mar. Para estos efectos, se debe utilizar algún elemento de contención segura, en un lugar de fácil acceso.

En los casos que el ejemplar de lobo marino que llega a cubierta sea capaz de liberarse por sus propios medios, debe ser arreado hacia afuera de la embarcación, mediante la utilización de escudos de acercamiento. Éstos consisten en elementos de seguridad de material ligero, de madera u otro similar, de un tamaño aproximado de 120 x 60 cm, y con manillas de sujeción en uno de sus lados (Figura 15).

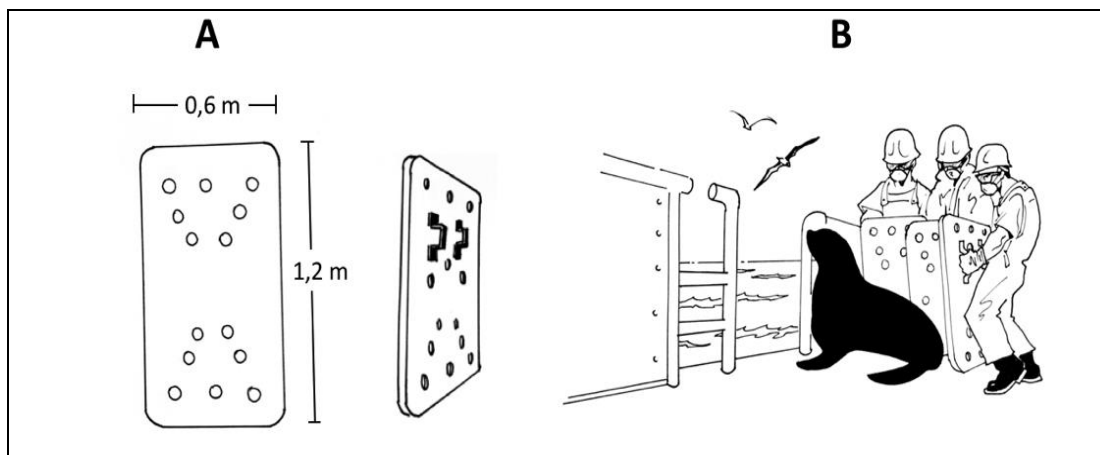


Figura 15. Escudos de acercamiento (A) y forma de utilización para el arreo de lobos marinos a bordo (B). Modificado de Geraci et al. 1993.

Se debe definir un lugar de la embarcación por donde se regresarán los animales al mar. Este lugar debe estar libre de elementos o estructuras que obstruyan el libre paso. Sin perjuicio de lo anterior, es probable que en muchos casos los animales decidan escapar por un lugar distinto al predefinido.

Si el ejemplar que llega a la cubierta lo hace enredado en la red y está imposibilitado de liberarse por sus propios medios, se debe realizar un corte en la red, a una distancia prudente del animal, para generar un espacio que permita su liberación segura.

Para la manipulación segura de lobos marinos en la cubierta de una embarcación, se recomienda disponer de al menos los siguientes utensilios:

- a. Escudos de acercamiento.
- b. Cuchillos para el corte de la red.
- c. Elemento de contención seguro.
- d. Guantes y mascarillas para la seguridad de los tripulantes durante la manipulación.
- e. Lentes de seguridad o antiparras.
- f. Botas y/o zapatos de seguridad.
- g. Traje de agua y casco.

De manera complementaria a las medidas anteriores y para una mejor ejecución de las acciones señaladas es recomendable entrenar y capacitar a las tripulaciones en técnicas de manipulación y devolución segura de lobos marinos.

2.6.2 Protocolo para la manipulación de cetáceos en cubierta (solo aplica a delfines):

Se debe definir un lugar en la cubierta de la embarcación para realizar las maniobras de corte y desenredo del ejemplar desde la red (Figura 16), el que deberá contar con una colchoneta de espuma o cualquier material que evite abrasiones en la piel y mayores daños en el cetáceo.



Figura 16. Ejemplo de manipulación de delfín enmarrado a bordo. Modificado de FAO y ACCOBAMS 20201.

Una vez dispuesto el ejemplar sobre la colchoneta se deberá tener especial cuidado con el aumento de su temperatura y la deshidratación de su piel. Para tales efectos, se recomienda proporcionar sombra y disponer de paños húmedos, mojándolos constantemente, o bien rociar con agua la superficie del ejemplar. En ambos casos, se deberá tener la precaución de no introducir agua por el orificio de respiración ubicado en la parte superior de la cabeza, ni tapar éste con los paños (Figura 17).

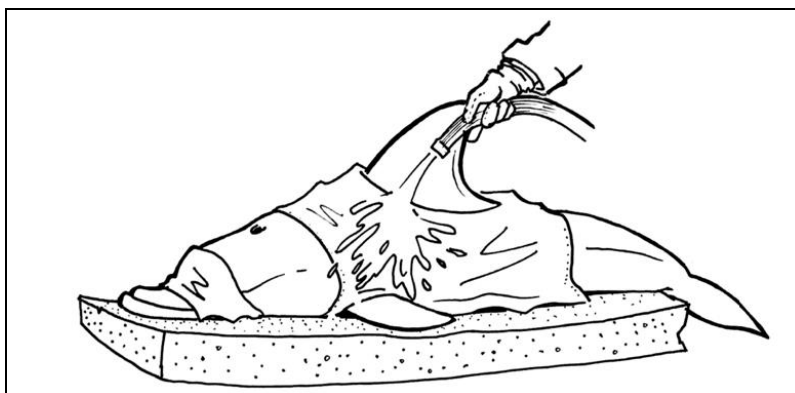


Figura 17. Ejemplo de estabilización de delfín a bordo. Modificado de FAO y ACCOBAMS 2020.

Se prohíbe a todo evento, la manipulación directa de los animales con ganchos, cuchillos o herramientas punzantes, así como su traslado sosteniéndolos de la cola o las aletas pectorales.

