



INFORME TÉCNICO FINAL

Convenio de Desempeño 2019
Seguimiento de las Pesquerías Demersales
y Aguas Profundas

Sección VI: Pesquería de Aguas Profundas, 2019

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / 2020



INFORME TÉCNICO FINAL

Convenio de Desempeño 2019
Seguimiento de las Pesquerías Demersales
y de Aguas Profundas

Sección VI: Pesquería de Aguas Profundas, 2019

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Julio-2020

REQUIRENTE

**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO**

Subsecretario de Economía y
Empresas de Menor Tamaño
Esteban Carrasco Zambrano

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Luis Parot Donoso

Jefe (I) División Investigación Pesquera
Sergio Lillo Vega

JEFE DE PROYECTO

Patricio Gálvez Gálvez



SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Julio 2020

AUTORES

Renato Céspedes Michea
Liu Chong Follert
Patricio Gálvez Gálvez
Rodrigo San Juan Checura
Vilma Ojeda Cerda
Guillermo Moyano Altamirano
Lizandro Muñoz Rubio
Rudelina Bravo Pinto

COLABORADORES

Luis Adasme Martínez
Jessica González Arancibia
José Pérez Soto
Nilsson Villarroel Urtubia
Alicia Gallardo Gómez
Julio Uribe Alvarado

PRESENTACIÓN DEL INFORME

En el marco del Convenio de Desempeño 2019 entre el Instituto de Fomento Pesquero y la Subsecretaría de Economía y EMT: “Asesoría integral para la pesca y acuicultura”, el informe técnico final del proyecto: “Programa de Seguimiento de las pesquerías demersales y de aguas profundas, año 2019”, se editó en seis secciones independientes. Este documento reporta la Sección VI: Pesquería de Aguas Profundas. Las bases de datos asociadas a estas pesquerías se entregan en la Sección I.

- Sección I: Metodología y de Resultados de Gestión
- Sección II: Pesquería Demersal Centro-Sur
- Sección III: Pesquería Demersal Sur Austral Artesanal
- Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial
- Sección V: Pesquería de Merluza de Cola
- **Sección VI: Pesquería de Aguas Profundas**



ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE GENERAL	I
1. RESUMEN EJECUTIVO	1
2. INTRODUCCIÓN	5
3. OBJETIVOS.....	8
3.1 Objetivo general.....	8
3.2 Objetivos específicos	8
4. METODOLOGÍA	10
4.1 Unidades de estudio	11
4.2 Área de estudio (componente espacial).....	11
4.3 Componente temporal.....	12
4.4 Componente sector productivo	13
4.5 Período de monitoreo.....	13
4.6 Estudio de interacción con mamíferos marinos	13
5. RESULTADOS.....	18
5.1 Pesquería industrial de bacalao de profundidad	18
5.1.1 Indicadores pesqueros	18
5.1.2 Indicadores biológicos	24
5.1.3 Indicadores ecosistémicos.....	37
5.1.4 Análisis y discusión de la pesquería	42
5.1.5 Diagnóstico y perspectivas	46
5.2 Pesquería artesanal de bacalao de profundidad.....	49
5.2.1 Indicadores pesqueros	49
5.2.2 Indicadores biológicos	56
5.2.3 Indicadores ecosistémicos.....	67
5.2.4 Análisis y discusión de la pesquería	70
5.2.5 Diagnóstico y perspectivas	73
5.3 Pesquería de orange roughy.....	76
5.4 Pesquería de alfonsino	76
5.5 Pesquería de besugo	76
5.5.1 Indicadores pesqueros	76
5.5.2 Indicadores biológicos	80
5.5.3 Análisis y discusión de la pesquería	93
5.5.4 Diagnóstico y perspectivas	94
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

1.

RESUMEN EJECUTIVO



1. RESUMEN EJECUTIVO

La Sección VI del informe contiene los resultados finales del seguimiento a la pesquería de aguas profundas recopilados durante la temporada 2019. Se entregan en particular, indicadores pesqueros y biológicos del recurso bacalao de profundidad, a partir de viajes con observador científico embarcado y bitácoras de autoreporte tanto para el sector industrial como artesanal. En cuanto a los recursos orange roughy, alfonsino y besugo (sujetos a veda biológica), solo se entregan resultados para este último, dada su calidad de fauna acompañante en operaciones de pesca dirigidos merluza común y merluza de cola.

BACALAO DE PROFUNDIDAD

Sector Industrial

Durante la temporada 2019 el sector industrial desembarcó un total de 1.270 t con la operación de 6 embarcaciones (palangre fábrica), después de ser 12 naves en el año 2010. Recientemente, la disminución de naves sería un efecto de la caída de la cuota anual de captura en el año 2013. No obstante, la incertidumbre respecto de los niveles de capturas del recurso debido a la interacción de los mamíferos, los indicadores del monitoreo de la pesquería muestran rendimientos de pesca -que en los últimos años- ha tendido a un gradual aumento, mayor presencia de la moda de 110 cm en toda el área de la pesquería, y disminución de la presencia de juveniles (no obstante, el registro de una moda de juveniles en zonas de pesca); a lo cual se suma la protección de caladeros importantes de la pesquería debido al Parque Marino; podrían ser escenarios que estarían generando condiciones de una perspectiva positiva del desempeño de la pesquería industrial de bacalao de profundidad.

Por otro lado, los recientes rendimientos de pesca podrían ser resultados de medidas de regulación adoptadas hace 15 y 20 años en aguas chilenas como en aguas argentinas (protección reproductiva y protección a juveniles, respectivamente). No obstante, la depredación de la captura por parte de mamíferos (orcas y cachalotes) introduce una alta incertidumbre a los indicadores pesqueros de la pesquería. Entre 2016, 2017, 2018 y 2019 las estimaciones de depredación fueron de 27%, 27,8%, 41,6% y 17,6%, respectivamente, en donde el año 2018 y 2019 significó una captura perdida de 148 t y 65 t, respectivamente, cifra importante en pérdida de beneficio, como también dato importante a considerar en la mortalidad por pesca.

De acuerdo con los indicadores biológicos, latitudinalmente, se observó nuevamente un patrón incremental en sentido meridional, en donde los ejemplares de juveniles provinieron de zonas de pesca al norte del paralelo 54° S, destacando una importante moda juvenil entorno a los 70 cm. En tanto que la proporción sexual no mostró variaciones respecto de temporadas anteriores, en sentido del predominio de los machos. El análisis del proceso reproductivo registro el desarrollo de eventos de desove hacia la temporada otoño-invierno (junio-agosto), principalmente al sur del paralelo 54° S.



Sin embargo, se requiere fortalecer el monitoreo de la pesquería industrial con mayor cobertura en la mayoría de los viajes de la flota industrial, debido que el índice de rendimiento de pesca es muy sensible a la depredación de la captura por los mamíferos; como también incorporar estudios de marca- recaptura (migración), reproductivos y parasitológicos.

Sector Artesanal

La temporada 2019 se caracterizó nuevamente por el consumo parcial de la cuota de captura establecida para el área de la pesquería artesanal (APA), mayores niveles de rendimiento de pesca nominal al sur de esta en el área lícitada (zona 4) y por una mayor presencia de ejemplares por debajo de los 75 cm.

El desembarque incompleto de la cuota asignada al APA se registró por tercer año consecutivo y generó un saldo remanente de 736 t, lo cual se tradujo en la segunda menor cifra de desembarque en la historia de la pesquería. Esta situación se dio en parte a una mayor presencia de ejemplares por debajo de los 75 cm, los cuales frente a estrategias de compra por calibre vendrían generando desde el 2017 un escenario poco atractivo de rentabilidad para los operadores y que en definitiva se traducirá en la disminución de los viajes de pesca observados (-34% respecto de 2018). En contraste, el área lícitada (zona 4), nuevamente registró un consumo de la cuota cercano al 100%, con lo cual se posicionó a nivel país como la segunda de mayor importancia.

Si bien los valores de rendimientos de pesca estimados en las diferentes zonas presentaron un incremento en relación con años anteriores, se mantuvo el gradiente latitudinal en sentido meridional. Al respecto, este cambio de tendencia no evidenció señales claras de mejoría en la condición del recurso, toda vez que dado es desincentivo económico mencionado anteriormente el esfuerzo de pesca se redujo en los caladeros de manera importante. Lo anterior, en concordancia con la situación de sobreexplotación que registra el recurso al encontrarse los niveles de la biomasa desovante en torno al 23% en relación con la biomasa virginal (Tascheri, 2020).

Las estructuras de tallas observadas en la zona 1, 2 y 3 a pesar de presentar diferencias en comparación con años anteriores mantuvieron su histórica particularidad, en el sentido de registrar una fuerte participación de ejemplares juveniles, una talla media por debajo de la talla de madurez sexual y una importante asimetría positiva. Al considerar la talla de los ejemplares capturados fue posible observar un gradiente latitudinal en sus valores, donde estos van disminuyendo desde la zona 1 hasta la zona 3, similar a lo reportado en los desembarques monitoreados por IMARPE (2018) en aguas peruanas. De tal forma, es posible afirmar que la longitud de los ejemplares presenta un gradiente latitudinal en la mayor parte de su distribución en el pacífico sur oriental (3°- 47° L.S.), disminuyendo a medida que las actividades extractivas se realizan a mayores latitudes hasta el límite sur de la zona 3. Finalmente, a pesar de la caída en los valores de comercialización en 2019, de igual forma éste se mantuvo como el precio más alto pagado por kilogramo de recurso dentro de las pesquerías chilenas y que explican el gran atractivo económico de su captura, a pesar de las situaciones mencionadas anteriormente.



BESUGO

La totalidad de la captura de besugo se caracterizó por ser en calidad de fauna acompañante en las operaciones sobre merluza común y merluza de cola, esto debido a las vedas extractivas establecidas sobre el recurso dentro de la unidad de pesquería para el periodo 2010-2019. Durante la temporada 2019, la flota que reportó captura de este recurso estuvo compuesta por 3 naves, de las cuales una totalizó el 98% de la captura. En el contexto espacial, las mayores capturas de besugo por parte de la flota industrial se concentraron en caladeros acotados al noroeste de isla Mocha y frente a punta Lavapie, los cuales constituyen históricamente áreas recurrentes de interacción con el recurso. La captura monitoreada registró un incremento importante en relación con la temporada anterior y se posicionó en valores cercanos a los observados durante el 2016, mientras que las tendencias de esfuerzo y rendimiento de pesca registraron patrones temporales similares a los observados durante la temporada 2018.

La composición de tallas registrada durante la temporada 2019 presentó la conformación de dos modas, una de ejemplares adultos jóvenes en torno a los 25 cm LH y otra de adultos en torno a los 35 cm LH, no obstante que la proporción de ejemplares bajo talla de referencia experimentó una nueva alza con respecto a la temporada anterior. Al respecto, esta tendencia debe ser tomada con cautela debido a que los datos provienen de actividades de pesca dirigidos a otros recursos y no reflejan necesariamente la condición de stock.

En referencia a la condición reproductiva del recurso, no fue posible establecer de manera fehaciente el periodo máximo de actividad, dado que no se contó con la continuidad temporal de la información biológica necesaria. La estimación de la ojiva de madurez a la talla obtenida a partir de la escala macroscópica arrojó un valor de $L_{50\%}$ de 25,7 cm LH para sexos combinados, valor que se distancia de lo observado en temporadas posteriores al 2013 y que coincide con el incremento de la edad media de madurez, la cual registro valores de 10,4 años, el mayor registro en los últimas 8 temporadas.

Con respecto a la estructura de edad de la población, se observó una estabilidad para los últimos tres años, toda vez que esta estuvo representada en un 45% por individuos de grupos de edad IV y VIII. Sin embargo, ambos grupos se encuentran bajo la edad media de madurez sexual estimada para la presente temporada, con lo cual no es posible establecer evidencias contundentes de recuperación del stock.

2.

INTRODUCCIÓN



2. INTRODUCCIÓN

Los recursos pesqueros son de gran importancia para la economía y el bienestar de las comunidades costeras. Proporcionan no solo una fuente de alimento directa de alta calidad proteica, sino que además oportunidades de trabajo, ingresos como medio para mejorar la calidad de vida e identidad cultural. Debido a que las poblaciones de peces en sí y los ecosistemas en los cuales están inmersos son virtualmente imposibles de controlar, el manejo de los recursos pesqueros recae necesariamente en la correcta administración de los niveles de explotación ejercidos sobre los mismos, para lo cual y de acuerdo a los principios y normas establecidos en los tratados internacionales, los Estados deben destinar esfuerzos en el desarrollo de políticas eficaces y estrategias de gestión basados en la mejor evidencia científica disponible. (FAO, 2011).

La actividad extractiva sobre recursos marinos a nivel mundial ha experimentado un importante desarrollo en los últimos 60 años, incrementando de 16,7 millones de toneladas durante la década del 50 a un máximo histórico de 87,7 millones de toneladas a mediados del 90. Este incremento ha implicado no solo el colapso de pesquerías de gran importancia económica, sino que además la creciente pérdida y degradación del ecosistema marino, debido principalmente a políticas de manejo inadecuadas fundadas en escasa información biológica y a la deficiente o inexistente supervisión de la condición de los recursos explotados en el largo plazo (FAO, 2003). Evidencia de ello ha sido ampliamente documentada por diversos autores, recalcando la necesidad de desarrollar y adoptar herramientas enfocadas en la sustentabilidad de los recursos y su medio ambiente (García, 1992; Johannes, 1998; Clark, 2001; Roberts, 2000, 2002; Sutinen y Sobol, 2003, entre otros).

En Chile, las pesquerías enfrentan situaciones complejas desde el punto de vista de su conservación y administración. Un caso particular son los recursos demersales y de aguas profundas, los que dada su baja resiliencia ante la extracción pesquera y el rol socioeconómico que se les confiere en el contexto país, demandan importantes necesidades de manejo. En el caso particular de las pesquerías de aguas profundas, el desarrollo experimentado en las últimas décadas no solo ha dejado en evidencia la expansión económica de los mercados internacionales, sino que, además, la fragilidad ecosistémica y la vulnerabilidad ante la extracción no regulada, reflejado en un rápido deterioro de la sustentabilidad a largo plazo (Clark, 1995; Koslow *et al.*, 1997). Si bien, frente a esta situación han surgido diversas medidas de manejo pesquero, como límites máximos de captura por armador LMCA (Ley N° 19.713, Minecon), Régimen Artesanal de Extracción (RAE, Ley N° 19.849) y suspensiones temporales del acceso a las pesquerías de alfonsino, besugo y orange roughy (Decreto Exento. N° 23 del 2016, Minecon), en el contexto general han resultado insuficientes, toda vez que los principales indicadores biológicos, pesqueros y socio económicos de los recursos más importantes, han evidenciado un permanente deterioro, debido en gran medida a la sobreexplotación (niveles de captura que superan los excedentes productivos de una población) y a posibles alteraciones ecosistémicas escasamente visualizadas, dado el enfoque mono específico que ha limitado la comprensión de las interacciones inter e intraespecíficas de las especies que componen la pesquería.



En la actualidad, de acuerdo al informe del estado de situación de las principales pesquerías chilenas emitido por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca) (2020), de los 11 recursos demersales de interés comercial, 7 se encuentran en estado de sobreexplotación (congrío dorado, merluza común, merluza del sur, merluza de tres aletas, bacalao de profundidad, reineta y raya volantín), 3 en estado de colapso o agotados (merluza de cola, alfonsino y besugo) y 1 recurso en estado de plena explotación (jibia), por lo que la necesidad de contar con programas de investigación orientados a monitorear la actividad pesquera sobre dichos recursos es relevante para fundamentar medidas de administración oportunas frente a las tendencias y perspectivas de una explotación biológicamente sustentable.

Bajo este contexto, el proyecto denominado “Programa de Seguimiento de la Pesquería Demersal y Aguas Profundas, año 2019”, estudio encargado por el Estado de Chile, tiene como objeto proporcionar información científico técnica relevante para la toma de decisiones en el manejo de las pesquerías de peces demersales explotados sobre la plataforma continental de la zona centro sur y austral del país, en el talud continental y en la zona económica exclusiva (Z.E.E.) asociada a cordilleras submarinas situadas en las cercanías del Archipiélago de Juan Fernández, Bajo O’Higgins y eventualmente Nazca, cuando la flota pesquera proyecta operaciones hacia dicha zona.

Al respecto, este documento denominado Sección VI: Pesquería de aguas profundas reporta los principales indicadores biológicos y pesqueros de los recursos bacalao de profundidad, orange roughy, alfonsino y besugo, abarcando las actividades pesqueras extractivas sobre la plataforma continental y talud de la zona centro sur y austral de Chile.

3.

OBJETIVOS



3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Realizar el levantamiento y análisis de la información de las principales pesquerías nacionales y su ambiente asociado, mediante la comunicación oportuna del comportamiento de sus indicadores relevantes, entregando una asesoría permanente a la Autoridad para la regulación y el ordenamiento pesquero.

3.2 Objetivos específicos

- 3.2.1 Caracterizar y analizar la actividad pesquera extractiva considerando los aspectos técnicos de las unidades operativas, a través de la estimación de indicadores y sus variaciones espaciotemporales, así como los factores determinantes de su desempeño.
- 3.2.2 Caracterizar y analizar las capturas y/o desembarques de las especies objetivo, a través de la estimación de los indicadores biológicos y sus variaciones espaciotemporales, así como los factores determinantes de su desempeño.
- 3.2.3 Caracterizar y analizar la fauna acompañante y la captura incidental asociada a estas pesquerías, a través de la estimación de indicadores y de sus variaciones espaciotemporales.

4.

METODOLOGÍA



4. METODOLOGÍA

Este documento da cuenta de los objetivos específicos 3.2.1, 3.2.2 y 3.2.3, los cuales se refieren al comportamiento de los principales indicadores biológicos y pesqueros, cuantificación y evaluación de la fauna acompañante y pesca incidental de las pesquerías de aguas profundas.

Para abordar el estudio de las pesquerías mencionadas, se consideró el monitoreo de las actividades extractivas de las naves industriales y artesanales mediante un equipo de Observadores Científicos (OC) embarcados, más un equipo de asistentes de pesquerías y muestreadores apostados en los principales puertos y caletas de desembarque, ambos grupos debidamente supervisados bajo el Departamento de Gestión de Muestreo (DGM) del IFOP.

Los datos fueron ingresados al sistema computacional central, para la estructuración y administración especializada de las bases de datos, disponibles para el trabajo científico de los investigadores del proyecto y otros usuarios, según lo establecen las normas que regulan el acceso a la información pública. En particular, estos datos fueron procesados por los equipos de profesionales y técnicos, para la elaboración y análisis de los resultados y la edición de reportes e informes técnicos comprometidos en el estudio.

El enfoque metodológico específico fue desarrollado en función de los requerimientos de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), contemplando distintos indicadores por pesquería, cuyo respectivo diseño estadístico estuvo referido a un dominio de estudio o estrato, que incluyó la especie objetivo, la flota que realizó operaciones extractivas sobre ella, una componente temporal y una componente espacial. Las pesquerías también fueron asociadas a un sector productivo (industrial y artesanal), cuando correspondía.

A continuación, se presenta el marco metodológico general del estudio, cuyo detalle específico por objetivo se encuentra en la Sección I del presente informe final, documento llamado "*Informe Técnico Final metodológico y de resultados de gestión*".



4.1 Unidades de estudio

a) Especies objetivo

Las especies objetivo de la presente sección corresponden a:

- Bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*)
- Orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) *
- Alfonsino (*Beryx splendens*) *
- Besugo (*Epigonus crassicaudus*) *

Destacan los recursos orange roughy, alfonsino y besugo (señalados con asterisco), por encontrarse sometidos a vedas biológicas durante la temporada 2019. Frente a esta situación, los esfuerzos de muestreo y estimación de indicadores biológicos y pesqueros fueron considerados de oportunidad, en función de su aparición como fauna acompañante de otras pesquerías en las distintas áreas involucradas.

4.2 Área de estudio (componente espacial)

Los indicadores por pesquería se estimaron de acuerdo con los estratos espaciales señalados a continuación:

a) Pesquería de Pesquería de bacalao de profundidad

El área de estudio correspondió a las aguas exteriores comprendidas entre la Región de Valparaíso y la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Los criterios de estratificación geográfica se basaron de acuerdo con los límites administrativos descritos para el recurso en cada sector productivo (artesanal e industrial). En el sector artesanal se estratificó por regiones (Región de Los Lagos y Región de Los Ríos) y se incluyó los muestreos logrados en San Antonio (Región de Valparaíso). En cuanto a los análisis del sector industrial se consideró la zona entre los 47° y 57°30' L.S, denominada "área lícitada".



b) Unidad de Pesquería de orange roughy y alfonsino

Para el seguimiento de la actividad industrial, el área de pesca objetivo de la flota se ubicó en la denominada macrozona de Juan Fernández, por estar las subzonas de pesca (montes submarinos), ubicados en las cercanías del Archipiélago del mismo nombre, cuyos límites fueron:

Monte	Nombre	Posición geográfica
Bajo O'Higgins 1	BO1	33°54' S y 73°54' W
Bajo O'Higgins 2	BO2	32°50' S y 73°38' W
J. Fernández 1	JF1	33°38' S y 78°26' W
J. Fernández 2	JF2	33°33' S y 77°41' W
J. Fernández 3	JF3	33°24' S y 76°52' W
J. Fernández 4	JF4	33°27' S y 76°52' W
J. Fernández 5	JF5	33°44' S y 79°37' W
Punta Sierra	PTA. SIERRA	31°12' S y 71°49,5' W

c) Unidad de Pesquería de besugo

En los estimadores y análisis de besugo se emplearon las mismas zonas definidas para merluza común (descritos en la Sección II del informe), bajo el fundamento de que estos recursos son explotados por la misma flota e incluso capturados dentro de un mismo viaje de pesca. Los estratos espaciales correspondieron a:

Estrato	Amplitud geográfica
1	29°10' S – 31°25' S
2	31°25' S. – 35°30' S
3	35°30' S. – 38°39' S
4	38°39' S. – 42°00' S

4.3 Componente temporal

La escala temporal de los análisis correspondió al mes y año, según el indicador y recurso. No obstante, la escala básica y dependiendo de la pesquería en cuestión, se realizaron agrupaciones temporales al trimestre, semestre o año, según el caso.



4.4 Componente sector productivo

En cada pesquería, los indicadores pesqueros y biológicos estuvieron referidos a un dominio de estudio o estrato, que incluye una especie objetivo, la flota que realiza operaciones extractivas sobre ella, un componente temporal y un componente espacial. Las pesquerías también estuvieron asociadas a un sector productivo (industrial y artesanal):

Sector	Pesquería
Industrial arrastre	Alfonsino
	Orange roughy
	Besugo
Industrial palangre	Bacalao de profundidad
Artesanal lancha	Bacalao de profundidad

a) Flotas

Los antecedentes disponibles han indicado que la flota de la zona centro sur se diferencia básicamente por sus características operacionales y su eficiencia de pesca. De acuerdo con esto, las unidades de pesca fueron agrupadas de acuerdo con los siguientes estratos:

Sector	Estratos de flota
Industrial	Barcos arrastreros hieleros (alfonsino, besugo y orange roughy)
	Barcos palangreros fábrica (bacalao de profundidad)
Artesanal	Lanchas espineleras (entre 11 y 18 m y menor a 50 TRG). (bacalao de profundidad)

4.5 Período de monitoreo

El proyecto de seguimiento recolectó información entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del 2019, ambas fechas inclusive.

4.6 Estudio de interacción con mamíferos marinos

Entre los años 2006 y 2007 la pesquería de bacalao de profundidad modificó el aparejo de pesca de uno tradicional a uno denominado “cachalotero” con objeto de reducir la depredación (consumo) de ejemplares capturados por parte de mamíferos odontocetos, como la orca y el cachalote. Posteriormente a fines de 2016 se introducen nuevas modificaciones para proteger la captura al interior del cono, modificaciones que a la fecha son empleadas de manera rutinaria por la flota palangrera fábrica que opera sobre el recurso. No obstante, la interacción de mamíferos, según los patrones de pesca, se ha intensificado afectando sus capturas y rendimientos de pesca.



En este sentido, la interacción de mamífero en esta pesquería impacta directamente en los valores de capturas y rendimientos de pesca, incorporando una incertidumbre a la información, que posteriormente es empleada para posteriores definiciones del estado de condición del recurso y medidas de manejo. El propósito de abordar la estimación de la depredación al viaje de pesca tiene como principal objetivo reconocer la variabilidad que existe en la estimación producto de la operación de pesca, como el poder de pesca, experiencia del patrón de pesca, prácticas de pesca (evitar la interacción), zonas de pesca, temporalidad de la operación, entre otros factores.

El resultado de este trabajo tiene como objetivo principal generar indicadores de la interacción de los mamíferos en la pesquería de bacalao de profundidad durante el año 2019

a) Enfoque metodológico

Los datos empleados para generar los indicadores de la interacción de mamíferos se basaron en los registros indicados en las bitácoras de pesca por observadores científicos (OC) de IFOP durante 2019; en donde fueron recopilados -entre otros- los siguientes datos, como el barco, viajes, lances, captura, esfuerzo de pesca, presencia de la interacción con mamíferos e identificación de los mamíferos. Estos datos permitieron efectuar el análisis espacial y temporal de la presencia de los principales mamíferos que interactuaron en la pesquería, los odontocetos orca y cachalote.

Además, se efectuaron cálculos de depredación de la captura por parte de mamíferos (orca y cachalotes). Al respecto, Tixier, Gasco, Duhamel & Viviant (2010) describieron una gran variación en la tasa de depredación de los mamíferos en la captura y sugieren que es debido a factores operativos de la pesca, los cuales influyen en la estimación de la depredación (D) y en consecuencia en la estimación de la captura perdida (C_p) de bacalao de profundidad por mamíferos. Roche, Guinet, Gasco & Duhamel (2007), Tixier *et al.*, 2010; Tixier (2012) y Gasco, Tixier, Duhamel & Guinet (2015) sugirieron que la forma de estimar la depredación de mamíferos (D) al viaje de un barco se basa en la estimación de la diferencia entre los rendimientos de pesca con ausencia de mamíferos versus los rendimientos con presencia de mamíferos.

Luego, la estimación de depredación es un estudio en desarrollo. En el presente informe se propone la estimación propuesta (D_2) por Céspedes *et al.* (2017), en donde se basó en el mismo criterio inicial descritos por los autores antes mencionados, que consiste en comparar los rendimientos de pesca con ausencia y los rendimientos con presencia de mamíferos por viaje de pesca.