Se recomienda utilizar una camilla, una lona u otro material similar que permita desplazar a los animales hasta una de las bandas de la embarcación y proceder a su devolución al mar (Figura 18).

Se deberá tener especial cuidado con la integridad de las aletas pectorales y caudal (cola).

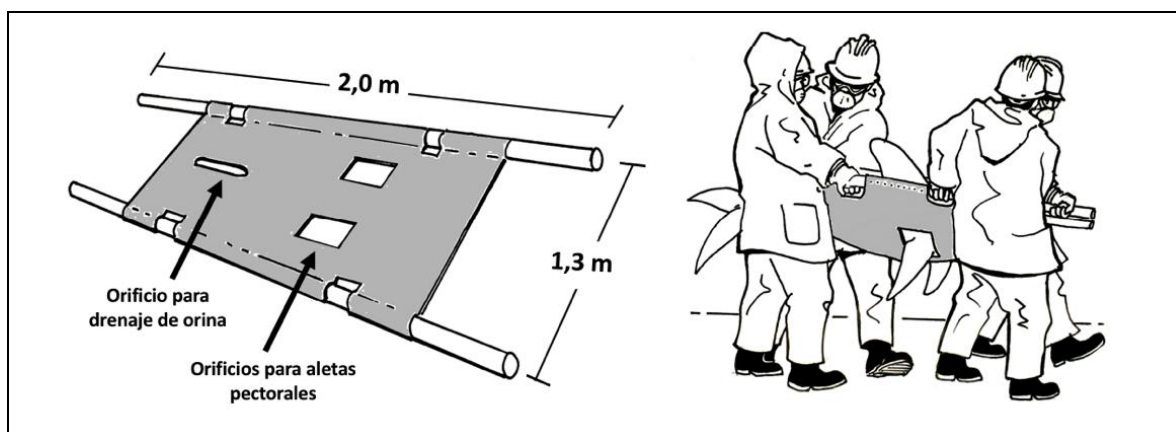


Figura 18. Ejemplo de diseño de camilla y modo de traslado para delfines que considera el cuidado de aletas pectorales.

Para la manipulación de delfines en la cubierta de la embarcación se recomienda disponer de los siguientes utensilios y elementos seguridad:

- a. Mantas y lonas para protección y traslado.
- b. Colchoneta.
- c. Camilla o lona para transportar delfines, de acuerdo a la figura N°5.
- d. Cuchillos para el corte de la red.
- e. Guantes y mascarillas para la seguridad de los tripulantes durante la manipulación.
- f. Lentes de seguridad o antiparras.
- g. Botas y/o zapatos de seguridad.
- h. Traje de agua y casco.

De manera complementaria y para una mejor ejecución de las acciones anteriores se recomienda entrenar y capacitar a las tripulaciones en técnicas de manipulación y devolución segura de cetáceos pequeños.



3. ANALISIS Y CONCLUSIONES

La pesca con redes de enmalle representa una preocupación particular porque se sabe que está asociada con mortalidad por captura incidental de una diversidad de organismos (Northridge et al. 2016; Brownell et al. 2019). Si bien las redes de enmalle son altamente selectivas en términos de tamaño, ofrecen una selectividad interespecífica limitada y pueden capturar tiburones, tortugas, aves y mamíferos marinos (He 2006). Las estimaciones fiables de la captura incidental de mamíferos marinos se han visto obstaculizadas en gran medida por la falta de datos sobre el esfuerzo pesquero, especialmente para redes de enmalle. De la extrapolación de datos de captura incidental en pesquerías en América del Norte (1994–2006) y las métricas disponibles del esfuerzo pesquero de la FAO, Read et al. (2006) estimaron que las pesquerías con redes de enmalle serían responsables del 84 % de la captura incidental de cetáceos en todo el mundo.

Hay desafíos importantes que superar en el desarrollo de métodos técnicos de reducción de la captura incidental en redes de enmalle para aves marinas, mamíferos y tortugas marinas (Brownell et al. 2019; Nelms et al. 2021). Cada uno de estos tres grupos taxonómicos presenta condiciones especiales, factores como la movilidad, las habilidades sensoriales y la atracción por las redes de enmalle como fuente potencial de alimento. Debido a estas diferencias, no es posible encontrar una única solución técnica que funcione para todos los taxones en todas las regiones. La búsqueda de soluciones se hace aún más compleja si se considera que, los métodos propuestos no deben reducir la captura de la especie objetivo (Wiedenfeld et al. 2015; Sacchi 2021).

En respuesta a los niveles de captura incidental de mamíferos marinos en las operaciones de pesca, en el año 2016, el Servicio de Pesquerías de Estados Unidos (NMFS) incluyó en la Ley de Protección de Mamíferos Marinos (MMPA) una nueva normativa, la cual establece la prohibición de exportación de pescado o productos pesqueros de naciones extranjeras que utilicen artes, aparejos y/o cualquier tecnología de pesca comercial que den como resultado la muerte incidental o daño severo en exceso, respecto de los estándares Norteamericanos. Esta normativa, puede repercutir en la estabilidad del mercado de las flotas de pesca de Chile que capturan incidentalmente mamíferos marinos, y consecuentemente ejerce una presión tanto en la búsqueda de medidas de mitigación, como también en la implementación de metodologías que mejoren la obtención de datos, en aquellas flotas con baja o nula cobertura de monitoreo por observadores, y en la obtención de datos poblacionales de los mamíferos marinos en las aguas chilenas. Esto último, para determinar valores de captura incidental límites (por ejemplo, PBR, CLA) y así responder con la mejor información científica disponible ante estos nuevos requerimientos.