A continuación, se entrega una estimación de la depredación (D_2), considerando el rendimiento de pesca perdido por efecto de la depredación de los mamíferos en el viaje obtenido de la resta entre el rendimiento de todos los lances con ausencia de mamíferos en el viaje y el rendimiento de todos los lances con presencia de mamíferos, como se muestra a continuación

$$Cpue_{p \text{ viaje}} = Cpue_{aus \text{ viaje}} - Cpue_{mam \text{ viaje}} \quad \text{Ecuación 1}$$



Donde:

- C_{puep} viaje : Rendimiento de pesca ($cpue$) perdido (p) en el viaje.
 C_{pueaus} viaje : Rendimiento de pesca ($cpue$) con ausencia de mamíferos en el viaje.
 C_{puemam} viaje : Rendimiento de pesca ($cpue$) con presencia de mamíferos en el viaje.

Los rendimientos de pesca con ausencia y presencia de mamíferos son estimadores de razón considerando todos los lances con el atributo -ausencia o presencia- durante el viaje de pesca de la nave. El cálculo se efectuó como a continuación se indica:

$$C_{pueaus \text{ viaje}} = \frac{\sum_{l=1}^L C_{aus \ l}}{\sum_{l=1}^L E_{aus \ l}} \quad \text{Ecuación 2}$$

$$C_{puemam \text{ viaje}} = \frac{\sum_{l=1}^L C_{mam \ l}}{\sum_{l=1}^L E_{mam \ l}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

- l : Lance l -ésimo del viaje.
 $C_{aus \ l}$: Captura (C) del lance l con ausencia (aus) de mamíferos en peso.
 $C_{mam \ l}$: Captura (C) del lance l con presencia de mamíferos (mam) en peso.
 $E_{aus \ l}$: Esfuerzo de pesca (E) del lance l con ausencia de mamíferos (mam) en peso.
 $E_{mam \ l}$: Esfuerzo de pesca (E) del lance l con presencia de mamíferos (mam) en peso.

Considerando que el rendimiento de pesca con ausencia de mamíferos sería de todo viaje en el caso que no tuviera presencia de mamífero; la depredación (D_2 , ecuación 2) resultaría del cociente entre el rendimiento perdido de la captura de bacalao (ecuación 1) y el rendimiento de pesca con ausencia de mamíferos, como se indica a continuación

$$D_2 = \frac{C_{puep \text{ viaje}}}{C_{pueaus \text{ viaje}}} \quad \text{Ecuación 2}$$

La captura perdida se basó en el rendimiento de pesca perdido y el esfuerzo de pesca asociado a los lances con presencia de mamíferos:

$$C_{2p} = C_{puep \text{ viaje}} * E_{mam} \quad \text{Ecuación 3}$$

La captura total del viaje se estimó basada en la ecuación 4; considerando la captura perdida, la captura total de los lances con presencia de mamíferos y la captura total de los lances con ausencia de mamíferos:

$$C_{2t} = (C_{2p} + C_{mam}) + C_{aus} \quad \text{Ecuación 4}$$

5.

RESULTADOS

5.1

PESQUERÍA INDUSTRIAL DE BACALAO DE PROFUNDIDAD

5.1.1 Indicadores Pesqueros

- a) Desembarque a nivel país
- b) Tamaño de la flota
- c) Desembarque
- d) Distribución espaciotemporal de la operación de la flota (esfuerzo)
- e) Captura, esfuerzo y rendimiento nominal histórico

5.1.2 Indicadores Biológicos

5.1.2.1 Composición de talla de las capturas

- a) Estructura de talla
- b) Talla media

5.1.2.2 Proporción sexual

5.1.2.3 Condición reproductiva

- a) Estados de madurez sexual e índice gonadosomático
- b) Ojiva de madurez sexual

5.1.2.4 Composición de edad del desembarque

- a) Estructura de edad del desembarque
- b) Relación peso – longitud
- c) Error de la estimación de la captura en número por grupos de edad
- d) Serie histórica

5.1.3 Indicadores ecosistémicos

- a) Descripción de la interacción de mamíferos en la pesquería
- b) Distribución espacial y temporal de la interacción de mamíferos
- c) Depredación y captura total por viaje de pesca

5.1.4 Análisis y discusión de la pesquería

5.1.5 Diagnóstico y perspectivas



5. RESULTADOS

5.1 Pesquería industrial de bacalao de profundidad

5.1.1 Indicadores pesqueros

a) Desembarque a nivel país

El nivel de desembarque de bacalao de profundidad de la flota industrial en aguas chilenas entre 2016 y 2019 estuvo entorno a las 1.200 t anuales, representando aproximadamente el 40% del desembarque de aguas chilena (**Figura 1** y **Tabla 1**). Anteriormente, entre el 2014 y 2015 el desembarque registró una caída explicada -en gran medida- por la disminución de la cuota de captura anual del recurso (**Tabla 2**).

Tabla 1

Desembarque industrial por flota anual en territorio nacional y en aguas internacionales, años 2012 - 2019.

Año	Flota (t)			Total Aguas chilenas (t)	Aguas Internacional (t)	Total País (t)
	Industrial hielero	Artesanal	Industrial fábrica			
2012		2.064	2.383	4.447	209	4.656
2013		1.558	2.128	3.686	404	4.090
2014		1.280	1.036	2.316	375	2.691
2015		1.609	1.117	2.726	1.042	3.768
2016	32	1.721	1.301	3.054	2.217	5.271
2017	64	1.946	1.301	3.311	2.806	6.117
2018	70	1.540	1.083	2.693	2.774	5.467
2019(*)		1.760	1.270	3.030		3.030

Nota: (*) Preliminar. Fuente: Elaboración propia a partir de datos Sernapesca

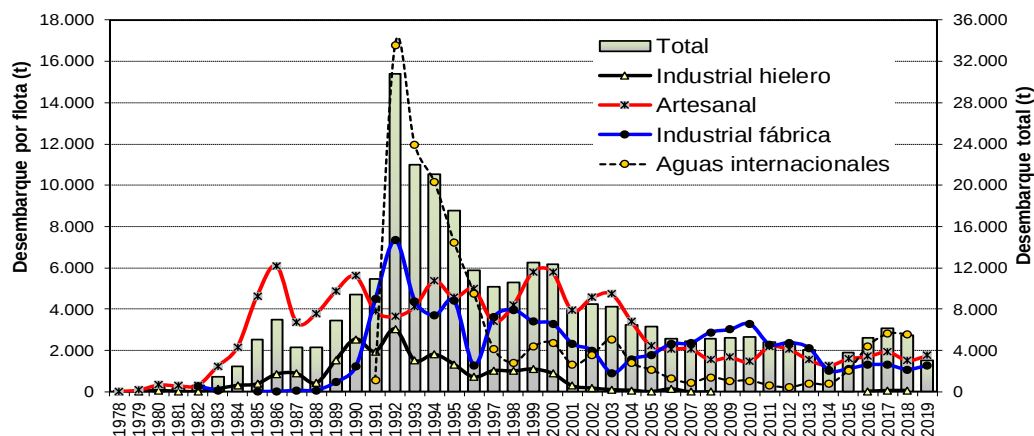


Figura 1 Desembarque anual (t) de bacalao de profundidad a nivel país según el tipo de flota, periodo 1978 - 2019. Fuente: Elaboración propia a partir de datos Sernapesca (2019 dato preliminar).



Tabla 2
Cuotas de captura anuales de bacalao de profundidad para el área licitada.

Año	Área licitada (AL) 47° - 57° S (t)			
	Total cuota captura (t)	Cuota Objetivo (t)	Investigación	Fracción cuota a licitar (10%)(*)
2001	4.200			
2002	4.200			
2003	3.500			
2004	3.500			
2005	3.000			
2006	2.700			
2007	2.700			
2008	3.000			
2009	3.000			
2010	3.399			
2011	3.090			
2012	3.090			
2013	3.090			
2014	1.098			
2015	1.352	1.337	15	
2016	1.656	1.636	20	
2017	1.929	1.905	24	190,50
2018	1.902	1.880	22	188,00
2019	2.248	2.208	40	220,80

Nota (*) 10% de la cuota objetivo 2017-2019. Cuota artesanal proviene del 50% del valor del 10%. Fuente: Elaboración propia a partir de datos Sernapesca.

b) Tamaño de la flota

Durante el periodo 2015 – 2019, el número de naves industriales que operó sobre bacalao de profundidad se mantuvo en 6 barcos palangreros fábrica (**Figura 2**), después de haber registrado una importante disminución (de 12 buques a 6 buques palangreros) entre 2010 y 2015.

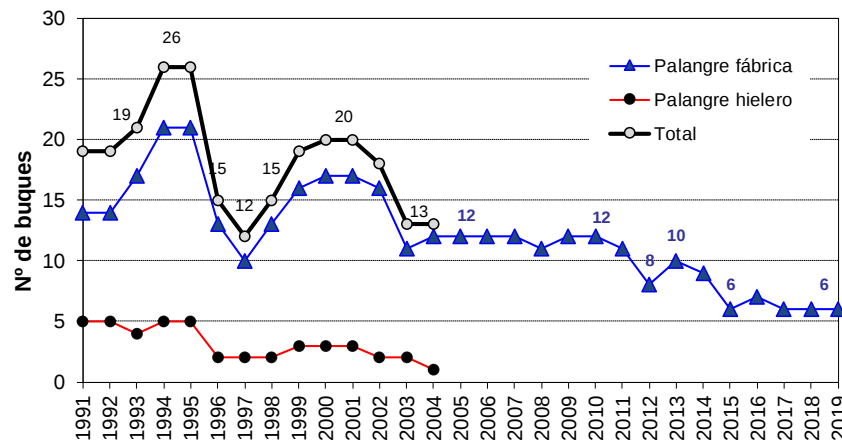


Figura 2 Número de naves anuales en la flota palangre bacaladera por tipo de buque. Fuente: elaboración propia a partir de datos Sernapesca.



c) Desembarque industrial

En la temporada 2019, la cifra oficial (preliminar) del desembarque total en el área licitada (al sur paralelo 47° L.S.) fue de 1.742 t, de los cuales 1.270 t proviene de la flota industrial; cifra muy cercana a los desembarques industriales entre los años 2016 y 2018 (**Figura 3 y Figura 4**). Particularmente, la flota industrial en el año 2019 alcanzó un nivel de consumo de 88%, cifra inferior al 96 % de consumo registrado entre los años 2015 y 2018 (**Figura 4**).

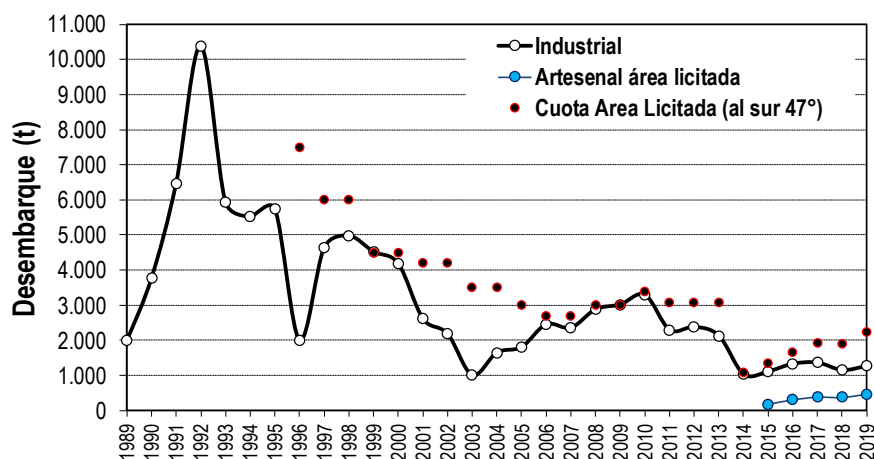


Figura 3 Desembarque (t) de bacalao de profundidad en el área licitada (47°-57°S) por flota y los valores de la cuota de captura (t) asignadas. Fuente: elaboración propia a partir de datos Sernapesca.

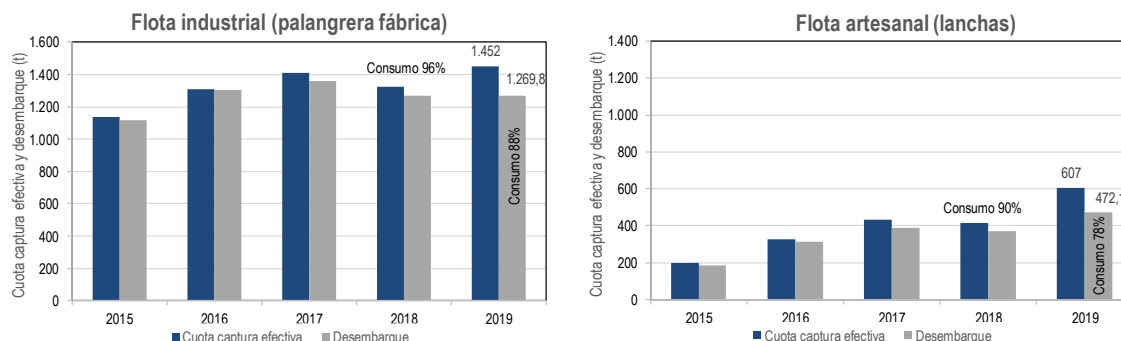


Figura 4 Desembarque (t) de bacalao de profundidad en el área licitada (47°-57°S) por flota y cuota de captura efectiva (t). Fuente: elaboración propia a partir de datos Sernapesca.

Como es habitual, los mayores niveles mensuales de desembarques de bacalao de profundidad en la flota industrial se registraron en la primera temporada de pesca (enero-junio) que respecto de la segunda temporada (septiembre-diciembre, **Figura 5**). teniendo presente la veda establecida al recurso en junio y agosto al sur del paralelo 53°L.S. En contraste a la operación de pesca ocurrida en el 2002, en donde los mayores niveles de desembarque fueron registrados durante la segunda temporada.

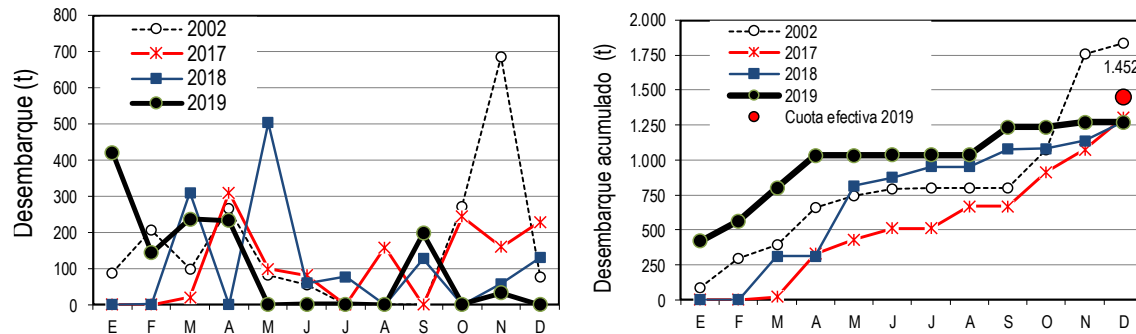


Figura 5 Distribución mensual del desembarque industrial (oficial) y desembarque acumulado (t) de bacalao de profundidad en el área licitada, años 2002; 2017, 2018 y 2019. Fuente: elaboración propia a partir de datos Sernapesca. Nota: se incluye la cuota de captura anual efectiva para el gráfico de desembarque acumulado

d) Distribución espacio temporal de la operación de la flota (esfuerzo)

Durante el año 2019 la distribución espacio temporal del esfuerzo de pesca de la flota industrial confirmó la concentración de la operación en el área al sur del paralelo 55° L.S. (**Figura 6**), especialmente en los 56° L.S. (aledaño al límite con Argentina), lo cual representa un comportamiento habitual de la flota industrial; no obstante, a inicios de la temporada se registraron visitas a caladeros ubicados en latitudes menores entre los 47° y 53° L.S., aspecto que se habría manifestado de manera notoria a partir del 2011 (Céspedes *et al.*, 2012, 2017 y 2019).

Durante el año 2017 fue descrito la incorporación de una modificación al palangre cachalotero (Céspedes *et al.*, 2018), que consistió en la incorporación de una extensión de malla en la boca del cono con objeto de encerrar al pez de forma más completa, para así proteger la pesca de la depredación por parte de orcas y cachalotes. Esta modificación iniciada en algunos viajes a comienzos de la temporada 2017; se incorporó de manera definitiva a comienzos de la segunda temporada de pesca de 2017 (septiembre-diciembre). Siendo estable su uso en las operaciones de pesca de la flota palangrera durante los años 2018 y 2019, según relatos de los patrones de pesca y los registros observados por los OC de IFOP.

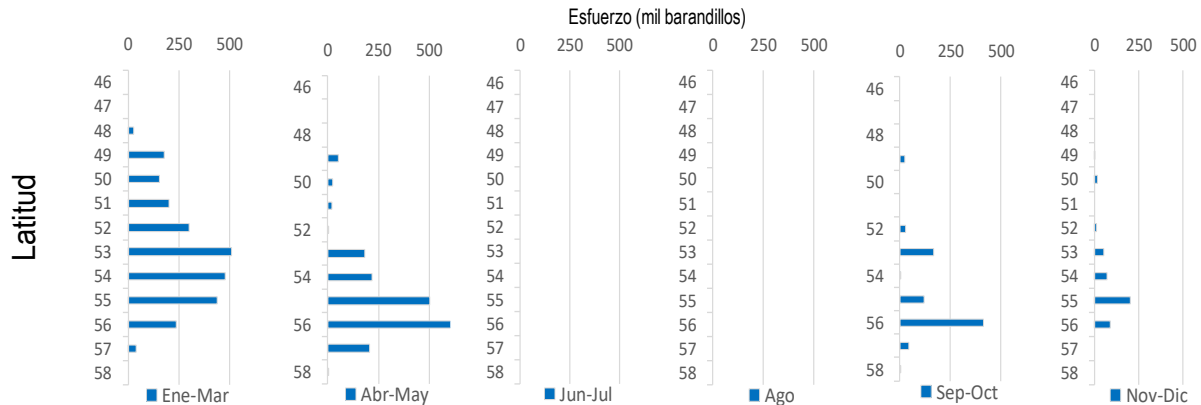


Figura 6 Distribución del esfuerzo de pesca (miles de anzuelos) en bacalao de profundidad por periodos mensuales y rango de latitud en el año 2019. Fuente IFOP.

e) Captura, esfuerzo y rendimiento nominal histórico

Entre los años 2013 y 2019 el rendimiento de pesca experimentó un incremento gradual, con un registro durante el 2019 de 1.582 (g/bar), valor superior al año 2018 de 1.406 (g/bar., **Figura 7**). Estos valores contrastan con los rendimientos inferiores registrados durante el periodo 2011 – 2013. El incremento del rendimiento en el último período podría responder a un conjunto de factores, como por ejemplo el incremento al aumento de las capturas, a pesar de la depredación de las capturas por parte de los mamíferos.

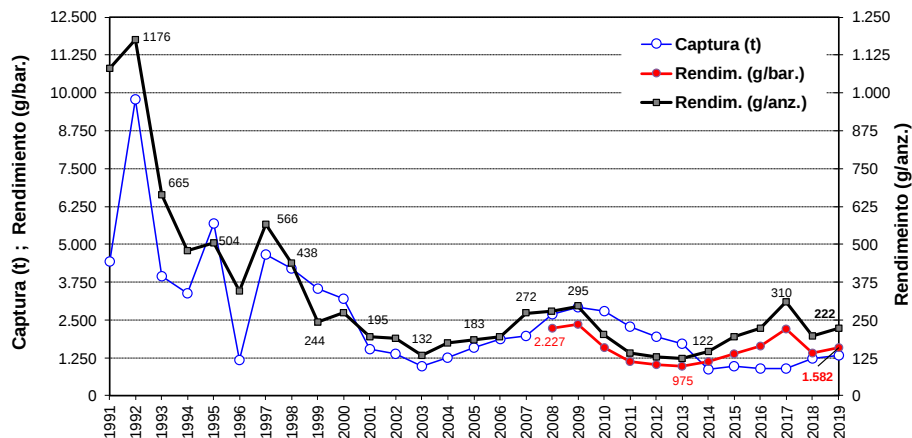


Figura 7 Distribución de la captura (t), rendimiento de pesca por anzuelo (g/anz.) y por barandillo (g/bar.) de bacalao de profundidad en la flota palangrera bacaladera en el área de licitada. Serie histórica 1991 - 2019. Fuente: IFOP.



f) Antecedente descarte en bacalao de profundidad

Los antecedentes de descarte en bacalao de profundidad en la flota palangrera fábrica -que a continuación se presentan- fueron recopilados de los resultados y conclusiones del estudio de descarte de la pesquería del año 2018 descrito por Bernal *et al.* (2019). Estudio denominado “Programa de investigación del descarte y captura de pesca incidental y programa de monitoreo y evaluación de los planes de reducción del descarte y la captura incidental en las pesquerías demersales 2018-2019”. La **Tabla 3** muestra un resumen de los resultados descritos por Bernal *et al.* (2019); informe técnico en donde se detalla la metodología y los detalles de sus estimaciones, cobertura; además de la pesca incidental de aves y mamíferos. Luego, estos resultados de descarte complementan los resultados descritos al presente informe.

En el año 2018 el valor de descarte de bacalao de profundidad (porcentaje entre la captura de descarte de la especie respecto de la captura total de la misma especie) en la flota palangrera industrial -descrito por Bernal *op cit.*- fue un valor bajo de 4,2% (**Tabla 3**); información que es positiva desde el punto de vista del manejo de la pesquería; además que esta estimación proviene de una amplia cobertura de viajes observados (83%). Bernal *op cit.* Describen como principal causa de descarte del recurso por motivos de calidad (materia prima); como por ejemplo el daño por predación en la captura por los mamíferos (odontocetos), parásitos y hematomas, entre otros. Esta causa de descarte, en general, no genera diferencia en la estructura de talla descartada y la estructura total de la captura (**Tabla 3**). En este sentido, Bernal *op cit* describen, como medida de reducir el descarte -por ejemplo- un mejor aprovechamiento de los ejemplares del recurso dañados o que tengan algún atributo de calidad que motiva su descarte; situación que se ha estado observando a bordo, como ha sido aprovechar los lomos de peces dañados por mamíferos o dañados por anzuelos.

Tabla 3

Porcentaje de descarte de bacalao de profundidad en la flota palangrera fábrica (dirigida al recurso) respecto de la captura de la misma especie en el año 2018, talla media descartada y total, y cobertura (viajes y lances observados).

Flota	Captura descartada (t)	Captura total (t)	Descarte (%) misma especie	Talla media descartada (cm)	Talla media total (cm)	Viajes observados	Total %	Total viajes flota	Lances observados	Total lances %	Total lances viajes observados
Palangre fábrica	57,0	1.373,0	4,2	115,4	115,4	10	83,3	12	438	40,2	1.089

Fuente: IFOP. Resultados elaborados de los resultados descritos por Bernal *et al.* (2019).



5.1.2 Indicadores biológicos

5.1.2.1 Composición de talla de la captura

a) Estructura de talla

Durante la temporada 2019 en el área licitada la distribución de talla de la captura de bacalao de profundidad registró una distribución bimodal (**Figura 8**) con una moda principal entorno a los 110 cm, moda habitual que se ha registrado de forma histórica en la pesquería (Céspedes *et al.*, 2018), y una segunda moda de menor magnitud de ejemplares juveniles entorno a los 70 cm; moda no observada en la distribución anual de la pesquería. La captura en el año 2019 estuvo compuesta principalmente por machos (61,7%) respecto de las hembras (38,3%).

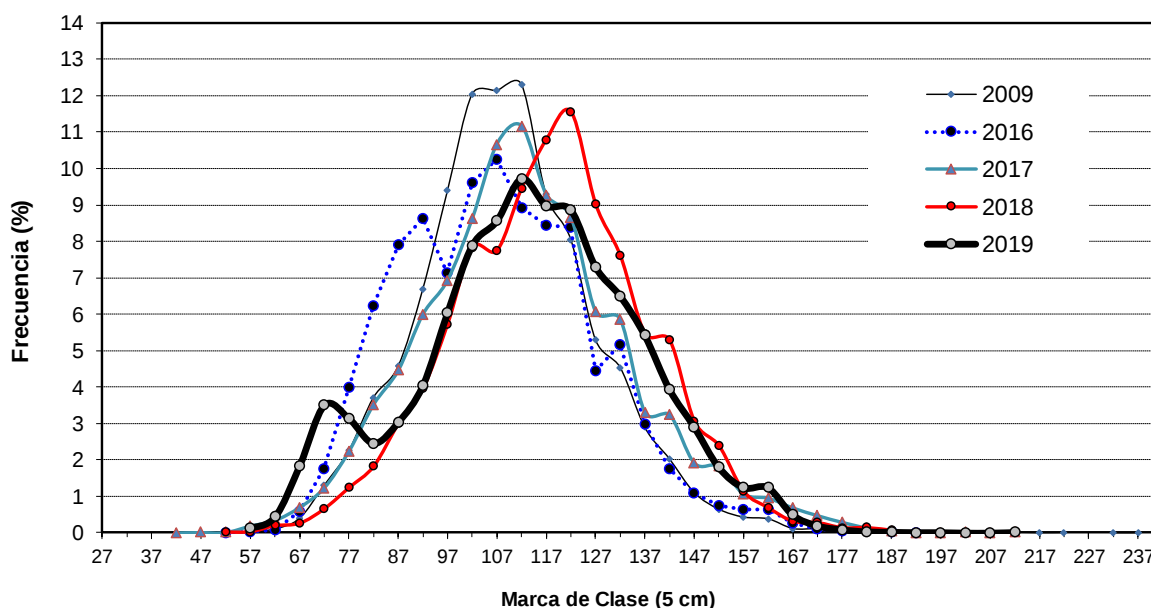


Figura 8 Distribución de frecuencia de talla en la flota palangre industrial, años 2009, 2016-2019. Línea vertical roja discontinua indica talla de referencia utilizada (110 cm LT). Fuente IFOP.