En este contexto, la pesquería de pez espada con red de enmalle de Chile fue clasificada, junto a otras 36 pesquerías nacionales, en la categoría “export fishery” de la lista de pesquerías comerciales

extranjeras (LOFF) de Estados Unidos, lo que significa que tienen más que una probabilidad remota de producir captura incidental o daño grave a mamíferos marinos. Si no existe información suficiente que demuestre que la captura incidental es mínima, se mantiene su clasificación como "export". Las pesquerías clasificadas como export, deben elaborar un programa regulador de eficacia comparable con un programa regulador de EE.UU. Entre algunos de los aspectos que debe contener el plan regulador, se considera la implementación de medidas conducentes a reducir la captura incidental total y lesiones graves a una población de mamíferos marinos por debajo del límite de bycatch. Tales medidas pueden incluir: Límites de mortalidad incidental y lesiones graves; liberación cuidadosa y manipulación segura de mamíferos marinos y remoción de artes; marcado de artes; dispositivos de reducción de captura incidental o equipo de evitación (por ejemplo, pingers); modificaciones o restricciones de equipo; o cierres de zona horario

Bajo este escenario, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, con el objeto de mejorar las brechas de conocimiento sobre los cetáceos en aguas chilenas, en el año 2016, incorporó en el Proyecto Seguimiento de Pesquerías de Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico (SRAM ECO) un objetivo denominado *"Estimar la abundancia de cetáceos sobre plataformas de diseño sistemático en las zonas y periodos disponibles"*, con el cual se comenzó el avistamiento de cetáceos en la ZEE, a bordo de cruceros oceanográficos e hidroacústicos que realiza regularmente el Departamento de Evaluaciones Directas (DED) y Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente de IFOP a bordo del B/C Abate Molina. Es así como el 2019, correspondió al cuarto año consecutivo con un total de 17 cruceros realizados que abarcaron la ZEE norte y centro-sur de la ZEE de Chile. Asimismo, dentro de las actividades que involucra el proyecto antes mencionado se destaca el método de marcaje tipo convencional como el satelital de pez espada por medio de los observadores científicos de IFOP, que se utiliza para avanzar en la comprensión de los patrones de migración, desplazamiento y conectividad de los recursos altamente migratorios, como para explorar el potencial de utilizar los datos de movimiento para informar el diseño de las artes de pesca que son más efectivas para capturar pez espada y reducir la captura incidental de tortugas, aves y mamíferos marinos.

Una de las últimas acciones priorizadas por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y ejecutadas por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), para contribuir en el cumplimiento de la regulación de importación de la Ley de Protección de Mamíferos Marinos e implementar acciones que permitan la identificación de medidas de mitigación para reducir la captura incidental de mamíferos marinos en la pesquería de pez espada con red de enmalle fue el año 2020 mediante la incorporación de un nuevo objetivo en el "Proyecto Seguimiento de Pesquerías de Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico (SRAM ECO)" destinado a proponer y evaluar medidas de mitigación orientadas a disminuir la captura incidental de mamíferos marinos en la pesquería de pez espada.



Considerando que los mamíferos marinos que se capturan incidentalmente en la pesquería de red de enmalle de pez espada, el 78% corresponde a especies diferentes de cetáceos y el 22 % a especies de pinnípedos, aunque en número, se han capturado más pinnípedos (otaridos; 77 %) que cetáceos. No obstante, son los cetáceos los que están en categorías de amenaza y otros con información insuficiente para ser categorizados (UICN 2021). Por lo anterior, las medidas de mitigación seleccionadas para ser evaluadas en el marco del proyecto antes mencionado se enfocaron en la captura incidental de cetáceos, particularmente, de delfines y marsopas.

Respecto a la efectividad de las medidas de mitigación se ha demostrado que los disuasivos acústicos “pingers” presentan efectos positivos para reducir la captura incidental de mamíferos marinos y a su vez menor nivel de efectos negativos sobre la captura objetivo, predominantemente en las pesquerías con redes de enmalle. Sin embargo, su éxito varía según la especie, las características técnicas de los pingers y sus condiciones de uso. Asimismo, la eficacia de los disuasores acústicos también depende de su diseño experimental, la pesquería en la que se prueban, el sonido que generan, el nivel de ruido ambiental, el tipo de arte y las prácticas de pesca. Por lo tanto, las pruebas de los dispositivos deben llevarse a cabo en las pesquerías locales antes de su implementación generalizada.

En este contexto en el marco del diseño experimental del “Proyecto Seguimiento de Pesquerías de Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico (SRAM ECO)”, se evaluó la efectividad de los pingers “Netguard” de Future Oceans, los cuales han sido ampliamente recomendados por los propios pescadores de la flota de red de enmalle de Estados Unidos, quienes por mandato deben colocarlos en sus redes con la finalidad de reducir las interacciones con marsopas y delfines. Estos dispositivos tienen una frecuencia de 10 kHz con un nivel de presión del sonido de 132 db y fueron probados en la red de enmalle, amarrados a la línea de plomos a una profundidad aproximada de 30–45 bz (55 – 82 m), los cuales se colocaron en posición horizontal a intervalos de 100 m cada uno, donde el número total de dispositivos por red dependerá del largo de la red que tenga la embarcación. Si bien los resultados preliminares del experimento no son concluyentes respecto a la captura incidental, se destaca que no hubo cambios en la captura de la especie objetivo lo que es un buen antecedente para su adopción.

En los casos en que estos dispositivos no han tenido efecto en reducir la captura incidental ha sido por la selección errónea del dispositivo según el tipo de pesquería especie-específico y/o debido al uso parsimonioso de los dispositivos por parte de los pescadores, un espaciado insuficiente de los dispositivos y la falta del reemplazo sistemático de baterías usadas. Asimismo, la implementación en el largo plazo de pingers en las pesquerías comerciales no resultará en un aumento en las tasas de captura incidental de cetáceos, siempre y cuando las redes estén debidamente equipadas con pingers.

Considerando el punto anterior, es relevante la colaboración que presento la flota artesanal de red de enmalle de pez espada en todo el proceso de implementación del diseño experimental de pingers, en el cual se capacitó a los pescadores en la instalación, revisión y mantención de los pingers a través de un observador científico quien estuvo a cargo del experimento.