Como se ha observado en esta pesquería, habría una distribución espacial en la estructura de tallas en las capturas. En la zona de pesca al norte del paralelo 54° L.S. la estructura registra mayor presencia de tallas juveniles (menores a 110 cm); en cambio al sur del paralelo 54° L.S. las tallas registradas fueron más adultas y menor presencia de juveniles (**Figura 9**). La distribución de talla al norte de 54° S. registró en el año 2019 una distribución bimodal, con una moda importante de ejemplares juveniles entorno a los 70 cm y otra moda de ejemplares jóvenes-adultos cercano a entorno a los 110 cm. Entre el 2015 y 2019 en dicha zona, la principal moda anual de la estructura de talla ha registrado un desplazamiento gradual a tallas mayores (a la derecha, entorno a los 110 cm). Mientras,



la zona al sur de 54° S. también registró una distribución bimodal, en donde la moda secundaria entorno a los 70 cm registró una menor participación; en cambio la moda principal entorno a los 110 cm predominó en el área. Sin embargo, también es posible observar un leve desplazamiento de la moda principal a tallas mayores, aspecto que explica la disminución de presencia de ejemplares menores a 110 cm (**Figura 9 y Tabla 4**).

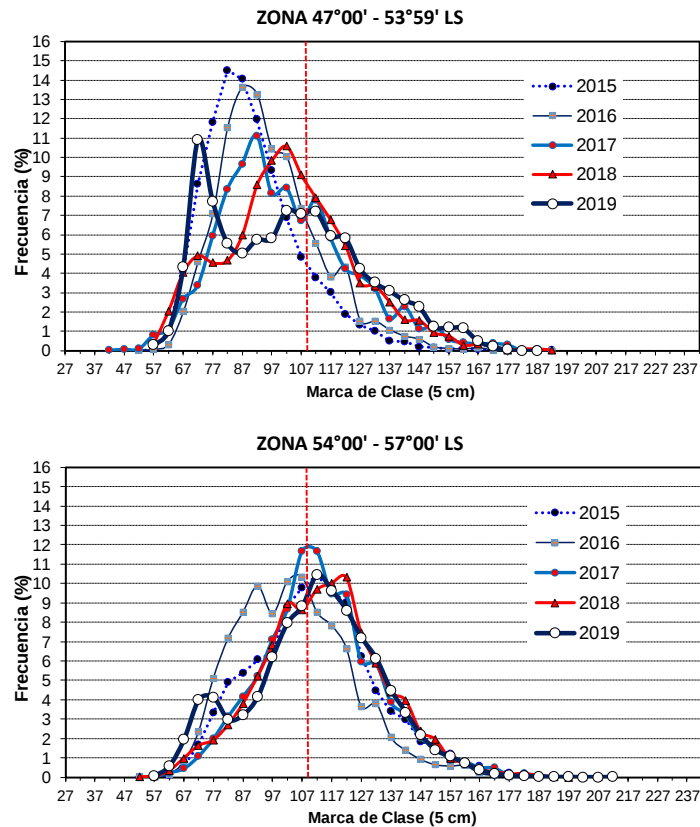


Figura 9 Distribución de frecuencia de talla de bacalao de profundidad en la flota palangre industrial por rango de latitud 2016-2019. Línea vertical roja discontinua indica talla de referencia utilizada (110 cm LT). Fuente IFOP.

Tabla 4

Talla media y proporción de ejemplares bajo talla de referencia periodo 2015-2019 área licitada.

ZONA 47°00' - 53°59' LS				ZONA 54°00' - 57°00' LS			
Año	Talla media (cm)	% <110 cm	n	Año	Talla media (cm)	% <110 cm	n
2015	90,8	87,2	5.585	2015	111,5	47,1	8.002
2016	96,2	80,3	3.759	2016	104,5	62,9	9.077
2017	101,6	66,5	1.909	2017	113,4	43,8	6.574
2018	102,8	64,7	3.580	2018	114,1	41,1	11.172
2019	102,9	60,8	3.324	2019	111,5	44,0	11.993



Fuente IFOP

b) Talla media

La talla media entre los años 2007 y 2019 ha tendido a un gradual incremento (103 cm a 114 cm) en aproximadamente 10 cm. Esta presencia de ejemplares de mayor tamaño en las capturas, es coincidente con la reducción del porcentaje de ejemplares bajo la talla de referencia entre dicho período (**Figura 10**).

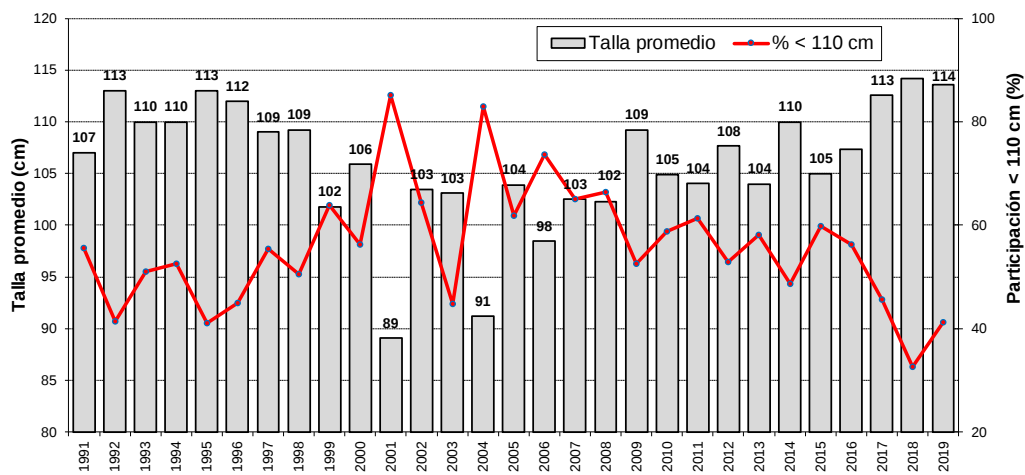


Figura 10 Talla media y proporción bajo talla de referencia anual (ambos sexos) de bacalao de profundidad en la flota palangre industrial en el área licitada. Fuente IFOP.

5.1.2.2 Proporción sexual

La proporción sexual de bacalao de profundidad en del área licitada ha registrado históricamente un predominio de machos en las capturas de palangre industrial (**Figura 11**). Este mayor predominio proviene principalmente de las capturas realizadas en los caladeros de pesca al sur del paralelo 54° S; zona en donde se concentra la mayor actividad de pesca sobre el recurso por parte de la flota industrial. Mientras, el área al norte de dicho paralelo la proporción sexual tiende a ser relativamente algo similar entre ambos sexos; no obstante que en los últimos años se ha observado un leve predominio de hembras en las capturas.

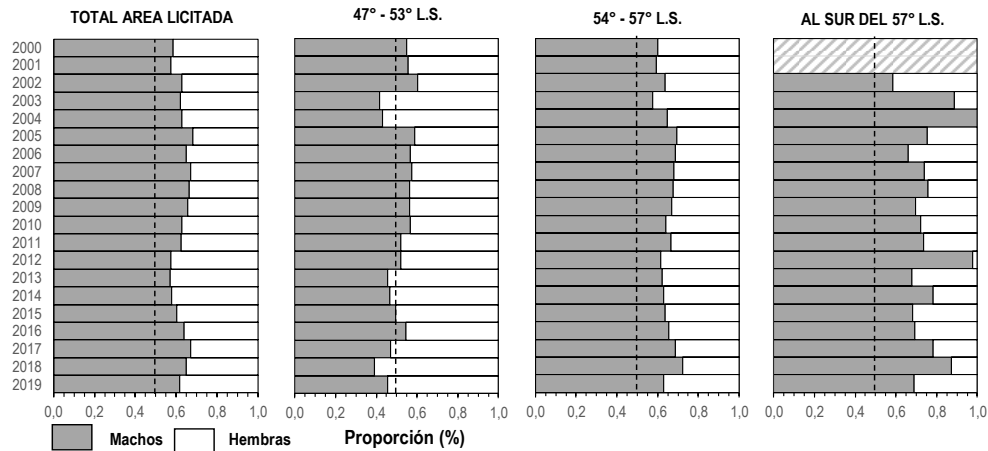


Figura 11 Distribución anual de la proporción sexual en las capturas de la flota palangre industrial para el total del área licitada y por zonas de interés, años 2000-2019. Fuente IFOP

5.1.2.3 Condición reproductiva

a) Índice gonadosomático (IGS)

En la temporada 2018 y 2019 fue posible observar un incremento del IGS hacia el mes de junio, similar al comportamiento del índice registrado en los años 2015 y 2016; para posteriormente en septiembre registrar una tendencia descendente de bajos valores de este indicador (**Figura 12**). Este patrón podría estar indicando una posible mayor actividad reproductiva del recurso durante el período de veda en el área austral.

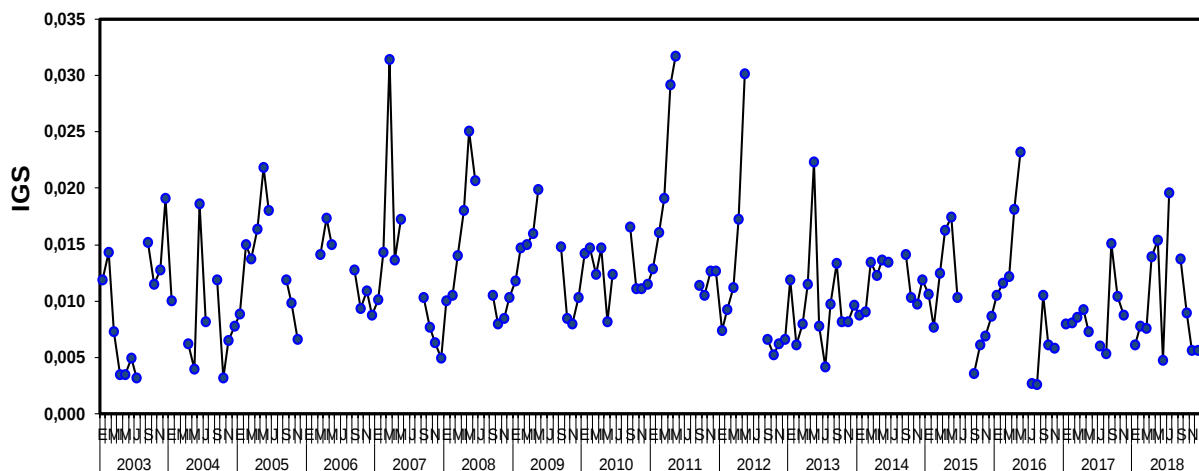


Figura 12 Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) de las hembras de bacalao de profundidad entre 2003 y 2019 en el área licitada. Flota palangrera fábrica. Fuente IFOP.



b) Estados de madurez sexual (EMS)

La evolución temporal del índice gonadosomático (IGS) y proporción de hembras maduras activas, (ovarios entre EMS II y EMS IV) registró un incremento progresivo hacia el segundo trimestre, principalmente en el área comprendida al sur del paralelo 54° L.S. De acuerdo con esta tendencia, y al incremento de estadios atrésicos registrados durante el periodo post veda (a partir de septiembre), se esperaría que el evento principal de desove ocurriese durante la temporada invernal (Figura 13).

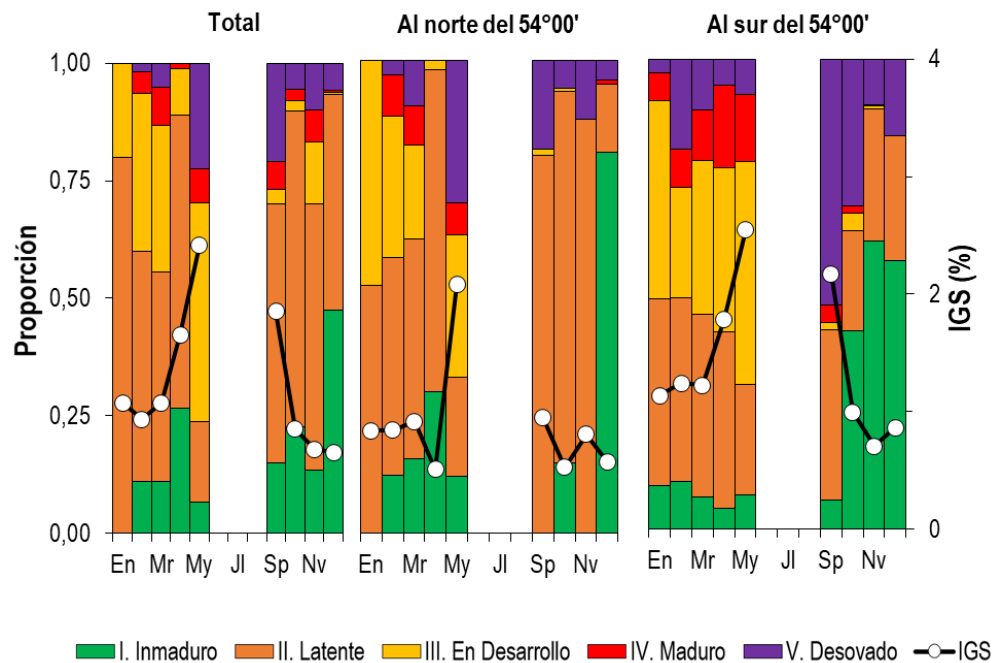


Figura 13 Variación mensual de la proporción de estadios de madurez macroscópica e índice gonadosomático en hembras de bacalao de profundidad presentes en las capturas industriales, periodo 2019. Fuente IFOP.

c) Ojiva de madurez sexual

La estimación de la curva u ojiva de madurez sexual en hembras de la especie se sustentó en la asignación macroscópica de madurez sexual y consideró la información recopilada al sur del paralelo 54° L.S. Al respecto, y al igual que las últimas temporadas se consideraron dos escenarios de análisis (Céspedes *et al.*, 2017, 2018 y 2019). El primero de ellos (Escenario A) incluyó en la estimación del parámetro la totalidad de la información y considerando como sexualmente maduro todo ejemplar cuya asignación de madurez fuese mayor a EMS II (Latente), de acuerdo a lo descrito por Everson & Murray (1999); Agnew *et al.* (1999); Young *et al.* (1999); Arana (2009), entre otros, y que representa conceptualmente en su génesis de acuerdo a los autores de la escala utilizada (Kock & Kellerman,



1991) la “longitud de primer desove”. Por su parte para el segundo escenario de análisis (Escenario B) no se utilizó el EMS II, atendiendo a las dificultades observadas por diversos autores en la correcta diferenciación entre ejemplares inmaduros y maduros inactivos mediante el uso de escalas macroscópicas (Everson, 1970; Shandikov & Faleeva, 1992; Trippel & Morgan, 1997; Saborido-Rey & Junquera 1998; Hunter & Macewicz, 2001; Junquera *et al.*, 2003; Rideout *et al.*, 2005, entre otros, bajo el entendido de que dicho estadio puede producir la sobreestimación de la fracción inmadura al agrupar este dos fases del ciclo de vida completamente diferentes (inmaduros y reincidentes).