Por otra parte, un aspecto importante de las medidas de mitigación se refiere al costo que implica su implementación y utilización por parte de los pescadores. Consecuentemente, se valorizó el costo de implementar y mantener en el largo plazo los dispositivos acústicos (pingers) en las redes de enmalle de la flota de pez espada. Para tal efecto se realizó una evaluación ex-antes mediante un proceso de simulación de la operación total de la flota redera de pez espada, por un periodo de 5 años (vida útil aproximada de los pingers), donde se consideraron las características de las embarcaciones y del arte de pesca, características de operación y los ingresos producto de los desembarques.

El estrato de embarcaciones menores a 12 metros de eslora concentra el 17% de las embarcaciones operativa y alrededor del 2,5 % de los desembarques totales, siendo un grupo importante respecto de la cantidad de usuarios, pero con una baja participación en la actividad extractiva. Sin embargo, Los estratos que corresponden a embarcaciones entre 15 y 18 metros de eslora presentaron el menor número de embarcaciones, registrando el mayor nivel de desembarque al año (675 t). En este contexto, la simulación económica, para el estrato de embarcaciones menores a 12 metros de eslora, presentó los mayores impactos sobre los indicadores económicos (VAN) producto de la adquisición de instrumentos de disuasión, generando una significativa reducción en los niveles de renta esperada. En el caso del estrato de embarcaciones mayores a 12 metros de eslora, estos no presentaron efectos significativos vinculado a la adquisición de los instrumentos de mitigación, obteniendo pérdidas económicas en el VAN que variaron entre un 1% a 14% respecto al escenario base, con menores pérdidas cuando se implementa la medida pingers.

El diseño experimental para probar la efectividad de los pingers da cuenta de la investigación y recolección de datos obtenidos que contribuyen a mejorar los conocimientos científicos y técnicos de la pesquería de pez espada, además de ayudar a los grupos de interés a identificar e implementar medidas para reducir las interacciones con las especies de la captura incidental, para abordar el problema de la mortalidad de mamíferos marinos en las operaciones de pesca con red de enmalle en aguas chilenas.

Si bien los dispositivos acústicos pingers se implementan para disminuir la captura incidental de mamíferos marinos, existe la posibilidad que algunos ejemplares se enmallen en las redes y lleguen a la cubierta de las embarcaciones. En estos casos se debe tener especial atención con la seguridad

de los tripulantes ya que animales estresados o asustados pueden ser agresivos y peligrosos exponiendo al personal a golpes, mordeduras y rasguños. Consecuentemente, se requiere que la flota artesanal disponga de protocolos de manipulación que garanticen la seguridad y a la vez la supervivencia y buen trato de los animales que son devueltos al mar.

Finalmente, las decisiones para el manejo pesquero deben basarse en la mejor información científica disponible, la que, por definición, es generalmente incompleta, dada la complejidad de la toma de datos en un sistema tan extenso y dinámico como es la zona marítima del territorio chileno. Sin embargo, la LGPA mandata aplicar el enfoque precautorio y ecosistémico en la gestión de las pesquerías.

RECOMENDACIÓN

Considerando la interacción de la pesquería con especies de mamíferos marinos, la información científica disponible y los antecedentes sobre el diseño experimental para evaluar la efectividad de los dispositivos acústicos tipo “pingers” expuestos en el presente informe, se recomienda lo siguiente:

- a. Aplicar el artículo 4º letra c) °C de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) en el sentido de establecer el uso de disuasivos acústicos “pingers” en la pesquería de pez espada con red de enmalle para minimizar la captura incidental de mamíferos marinos.
 - b. Para asegurar la efectividad de la medida, se deben tener presente las siguientes consideraciones
 - A partir del diseño experimental para evaluar la efectividad de los pingers, se recomienda utilizar dispositivos acústicos (pingers) tipo “Netguard” (Future Oceans), con una frecuencia de 10 kHz con un nivel de presión del sonido de 132 db;
 - El número de dispositivos dependerá del largo total de la red de cada embarcación, considerando que deben ir amarrados en la línea de plomos a una profundidad aproximada de 30-45 bz (55 - 82 m) en posición horizontal a intervalos de 100 m cada uno.
 - c. La presente medida aplica para las embarcaciones inscritas en el Registro Pesquero Artesanal de pez espada con enmalle éntrelas Regiones de Arica y Parinacota y Los Lagos y deberá implementarse, considerando la eslora de las embarcaciones y la factibilidad económica y práctica.
- Para tal efecto se establece un periodo de 24 meses para su implementación
- d. Ante el evento que ejemplares de mamíferos marinos (aplica solo lobos marinos y delfines) lleguen vivos a la cubierta de las embarcaciones, se deberá tener especial atención con la seguridad de los tripulantes ya que animales estresados o asustados pueden ser agresivos y peligrosos exponiendo al personal a golpes, mordeduras y rasguños. Consecuentemente, en estos casos se deberá proceder a la devolución obligatoria al mar de todos los ejemplares, según lo establece el Art. 7ºC de la LGPA y bajo los protocolos de manipulación conforme al Artículo 4º letra e) descritos el numeral 2.6 (sub numerales 2.6.1. y 2.6.2) del presente

informe, los que deberán ser compatibles con el sistema de registro de imágenes en los casos que aplique (embarcaciones mayores a 15 metros a partir de 2024) (D.S. N° 76 de 2015).

- e. Los armadores artesanales deberán informar la captura incidental en las Bitácoras de Pesca en formato papel a que se refiere el D.S. N° 129 de 2013, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
- f. El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, la Armada de Chile y otros organismos competentes de la Administración del Estado deberá establecer las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.
- g. El Servicio deberá remitir semestralmente un Informe a la Subpesca, que resuma la frecuencia de eventos de captura incidental de mamíferos marinos en base a la información referente a los Dispositivos de Registro de Imágenes en los casos que aplique (DRI) y Bitácoras de Pesca, con la finalidad de evaluar el desempeño de la medida

RHV/LCG/cbm

3 BIBLIOGRAFIA

Aguayo-Lobo A, Torres D, Acevedo J (1998). Los mamíferos marinos de Chile. I. Cetacea. Serie Científica INACH, 48: 19-159.