De esta forma, durante la temporada 2019 la longitud media de madurez sexual ($L_{50\%}$) en hembras se situó en 108,6 y 93,6 cm LT, A y B, respectivamente, mientras que los intervalos de confianza de los estimados registraron rangos acotados de 107,567- 109,753 y 92,4345- 94,8434 cm LT (L_{inf} y L_{sup} , respectivamente) (**Figura 14**).

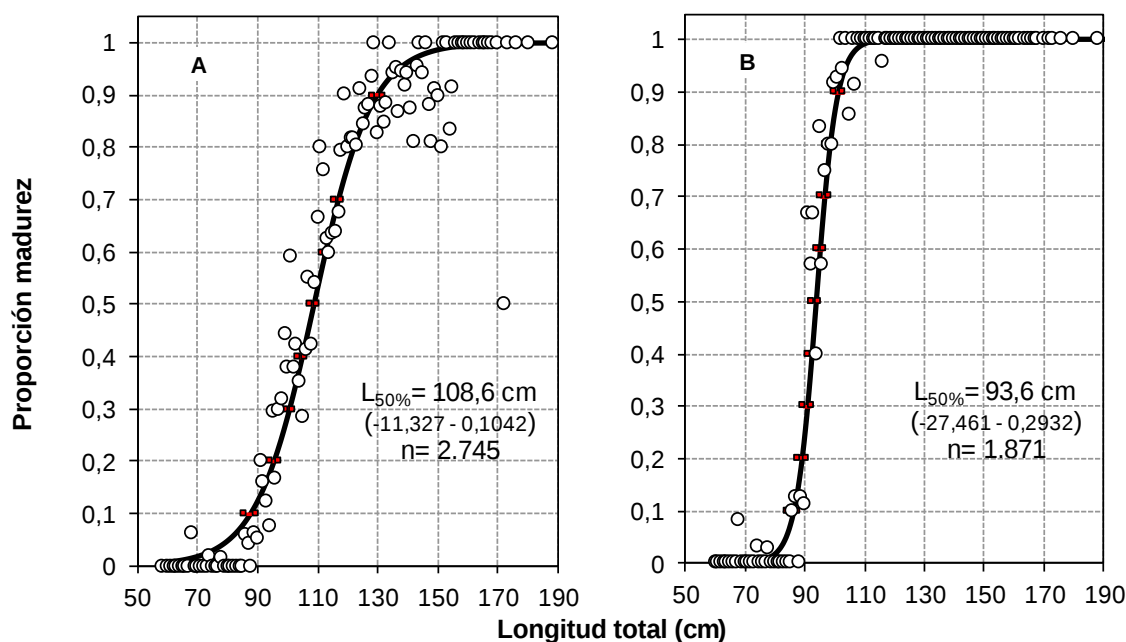


Figura 14 Ojivas de madurez sexual en *D. eleginoides* bajo escenarios A y B para hembras de la especie, año 2019. Valores entre paréntesis corresponden a los parámetros b_0 y b_1 del ajuste logístico. Los cuadros rojos representan los intervalos de confianza al 95%. Fuente IFOP.



5.1.2.4 Composición de edad del desembarque

a) Estructura de edad del desembarque

En la estructura en número de individuos de la captura por grupos de edad, si bien este recurso tiene una amplia estructura de edades presente en la pesquería (VI hasta 30+), se observa importante participación de GE jóvenes (**Figura 15**). En machos, considerando los grupos de edad (GE) que contribuyen con aporte de al menos un 5% a la estructura, se tiene que los GE X a XV constituyen un 39%, destacándose levemente entre ellos la moda en el GEX y GE XII (7% cada uno) quienes presentan talla promedio de 94 cm y 102 cm y peso promedio de 9,0 kg y 11,7 kg respectivamente.

En los peces más adultos se destaca el GE XIX y GEXX (cada uno representa el 5% del desembarque) tienen talla promedio de 118 cm y 122 cm, con peso promedio de 18,5 kg y 20,3 kg respectivamente.

En hembras, los grupos que aportan 5% o más a la estructura etaria son seis grupos de edad jóvenes, destacándose desde GE VII a XII, conforman un 34 %, con la moda que recae en el GE VIII (8%), destacándose respecto de las otras edades. De forma similar a los machos, las hembras presentan una moda secundaria encabezada por el GE XX (4%).

Las hembras se caracterizan por presentar modas menos intensas que los machos y a su vez por tener mayor representación en las edades mayores.

En los peces más adultos, el grupo 30+ reúne a los peces de esa edad y mayores alcanzando un 6% de representación en la estructura de machos y un 15% en las hembras, lo que indica la diferencia de longevidad, la cual es notablemente mayor en hembras.

Respecto al desembarque en peso por grupos de edad (**Figura 16**) se aprecia que en la pesca industrial existe una importante contribución en peso de los GE más adultos a la captura. A modo de ilustrar el efecto del peso de los ejemplares según la edad, se puede mencionar el caso de hembras, en donde la moda que recae en peces jóvenes del GE VIII, presenta 2,0 mil ejemplares los cuales aportan 10t al desembarque, en cambio en adultos GEXVII, aun cuando el n° extraído en la pesca (0,6 mil ejemplares) es aproximadamente un cuarto (27%) de lo que registra el GE VIII, el aporte al desembarque en peso es el mismo (10 t). Esto ilustra la importancia de capturar a los ejemplares al momento de su mayor aporte en peso, dejando de paso a su vez a los de menor edad el período necesario para el crecimiento y su reproducción.

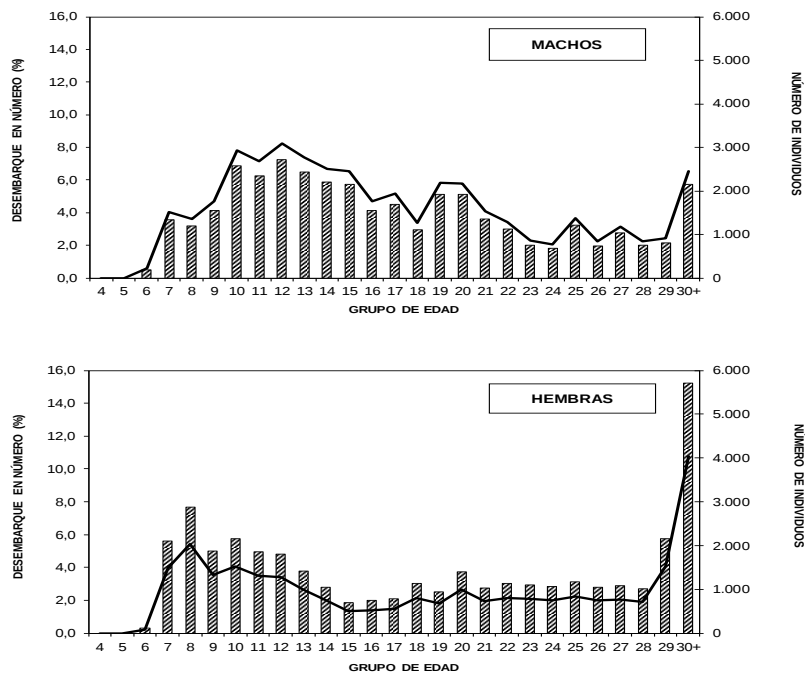


Figura 15 Desembarque industrial en peso (línea) y número de peces desembarcados (barras) por grupos de edad de bacalao de profundidad para el área sur-austral, 2019. Fuente: IFOP.

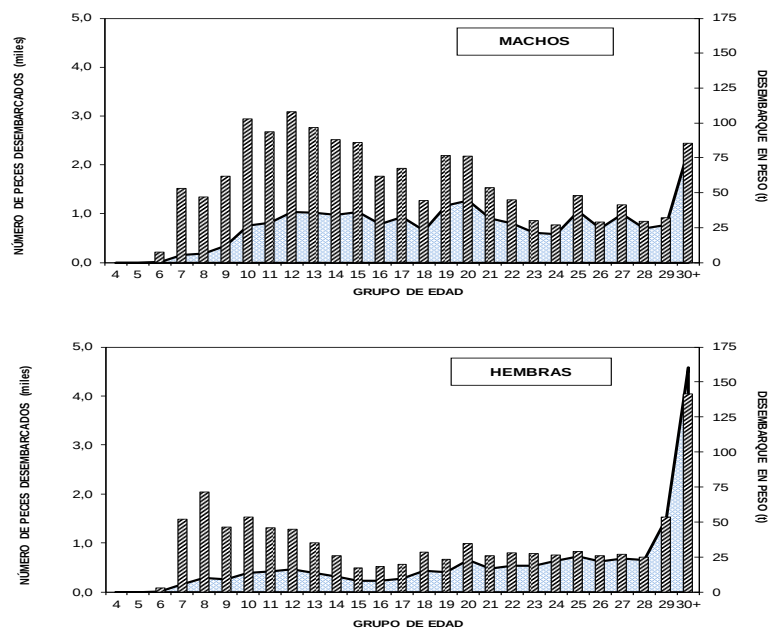


Figura 16 Composición del desembarque industrial en número (línea) y porcentaje (barras) por grupos de edad de bacalao de profundidad para el área sur-austral, 2019. Fuente: IFOP



b) Relaciones peso - longitud

Para el proceso de conversión de la captura en peso a número de individuos se empleó la relación entre el peso total y la longitud de los individuos ajustada por métodos lineales, disponiendo en total de 9.732 registros en el año 2019, cifra considerablemente más alta que lo registrado para 2018 (7.944 datos biológicos). Con la información biológica industrial recopilada, se ajustó las relaciones peso-longitud cuyos parámetros de interés y estadísticos asociados se entregan en la **Tabla 5**.

Tabla 5

Datos estadísticos de interés para las relaciones peso - longitud ajustadas por métodos lineales para bacalao de profundidad 2019.

PALANGRE	a	b	r ²	N
Zona Sur Machos	0,0047344	3,1782257	0,966	5.833
Lim. Inferior	0,0044084	3,1629563		
Lim. Superior	0,0050844	3,1934950		
Zona Sur Hembras	0,0046078	3,1837532	0,980	3.899
Lim. Inferior	0,0043113	3,1694037		
Lim. Superior	0,0049247	3,1981028		
Zona Sur Ambos	0,0046590	3,1815434	0,974	9.732
Lim. Inferior	0,0044395	3,1711778		
Lim. Superior	0,0048895	3,1919090		

Fuente: IFOP

En la pesca industrial, en promedio, los machos presentaron 16,8 kg y hembras 20,9 kg, valores con leve variación respecto de los registrados en 2018. En la **Figura 17** se ilustra el comportamiento de este indicador en los últimos diecisiete años separado por sexos. Como se puede observar en la figura mencionada las hembras alcanzan pesos medios notablemente mayores que los machos. Desde 2005 al presente tanto machos como hembras han presentado fluctuaciones con la misma dirección ya sea en ganancia o pérdida de peso medio.

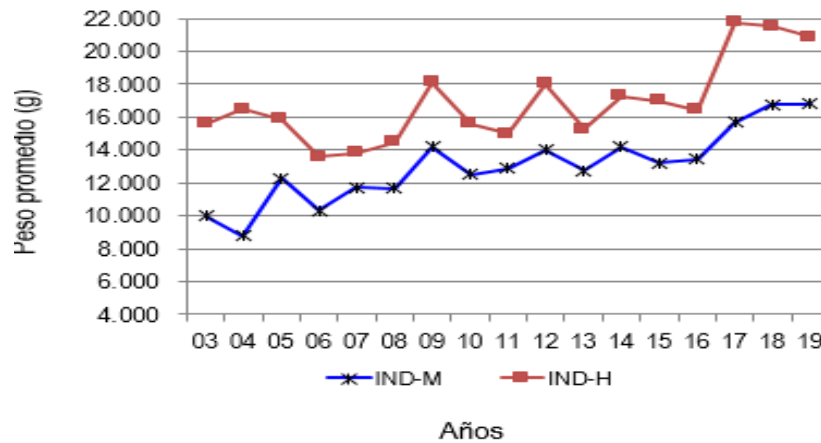


Figura 17 Pesos promedios (g) de bacalao de profundidad en el desembarque, serie histórica 2003 – 2019
IND: Industrial M=Machos H=Hembras. Fuente: IFOP

c) Serie histórica

Un factor que incide en la composición de individuos por grupos de edad en los desembarques anuales es la proporción de machos y hembras que se presenta. Considerando la pesquería industrial, se puede mencionar que en su composición interna siempre se registra mayor número de machos. En la **Tabla 6** se incluye la razón entre sexos en esta última década, en donde se aprecia que por cada macho se registra 0,5 a 0,7 hembras según el año que se observe.