Aguayo A, Acevedo J, Vargas R (2006). Diversidad de mamíferos marinos en las aguas del archipiélago de los chonos (43o 39's-45o 50's), XI región de Chile. Ciencia y Tecnología del Mar, 29(2): 129-145.

Allen R. y R. Punsly. 1984. Catch rates as indices of abundance of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the eastern Pacific ocean. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull 18:303-379.

Anon, 1994. Análisis del mercado de albacora. Informe Técnico, Subsecretaría de Pesca, 19 pp.

Barbieri, M.A. 2001. Invest. CTP pez espada año 2001. Revisión metodológica. Informe Final Subsecretaría de Pesca-IFOP.70 pp.+Anexos.

Barbieri, M.A. C. Canales, V. Correa, M. Donoso, A. González, B. Leiva, A. Montiel, y E. Yáñez. 1998. Development and present state of the swordfish, *Xiphias gladius*, fishery in Chile. US: Nat. Mar. Fish. Serv., NOAA Tech. Rep.NMFS 142:77-88.

Barbieri M.A. E. Yáñez, L. Ariz y A. González. 1990. La pesquería del pez espada: Tendencias y perspectivas. In Perspectivas de la Actividad Pesquera en Chile (Escuela de Ciencias del Mar, UCV: Valparaíso, Chile, 1990, pp. 196-214.

Barbieri M.A. C. Canales, V. Correa, M. Donoso, A. González, B. Leiva, A. Montiel y E. Yáñez, 1998. Development and Present State of Swordfish, *Xiphias gladius*, Fishery in Chile. In Biology and Fisheries of Swordfish, *Xiphias gladius*. Papers from the International Symposium on Pacific Swordfish, Ensenada Mexico, 11-14 December 1994. I. Barrett, O. Sosa-Nishizaki and N. Bartoo Editors. NOAA Technical Report NMFS (142). Technical Reports of the Fishery Bulletin. Pág 1-10

Barbieri M.A. J. Donoso, E. Yáñez, A. González, V. Catasti y M. García, 1995. Monitoreo de la pesquería del recurso pez espada (I - X Regiones), 1994. Informe Final Proyecto FIP N° 93-11, 81 pp + anexos.

Barbieri M.A. J. Donoso, E. Yáñez, V. Correa y A. González, 1996. Evaluación indirecta del stock de pez espada en las Regiones I a X. Informe Final Proyecto FIP N° 94-29, 74 pp.

- Beverton, R. y S. J. Holt. 1957.** On the dynamics of exploited fish populations, Chapman & Hall, Fish and Fisheries Series 11.
- Barría, P. M. Donoso, F. Cerna, J. Azócar, M. Nilo y E. Palta. 2003.** Seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. Investigación situación pesquería recursos altamente migratorios, 2003. Informe de Avance corregido. IFOP-SUBPESCA: 89 p (más tablas y anexo).
- Barría, P. J. Azocar, A. González, C. Bernal, S. Mora, F. Cerna, H. Miranda y D. Devia. 2013.** Convenio I: Asesoría integral para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura 2012. Actividad 1: Seguimiento General de Pesquerías. Pesquería Recursos Altamente Migratorios 2012. Informe Final. pp.137 + Tablas y anexos.
- Barría, P. J. Azocar, A. González, C. Bernal, S. Mora, F. Cerna, D. Devia y H. Miranda. 2018.** Convenio I: Asesoría integral para la Pesca y la Acuicultura 2018. Proyecto 1.14: Programa de seguimiento de Recursos Altamente Migratorios 2018. Informe Final.
- Barría P, González A, Devia D, Mora S, Miranda H, Barraza A, Cerna F, Cid L, Ortega J (2019)** Seguimiento pesquería recursos altamente migratorios. Aspectos biológicos pesqueros, 2018. Informe Final. IFOP – Subsecretaría de Pesca. 189 pp.
- Bartoo, N.W. y A. L.Coan, Jr. 1989.** An assessment of the Pacific Swordfish resource. In Stroud, Richard H. (editor), Planning the Future of Billfishes: Research and Management in the 90s and Beyond. Proceedings of the Second International Billfish Symposium; Kailua_Kona; Hawaii, August 1-5, 1998, Part 1: Fishery and Stock Synopses, data Needs and management, National Coalition for marine Conservation, Inc., Savannah, Georgia:137-151.
- Boggs, C.H. 1989.** Vital rate statistical for billfish stock assessment. In Stroud, Richard H (editor). Planning the Future of Billfishes: Research and Management in the 90s and Beyond. Proceedings of the Second International Billfish Symposium, Kailua-Kona, Hawaii, August 1-5, 1988, part 1: Fishery and stock Synopses, data Needs and management, National Coalition for Marine Conservation, Inc Savannah, Georgia:225-233.
- Canales, C. y F. Ponce. 1995.** Estimación de la talla crítica de pez espada (*Xiphias gladius*) y proposición de un tamaño mínimo de extracción. Informe Técnico. Subsecretaría de Pesca, Chile. 10 pp. +Anexos.

Carretta JV, Barlow J, Enriquez L (2008) Acoustic pingers eliminate beaked whale bycatch in a gill net fishery. *Marine Mammal Science*, 24(4): 956-961.

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

Clay TA, Alfaro-Shigueto J, Godley BJ, Tregenza N, Mangel JC (2019) Pingers reduce the activity of Burmeister's porpoise around small-scale gillnet vessels. *Mar Ecol Prog Ser*, Vol. 626: 197-208. Doi: 10.3354/meps13063.

CIAT; 2015. Report of the 1st Technical Meeting on Dorado. Inter-American Tropical Tuna Commission. Manta, Ecuador, 14-16 October 2014. 38 pp.

Chong, J. 1992. Determinación de edad y estimación de crecimiento en albacora (*Xiphias gladius*, L). Etapa I. Informe Técnico, U. Cat. Sma. C., 33 pp.

Chong, J. et al. 1996. Estudio del proceso reproductivo y marcadores genéticos en el pez espada (*Xiphias gladius* L) durante la temporada de pesca 1995, frente a las costas de Chile, Informe Técnico, U. de Concepción, 62 pp.