Tabla 6

Razón macho:hembra del desembarque en número de bacalao de profundidad entre 2010 y 2019, empleado en estructura etaria.

RAZÓN MACHO:HEMBRA	AÑOS 2010 - 2019									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
MACHOS	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
HEMBRAS	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6

Fuente: IFOP

En el estudio del bacalao de profundidad, desde los proyectos iniciales en la década de los noventa hasta el 2006 se empleó el análisis de escamas para la estimación de la edad y desde 2007 al presente se utilizó análisis de otolitos (Céspedes *et al.* 1998; Céspedes *et al.*, 2018; Céspedes *et al.*, 2019).

Antes del 2006, según las posibilidades de muestreo que se tenía en esa época, sólo se podía acceder a las escamas y posterior a ello se pudo obtener muestreo en paralelo de ambas estructuras duras que permitieron su análisis conjunto de forma previa a pasar al análisis de edad basado en otolitos. El empleo de otolitos para estimar la edad y el crecimiento del bacalao de profundidad es una técnica empleada en los centros principales de estudio de este recurso (Collins *et al.* 2010). Los otolitos,



preparados extrayendo l3minas finas de su secci3n transversal, dan facilidad de observaci3n desde peces muy j3venes a peces de las edades m3s adultas (C3spedes *et al.*, 2019; Ojeda y Bravo, 2019).

La serie de estructura por edad de la pesca industrial para los 3ltimos trece a3os se presenta en la **Figura 18** en la que es posible observar tres etapas. La primera etapa abarca los cinco a3os iniciales de la serie (2007 a 2011), con desembarque industrial en n3mero por sobre ciento cincuenta mil ejemplares y que se caracteriza por tener una estructura con edades con moda alrededor del GE XI y con varios grupos de edad que participan de forma importante en el soporte de la moda. Una segunda etapa, desde 2012 a 2016, se caracteriza por presentar la edad modal desplazada a grupos de edad menores (VIII – IX), con modas intensas en los primeros a3os (2012-2013) seguido de modas menos intensas al paso de los a3os, caracterizadas por tener al interior un menor n3mero de edades que la sustentan. La tercera etapa, que abarca los 3ltimos tres a3os de la serie ilustrada en la **Figura 18** a pesar de tener cifras de desembarque total en n3mero similares, de aproximadamente setenta mil ejemplares en total por a3o, presenta estructura de edad achatada, sin modas relevantes. Aun as3, las edades m3s adultas siguen siempre presentes en la estructura, solo que la estructura etaria no tiene en su interior clases fuertes que se destaquen como en su historia de diez a3os atr3s.

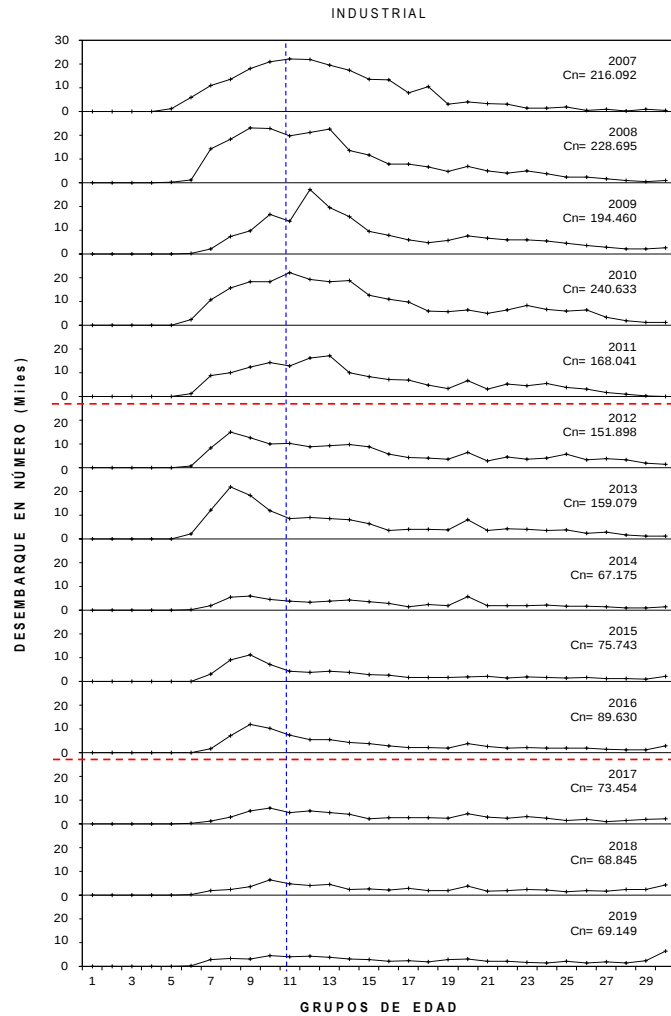
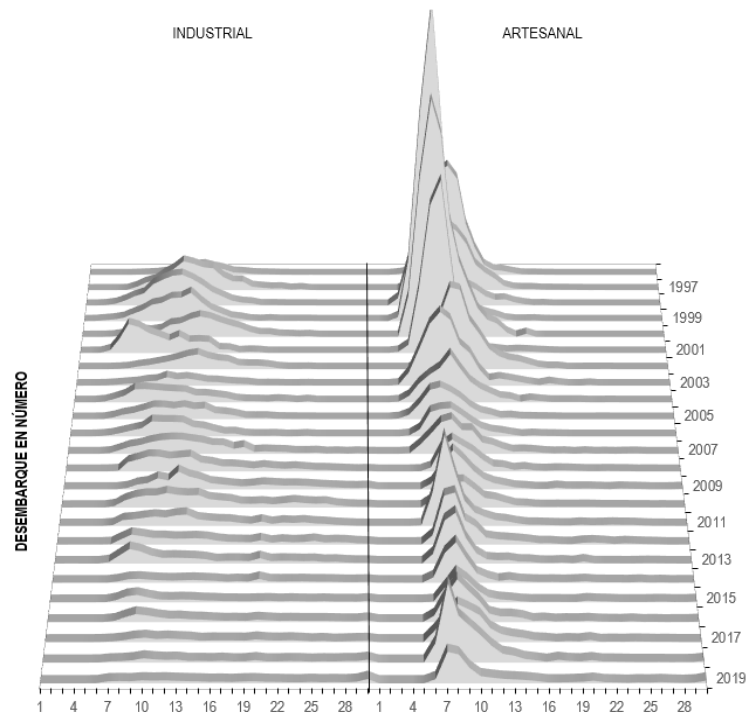


Figura 18 Composición del desembarque en número de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquería demersal industrial para el período 2007 – 2019. Fuente IFOP.

La estructura etaria histórica de la pesca industrial comparada con la pesca extraída por la flota industrial se presenta en la **Figura 19** para un período de veinticuatro años de estudios de la estructura del desembarque, desde 1996 hasta el presente. A nivel país, la estructura etaria de la pesca industrial aporta con menor número de ejemplares capturados que respecto de la pesca artesanal; no obstante, aporta con ejemplares de edades adultas; mientras la pesca artesanal aporta con estructuras etarias principalmente de edades juveniles.

Este número de individuos por edades a través de la historia de las capturas, junto a otros parámetros y consideraciones, son modelados por los investigadores asociados a estudios que revisan el estatus del recurso bajo diferentes escenarios (Tascheri y Canales, 2016).



GRUPOS DE EDAD

Desembarque en número		
Año	Industrial	Artesanal
1996	84.893	753.249
1997	312.927	602.939
1998	339.358	799.929
1999	282.436	1.454.743
2000	245.443	1.427.723
2001	280.737	842.796
2002	159.944	595.689
2003	88.848	566.951
2004	179.234	350.411
2005	170.635	245.612
2006	169.588	221.929
2007	216.092	273.041
2008	228.695	208.545
2009	194.460	224.070
2010	240.633	202.799
2011	168.041	378.353
2012	151.898	285.030
2013	159.079	241.160
2014	67.175	194.317
2015	75.743	150.651
2016	89.630	244.827
2017	73.454	269.111
2018	68.845	395.242
2019	69.149	185.772

Figura 19 Composición del desembarque en número de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquería demersal industrial y artesanal. Período 1996 - 2019. Fuente IFOP.



5.1.3 Indicadores ecosistémicos

La interacción con orcas y cachalotes en la pesquería de bacalao de profundidad principalmente se registró en los caladeros localizados al sur del paralelo 54° L.S. (**Figura 20**), zona que registra los mayores niveles de captura y rendimiento de pesca para este recurso.

La distribución espacio temporal de la presencia de orca y cachalote se registró en toda el área de la actividad de pesca de la flota industrial (**Figura 21**); sin embargo, al sur del paralelo 54°S, entre marzo-mayo y septiembre-noviembre se registró la mayor interacción temporal (mensual) de orcas y cachalotes en la pesquería. Como se observó en la temporada 2016, 2017 y 2018, durante el año 2019 la mayor interacción de mamíferos fue coincidente con los mayores valores de capturas mensuales de bacalao de profundidad (**Figura 22**). En el caso de las orcas la presencia corresponde a manadas con numerosos individuos, principalmente entre 4 a 10 ejemplares; en cambio, los cachalotes su presencia estuvo conformada principalmente entre uno a tres ejemplares (**Figura 23**).

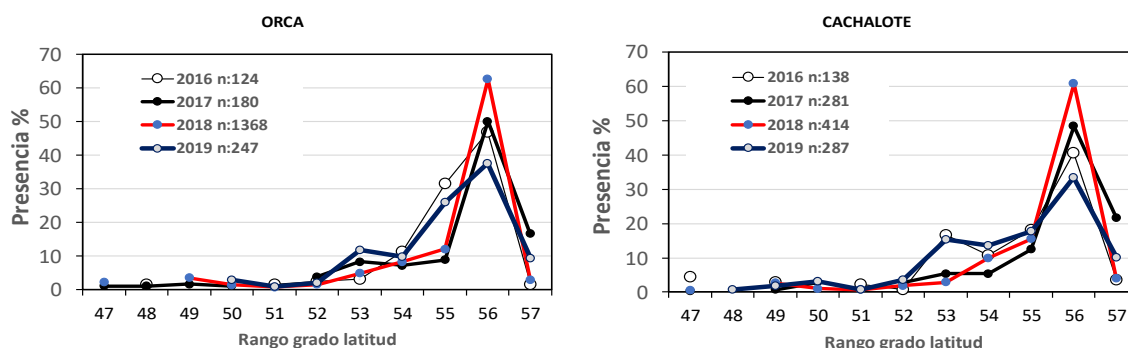


Figura 20 Distribución espacial de la presencia (%) de interacción de orcas, cachalotes y lobo marino en la pesquería, 2016 y 2019. Fuente IFOP.

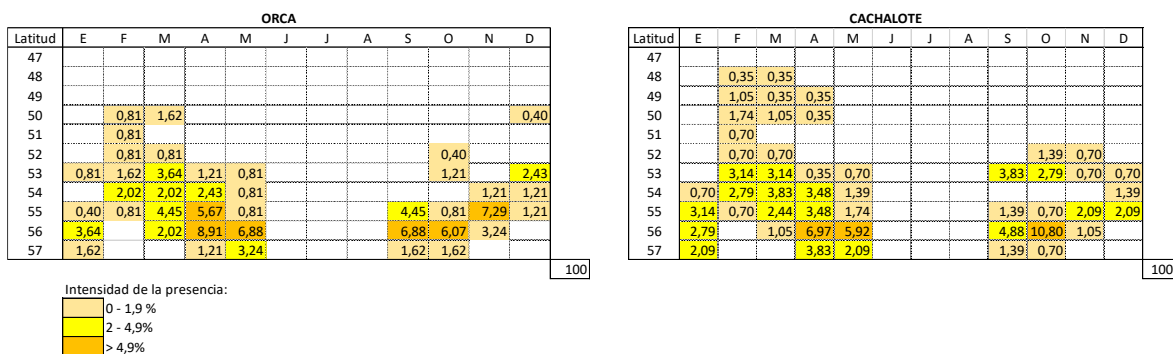


Figura 21 Distribución espacio temporal (grado latitud y mes, respectivamente) de la presencia (%) de orcas y cachalotes en la pesquería, 2019. Fuente IFOP.

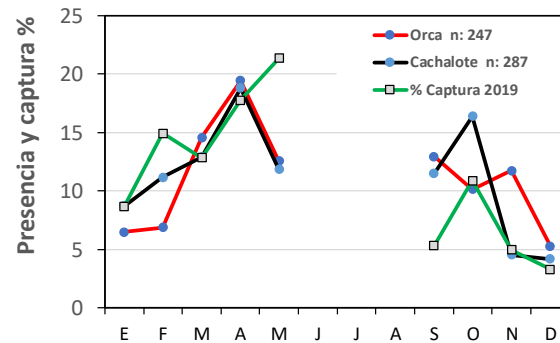


Figura 22 Presencia (%) mensual de los mamíferos (orca y cachalote, línea color rojo) y la captura (%) de bacalao de profundidad (línea color azul) registrada en la pesquería en 2019. Fuente IFOP.