Chow, S. Y. Okamoto, Y. Uozumi, Y. Takeuchi y A. Takeyama. 1997. Genetic stock structure of the swordfish (*Xiphias gladius*) inferred by PCR-RFLP analysis of the mitochondrial DNA control region. *Mar. Biol.* 127:359-367.

Claramunt, G. G. Herrera, M. Donoso y E. Acuña, 2009. Periodo de desove y fecundidad del pez espada (*Xiphias gladius*) capturado en el Pacífico suroriental. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 37(1): 29-41, 2009. Special issue: "Swordfish fisheries in the southeastern Pacific Ocean". E. Yáñez (Ed). DOI: 10.3856/vol. 37-issue1-fulltext-3.

Dawson SM, Northridge S, Waples D, Read AJ (2013) To ping or not to ping: the use of active acoustic devices in mitigating interactions between small cetaceans and gillnet fisheries. *Endangered Species Research*, 19: 201-221.

- De Martini, E.E. J. Uchiyama y W. Happy. 1999. Sexual maturity, sex ratio, and size composition of swordfish, *Xiphias gladius*, caught by the Hawaii-based pelagic longline fishery. Fish. Bull. 98:489-506.
- De Martini, E.E. 1999. Size-at-maturity and related reproductive biology. Proceedings of the 2nd International Pacific Swordfish Symposium. NOAA-TM-NMFS-SWFSC, pág.:161-169.
- Donoso M. y C. Montenegro, 1992a. Inves. monitoreo pesquería de albacora, temporada 1989-1990, Informe Técnico, SUBPESCA - IFOP, 41 pp.
- Donoso M. y C. Montenegro, 1992b. Inves. monitoreo pesquería de albacora temporada 1991, Informe Técnico, SUBPESCA - IFOP, 36 pp.
- Donoso M. y C. Montenegro, 1993. Investigación monitoreo pesquería de albacora temporada 1992, Informe Técnico, SUBPESCA - IFOP, 71 pp.
- Donoso, M. y J. Chong, 1995. Investigación clave talla-edad del desembarque de pez espada (*Xiphias gladius*) durante la temporada de pesca 1994-1995. Informe Técnico, SUBPESCA-IFOP, 8 pp.
- Donoso, M. y J. Chong, 1997. Investigación clave talla-edad del desembarque de pez espada (*Xiphias gladius*) durante la temporada de pesca 1995-1996. Informe Técnico, SUBPESCA-IFOP, 24 pp.
- Donoso, M. 1999. Investigación situación pesquería pelágica zona centro-sur, 1998. Pesquería de pez espada. Informe Técnico, SUBPESCA-IFOP, 147 pp.
- Espíndola, F. E.Yañez y M.A. Barbieri, 2011. El Niño Southern Oscillation and spatial-temporal variability of the nominal performances of swordfish (*Xiphias gladius*) en the Southeastern Pacific. Revista de Biología Marina y Oceanografía Vol.46,N| 2:231-242, Agosto 2011.
- Espíndola, F. R. Vega, E. Yáñez, 2009. Identification of the spatial-temporal distribution pattern of swordfish (*Xiphias gladius*) in the Southeastern Pacific. . Lat. Am. J. Aquat. Res., 37(1): 43-57, 2009. Special issue:"Swordfish fisheries in the southeastern Pacific Ocean". E. Yáñez (Ed). DOI: 10.3856/vol. 37-issue1-fulltext-4.



FAO (2018) Report of the Expert Workshop on Means and Methods for Reducing Marine Mammal Mortality in Fishing and Aquaculture Operations, Rome, 20–23 March 2018. FAO Fisheries and Aquaculture Report No.1231. Rome, Italy. 124 pp

Fournier, D.A. J.R. Sibert, J. Majkowski y J. Hampton, 1990. MULTIFAN a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length frequency data sets illustrated using data for southern blue fin tuna (*Thunnus maccoyii*). Can J. Fish. Aquat. Sci. 47:301–317.

Gatica, C. R. Quiñones, D. Figueroa, R. Wiff, E. Navarro y M. Donoso, 2009. Asociación entre la Corriente de Deriva de los Vientos del Oeste, la abundancia relativa del pez espada (*Xiphias gladius*) frente a la costa de Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 37(1):97–105, 2009. Special issue: "Swordfish fisheries in the Southeastern Pacific Ocean". E. Yáñez (Ed). DOI: 10.3856/vol.37-issue1-fulltext-8.

Gönener S, Özsandıkçı U (2017) Technical measures in order to decrease interactions between dolphins and fishermen: pingers. J Aqua Eng Fish Res, 3(3): 151–159.

Helm RC, Costa DP, DeBruyn td, O'Shea TJ, Wells RS, Williams TM (2014) Overview of Effects of Oil Spills on Marine Mammals. In: Handbook of Oil Spill Science and Technology, pp. 455–475.

Hilborn, R. y C. Walters, 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment, Chapman and Hall, NY, 570 pp.

Hinton, M. y M. Maunder. 2011. Status of swordfish in the Eastern Pacific Ocean in 2010 and Outlook for the future. Document SAC-02-09. Inter-American Tropical Tuna Commission Scientific Advisory Committee. 2nd Meeting. La Jolla, California (USA). 9–12 May 2011. 33 pp.

Hinton, M. and J. Alvarado Bremer. 2007. Stock structure of swordfish in the Pacific. Document SAR-8-11. Inter-American Tropical Tuna Commission. Working Group to review stock assessment. 8th Meeting. La Jolla, California (USA). 7–11 May 2007. 11pp.

Ibáñez, C. C. González y L. Cubillos, 2004. Dieta del pez espada *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, en aguas oceánicas de Chile central en invierno de 2003. Invest. Mar. Valparaíso, 32(2):113–120, 2004.

Imbert G, Laubier L, Malan A, Gaertner JC, Dekeyser I (2007) La thonaille ou courantille volante: rapport final à la région Provence-Alpes-Côte D'Azur. Marseille, Centre d'Océanologie.

Ito, R. A. Coan, 1999. US Swordfish fisheries of the North Pacific. Proceedings of the 2nd International Pacific Swordfish Symposium. NOAA-TM-NMFS-SWFSC, pág.:19-38.

Kimura, D.K. 1981. Standardized measures of relative abundance based on modeling log(c.p.u.e.), and their application to Pacific Ocean perch (*Sebastes alutus*). J. Cons. int. Explor. Mer 39:211-218.

Kleiber, P. 1999. Very preliminary North Pacific Swordfish Assessment. 2nd Meeting of the Interim Scientific Committee for Tuna-like Species in the North Pacific Ocean. Mimeo, 18 pp.

Leiva, B. 1993. Análisis de estructuras para el cálculo de la edad y del crecimiento del pez espada (*Xiphias gladius*), y evaluación preliminar de los parámetros de crecimiento. Tesis, U. Cat. Valp., 83 pp.

Lewison RL, Wallace B, Alfaro-Shigueto J, Mangel JC, Maxwell SM, Hazen EL (2013) Fisheries bycatch of marine turtles: lessons learned from decades of research and conservation. The Biology of Sea Turtles, 3: 329-351.

McCullagh, P. y J.A. Nelder, 1989. Generalized linear models, Chapman and Hall, NY, 511 pp.

Mackay AI, Knuckey IA (2013) Mitigation of marine mammal bycatch in gillnet fisheries using acoustic devices—literatura review. Final Report to the Australian Fisheries Management Authority. South Australian Research and Development Institute (SARDI). http://www.pir.sa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0009/257805/Gillnet_Acoustic_Bycatch_Report.pdf. Accessed 7 July 2017.

Mangel J, Alfaro-Shigueto J, Witt M, Hodgson D, Godley B (2013) Using pingers to reduce bycatch of small cetaceans in Peru's small-scale driftnet fishery. Fauna & Flora, 1 -12 pp. Doi: 0.1017/S0030605312000658.

Mejuto, J. y B. García-Cortés. 2002. Revisión actualizada de la información científico-técnica sobre la actividad de la flota comunitaria (española) de palangre de superficie de pez espada (*Xiphias gladius*) en el Pacífico S.E., con especial referencia al período 1998-2001. Tercera

Reunión Técnica de pez espada entre la Comunidad Europea-Chile. Santiago de Chile, mayo 2002.

Mejuto, J. B. García-Cortés y R. Lorca. 2003. Observaciones científicas realizadas a bordo de un palangrero de superficie comercial de la U.E (España) en el Océano Pacífico Sur durante el año 2002. Doc. BST/2003, New York, 22-23 julio 2003. 13 pp.

Mejuto, J. y B. García-Cortés 2003. Actualización de la información científico-técnica sobre la actividad de la flota de la U.E (España) en el Pacífico S.E., con especial referencia al año 2001. Doc. BST/2003, New York, 22-23 julio 2003. 11 pp.

Montiel, A. 1996. Determinación de la edad y del crecimiento del pez espada (*Xiphias gladius*) explotado frente a las costas de Chile. Tesis, U. Cat. Valp., 79 pp.

Northridge S, Fortuna C, Read A (2003) Resolution 2.12 Lignes directrices pour l'utilisation de dispositifs acoustiques. Annexe 1 Réunion des parties de l'ACCOBAMS. ACCOBAMS. 15 pp.

Olguín L. D. Salazar y D. Jackson. 2014. Chungara, Revista de Antropología chilena. Vol 46,Nº2, 2014, pp. 177-192.

Parma, A. 1993. Retrospective catch-at-age analysis of Pacific halibut: implications on assessment of harvesting policies. Proc. Int. Symp. Manag. Strat. Expl. Fish Pop. AK-SG-93-02, pp: 247-264.

Payá, I. C. Canales, D. Bucarey, M. Canales, F. Contreras, E. Leal, R. Tascheri, A. Yañez, M.J. Zuñiga. 2014. Convenio II: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales 2014. Proyecto 2.16: Revisión de los Puntos biológicos de referencia (rendimiento máximo sostenible) en las pesquerías nacionales. Documento de avance 3. 72 pp.

Polachek, T. R. Hilborn y A.E. Punt, 1993. Fitting surplus production models: comparing methods and measuring uncertainty. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50:2597-2602.

Ponce, F. 1996. Evaluación de stock del recurso pez espada (*Xiphias gladius*). Informe Técnico, Subsecretaría de pesca, Valparaíso, 10 pp.

- Ponce, F. y R. Bustos. 1991. La pesquería de pez espada *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758 en Chile. Revista Pacífico Sur, N° 19, 1991, pp 25–34.
- Reeves RR, Hofman RJ, Silber GK, Wilkinson DM (eds) (1996) Acoustic deterrence of harmful marine mammal–fishery interactions: proceedings of a workshop held in Seattle, Washington, 20–22 March 1996. NOAA Technical Memorandum NMFS–OPR–10. Washington DC, NOAA.
- Reeves RR, McClellan K, Werner TB (2013) Marine mammal bycatch in gillnet and other entangling net fisheries, 1990 to 2011. Endangered Species Research, 20: 71–97. Doi: 10.3354/esr00481.
- Roa, R. B. Ernst y M. Donoso. 1999. Investigación CTP pez espada año 2000. Informe Técnico, SUBPESCA – IFOP – Universidad de Concepción, 57 pp.
- Serra, R. G. Böhm y M. Donoso. 1996. Programa de seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. Proyecto: Investigación situación pesquería pelágica zona centro-sur, 1995. Informe Técnico, SUBPESCA – IFOP, 68 pp.
- Serra, R. G. Böhm, M. Donoso y H. Miranda. 1997. Programa de seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. Proyecto: Investigación situación pesquería pelágica zona centro-sur, 1996. Informe Técnico, SUBPESCA – IFOP, 89 pp.
- Serra, R. et al. 1998. Programa de seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. Proyecto: Investigación situación pesquería pelágica zona centro-sur, 1997. Informe Técnico, IFOP, 61 pp.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG.). Anuarios estadísticos de pesca. Años: 1969 a 1997. Ministerio de Agricultura, Chile.
- Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). Anuarios estadísticos de pesca. Años: 1978 a 2009. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile.
- Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). Anuarios estadísticos de pesca. Años: 2010 a 2018. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Chile.
- Sosa–Nishizaki O. 1995. Ageing swordfish using otoliths: review of background information. Proceedings of the 2nd International Pacific Swordfish Symposium.

- Sosa-Nishizaki, O. y M. Shimizu. 1991. Spatial and temporal CPUE trends and stock unit inferred from them for the Pacific swordfish caught by the Japanese tuna longline fishery. Bulletin of the National Research Institute of Far Seas Fisheries 28: 75-89.
- Uchiyama, J.H. A.R. Skillman, J. D. Sampagna y E. E. De Martini. 1998. A preliminary assessment of the use of hard parts to age central Pacific swordfish, *Xiphias gladius*. U.S. Nat.Mar.Fish. Serv., NOAA Tech. Rep.NMFS 142: 261-273.
- Uozomi, Y. y K. Yokawa, 1999. Japanese swordfish fisheries in the Pacific Ocean. Proceedings of the 2nd International Pacific Swordfish Symposium. NOAA-TM-NMFS-SWFSC, pág.:3-8.
- Velasco, F. y M. Quintans. 1999. Feeding habitats in pelagic longline fisheries: a new methodological approach applied to swordfish (*Xiphias gladius*) in central eastern atlantic.SCRS/99/128. 8 pp. y Anexos.
- West, G. 1990. Methods of Assessing Ovarian Development in Fishes: a Review. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 41:199-222.
- Weidner, D. y J. Serrano. 1997. World swordfish Fisheries. An analysis of Swordfish Fisheries, Market Trends, and Trade Patterns. Past-Present-Future. Vol. IV. Latin America. Part A. South America. Section 1. Pacific. Segment B. Chile. Prepared by The Office of Science an Technology. NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-27. pp. 429-843.
- Yabé, H. S. Ueyanagi, S. Kikawa y H. Watanabe. 1959. Study on the life-history of the swordfish. Nanki Reg. Fish. Es. Lab., Rep., 10:107-150.
- Whitehead H, Reeves RR, Tyack P (2000) Sciences and the conservation, protection and management of wild cetaceans. In: Mann J, Connor RC, Tyack PL, Whitehead H (eds.) Cetacean Societies: Field Studies of Dolphin and Whales. The University of Chicago Press, Chicago and London and USA, pp. 308-332.
- Zárate, P. 1997. Biología reproductiva del pez espada *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758 en aguas chilenas. Tesis. Universidad Católica del Norte, Coquimbo. 111 p.
- Zárate P, Álvarez-Varas R, Azócar J, Donoso M, Guerra C, Ortíz JC, Palma A, Ponce F, Salinas P. Sieldfeld W, Soto M (2017a) Avances en la elaboración del "Plan de Acción Nacional para la



Protección y Conservación de las tortugas Marinas en Chile". Libro resúmenes VI Simposio Regional sobre tortugas marinas en el Pacífico Sur oriental. Arica, Chile. 79 pp.

Zárate P, Azócar J, Devia D, Bello R, Ferrada S, González MT, López S, Urzúa A, Barrios R, Canales-Aguirre C, Friz J, Galleguillos R, Guzmán F, Herrera V, Sepúlveda F, Saavedra JC (2017b) Informe Final Convenio de Desempeño 2016. Seguimiento Pesquerías Recursos Altamente Migratorios año 2016. Enfoque ecosistémico. 413 pp.

Zárate P, Azócar J, Devia D, Ojeda R, Bohm G, Montenegro C, Vega R (2017c) Captura incidental de tortugas marinas en las pesquerías chilenas. Libro resúmenes VI Simposio Regional sobre tortugas marinas en el Pacífico Sur oriental. Arica, Chile. 79 pp.

Zárate P, Cari I, Clavijo L, Azócar J, Saavedra JC, Devia D, Salinas C, Klarian S, Harrod C, Vargas F, Fernandoy F, Moreno Y, Cárcamo C, Quintanilla I, Curaz S, Julca J, Fernández M, Bedriñana L, Hucke R, Viddi F, LaCasella E, Roden S, Dutton PH, Bello R, González D (2019). Pesquería Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico, año 2018. Informe Final. Convenio de Desempeño 2018. Instituto de Fomento Pesquero. 374 pp.

Zárate P, Cari I, Clavijo L, Devia D, Bedriñana L, Hucke R, Viddi F, Quiroga E, Salinas N, Muñoz Cyndi, Vásquez C, Cifuentes U, Bello R, González D, Sepúlveda C, Aalbers S, Ogueda A, LaCasella E, Roden S, Dutton PH (2020) Pesquería Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico, año 2019. Informe Final. Convenio de Desempeño 2019. Instituto de Fomento Pesquero. 305 pp.

Zárate P, Cari I, Salinas C, Devia D, Bello R, Saavedra-Nievas JC, González MT, Sepúlveda F, Klarian S, Fernandoy F, Moreno Y, Harrod Ch, Araya M, Canales-Cerro C, Vargas F, Cárcamo C, Julca J, Mora S, Ortega JC, Shillinger G, Azócar J, Dutton PH (2018). Programa de Seguimiento Recursos Altamente Migratorios, 2017. Enfoque ecosistémico. Informe final. Valparaíso, 339 pp.

Zárate P, Cari I, Clavijo L, Devia D, Romero P, Bedriñana L, Hucke R, Viddi F, Acosta J, Bonicelli J, Cifuentes U, Bustamante A, Bello R, Quiroga E, Salinas N, Muñoz C, Vásquez C (2021). Pesquería Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico, año 2020. Informe Final. Convenio de Desempeño 2020. Instituto de Fomento Pesquero. 476 pp. más anexos.