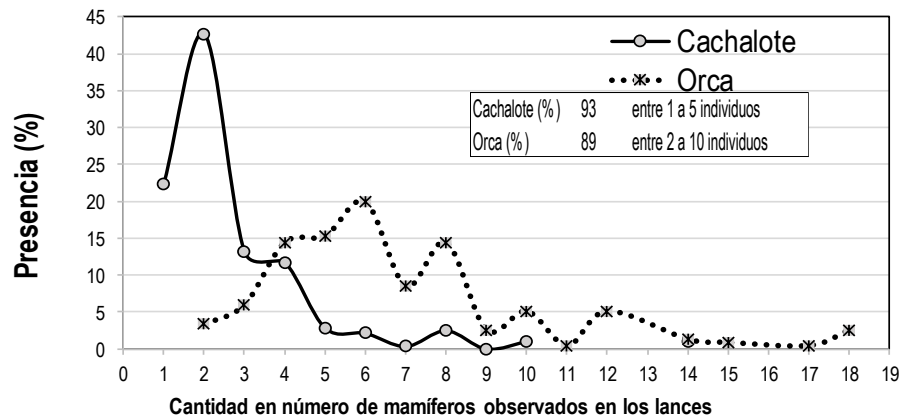


Figura 23 Presencia de la cantidad de mamíferos presentes en los lances de pesca observados en la pesquería, 2019. Fuente IFOP. Nota: 534 observaciones totales.

b) Depredación y captura total por viaje de pesca

Como se informó en el desempeño operacional de la flota palangrera, a inicios del 2017 (e incluso a fines del 2016) fue introducido una modificación al palangre cachalotero, la que pasó a ser empleada de forma estable por la flota de palangre en la segunda temporada de pesca del mismo año y los años siguientes. Dicha modificación tiene como propósito proteger la captura al interior del cono de la cachalotero mediante el uso de una pretina conectada una malla inferior (**Figura 24**), la cual se cierra al virar el arte e impide que orcas o cachalotes preden directamente sobre los ejemplares capturados.

Durante el uso de esta modificación en el año 2017 se empezó a masificar el uso de dicha modificación, dado los resultados auspiciosos de las pruebas efectuadas, en sentido que los rendimientos de pesca no se vieron fuertemente afectados por la depredación de los mamíferos (Céspedes *et al.*, 2018). Sin embargo, durante el año 2018 y 2019 la observación efectuada en la



interacci3n en la pesquería muestra que estos mamíferos han logrado consumir la captura teniendo presente la modificaci3n.

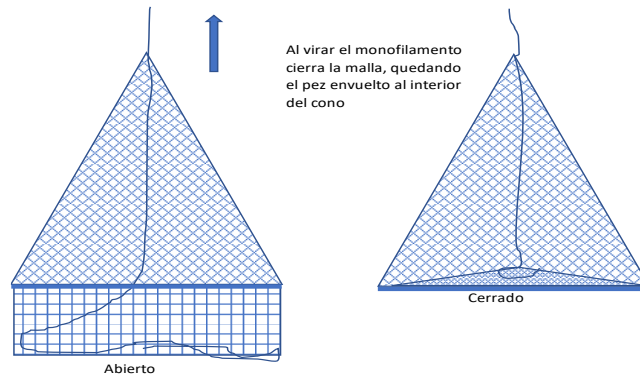


Figura 24 Esquema general de la modificaci3n incorporada al palangre cachalotero. Fuente IFOP.

Durante el 2019 fue posible recopilar informaci3n de presencia-ausencia de mamíferos en 7 viajes de pesca, lo cual se tradujo en la observaci3n de 820 lances (**Tabla 7**), con lo cual fue posible estimar la depredaci3n de estos mamíferos en la captura. En todos los viajes fue posible observar que los lances con presencia de mamíferos registraron rendimientos inferiores respecto de los lances con ausencia de mamíferos. En general, el rendimiento de pesca de los viajes con ausencia y presencia de mamíferos ejemplifica que el efecto de depredaci3n causada por estos mamíferos difiere entre los viajes, aspecto que muestra la importancia de monitorear -en lo posible- todos los viajes de la pesquería.

Tabla 7

Registro por barco y viaje del número de lances, esfuerzo de pesca (número de barandillos) y rendimiento de pesca (g/bar) en presencia o ausencia de mamíferos en la pesca en bacalao de profundidad, ańo 2019.

Viaje (barco y meses)	Núm. Lances			N° Barandillos			Rendimiento (g/bar)		
	Presencia (pres)	Ausencia (aus)	Total	Presencia (pres)	Ausencia (aus)	Total	Presencia (pres)	Ausencia (aus)	Total
Barco 1 ene-mar	27	58	85	20.700	44.599	65.299	583,3	923,2	815,5
Barco 2 ene-mar	30	53	83	23.680	41.940	65.620	1.960,6	2.453,7	2.275,8
Barco 3 feb-abr	66	82	148	54.170	69.895	124.065	1.156,3	1.285,0	1.228,8
Barco 4 feb-jun	45	111	156	31.555	76.270	107.825	1.226,9	1.539,2	1.447,8
Barco 2 mar-jun	47	47	94	38.370	40.274	78.644	1.955,1	2.125,3	2.042,3
Barco 3 ago-nov	83	22	105	61.800	15.600	77.400	1.983,2	2.330,9	2.053,3
Barco 4 sep-dic	31	118	149	22.105	82.580	104.685	1.510,4	1.577,0	1.562,9
Total	329	491	820	252.380	371.158	623.538	1.548,5	1.625,9	1.594,6

Fuente IFOP.

La depredaci3n (D₂) estimada para los 7 viajes - segun las estimaciones realizadas en este trabajo y propuestas por Céspedes *et al.* (2017) - fueron entre 4,2% y 36,8%, señaladas en la **Tabla 8**. Efectuando un cálculo ponderado de la depredaci3n, segun el peso relativo de la captura perdida, la depredaci3n estaría en 17,6%; valor inferior respecto del valor estimado para el ańo 2017 y 2018 (27,8% y 41,6%, respectivamente). La captura total perdida por efecto de los mamíferos en los 7 viajes fue de 65 t.



La diferencia de valores de depredación (D_2) en los viajes -como se ha registrado en el año 2017, 2018 y 2019- confirma que su estimación se debe hacer al viaje de pesca, por las diferencias operacionales de pesca de cada viaje y también por las diferencias en la misma interacción por parte de los mamíferos. Luego, contar con una mayor cobertura de observación en la pesquería permitiría evaluar de mejor forma la magnitud de la interacción con la pesquería y sus posibles efectos en el ámbito económico.

Tabla 8

Rendimiento de pesca perdido, depredación (D_2), captura perdida (kg) y captura total en los barcos y viajes analizados con interacción de mamíferos, 2019.

Viaje (barco y meses)		Rendim. perdido (g/bar)	Depredación D_2 %	Captura perdida Cp (kg)	Captura pres. mamif. Cmam (kg)	Captura aus. Mamif. Caus (kg)	Captura total Ct (kg)	Captura total registrada (kg)
Barco 1	ene-mar	339,9	36,8	7.036	12.075	41.176	60.287	53.251
Barco 2	ene-mar	493,2	20,1	11.678	46.426	102.909	161.013	149.335
Barco 3	feb-abr	128,7	10,0	6.972	62.637	89.816	159.425	152.453
Barco 4	feb-jun	312,3	20,3	9.855	38.715	117.396	165.966	156.111
Barco 2	mar-jun	170,2	8,0	6.532	75.016	85.595	167.143	160.611
Barco 3	ago-nov	347,7	14,9	21.491	122.560	36.362	180.413	158.922
Barco 4	sep-dic	66,6	4,2	1.472	33.387	130.226	165.085	163.613
Total				65.036	390.816	603.480	1.059.333	994.296
D2 ponderado por Cp =				17,6				

Fuente: IFOP

Entre los años 2018 y 2019 se ha logrado estimar la depredación, bajo la metodología de ausencia y presencia, con un mayor número de viajes, respecto de los años anteriores (**Figura 25**). Estos resultados muestran que es posible estimar la captura total de bacalao de profundidad y la captura perdida por depredación por mamíferos (orcas y cachalotes); en donde esta última puede llegar a valores en pérdida económica importante en un viaje de pesca.

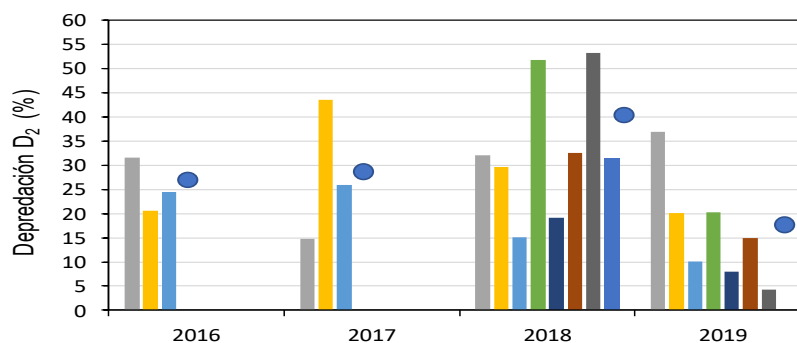


Figura 25 Valores de depredación (D_2) por barco o viaje estimadas para el 2016, 2017, 2018 y 2019 (tres viajes en 2016 y 2017, 8 viajes 2018 y 7 viajes 2019). El círculo indica en valor ponderado de la depredación. Fuente IFOP.



c) Indicadores fauna acompañante e incidental

A continuación, se entrega la fauna acompañante e incidental asociada a la pesquería industrial dirigida a bacalao de profundidad en el área lícitada; para la flota palangrera fábrica durante el año 2019 (**Tabla 9**). Como es habitual en esta pesquería, la fauna acompañante fue escasa con menos del 8% respecto de la participación en la captura. Este resultado muestra que la especie objetivo de la actividad de pesca fue dominante; situación habitual de esta pesquería. Dentro de la fauna acompañante destacaron las especies las pejeratas, como también la antímora y rayas, especies habitualmente capturadas en la pesca de bacalao de profundidad durante gran parte del año.

Tabla 9

Participación en la captura (%) de las principales especies como fauna acompañante e incidental en la pesca informada como especie objetivo bacalao de profundidad en el área lícita en la flota palangrera, 2019.

Nombre común	Participación en la captura %	Participación respecto captura bacalao de profundidad %
Bacalao de profundidad	91,77	100
Granadero ojos grandes	6,27	6,84
Raya volantín	0,82	0,89
Antímora	0,42	0,46
Raja sp.	0,28	0,30
Raya espinosa	0,18	0,19
Raya maguellánica	0,07	0,08
Granadero escamoso	0,07	0,07
Tiburón marrajo	0,05	0,05
Tollo negro narigón	0,038	0,042
Granadero chileno	0,006	0,007
Merluza del sur	0,0003	0,0003
Otras especies	0,0295	0,0321
Fuente: IFOP	100,0	

Respecto de la captura incidental, como es habitual, esta flota industrial no registra mortalidad de mamíferos. En relación con las aves, debido principalmente a la velocidad de hundimiento que presenta el aparejo empleado y al uso de dispositivos, la mortalidad de aves es mínima. Durante el año 2019, según los datos de observadores científicos a bordo en el año solo se registró la mortalidad de dos aves marinas.



5.1.4 Análisis y discusión de la pesquería

Además de la reducción de la actividad extractiva y la salida de naves pesqueras producto de la disminución de cuotas de captura acaecido el 2013, el sector industrial ha registrado una serie de cambios importantes; los cuales no solo han afectado los niveles de rendimiento, sino que además han tenido consecuencias en la cadena de empleo y servicios requeridos para la operación. Uno de ellos corresponde a la introducción del palangre denominado “cachalotera”, con el propósito de reducir los efectos de consumo de la captura de bacalao de profundidad por parte de mamíferos marinos (orcas y cachalotes). En efecto, los resultados obtenidos de la interacción de mamíferos durante el año 2016 a 2019 dan cuenta de la alta incidencia e impacto que tiene en las capturas y rendimientos de pesca en esta pesquería, generando no solo pérdidas económicas para los armadores de la pesquería, sino que, además, incertidumbre respecto a los indicadores pesqueros que alimentan posteriormente el estado de situación de la pesquería de bacalao de profundidad.

Al respecto, los valores de depredación entre 2016 y 2019 (cuatro años) fluctuaron entre 4% y 53%, con valores que tienden a estar en un valor de depredación ponderada entre un 18% y 48%. En el caso del valor ponderado en el año 2019 fue de 18% en los 7 viajes observados. Estos valores están dentro de los descritos por Tixier *et al.* (2010); Tixier (2012) y Gasco *et al.* (2015) los cuales describen valores de depredación cercanos al 30%; no obstante, son valores superiores a los descritos por Tixier & Arnould (2019) que muestran para Chile en bacalao de profundidad una depredación por mamíferos entorno al 12%. Es importante destacar que la diferencia entre barcos ratifica que estimar la depredación conlleva reconocer la variabilidad operativa de la pesca. Dicha variabilidad tendría implicancias en el monitoreo de la pesquería, el cual debiese priorizar una mayor cobertura de viajes con observador científico, con objeto de reducir la incertidumbre asociada a los indicadores pesqueros, sobre todo el rendimiento de pesca (Moreno, Hucke-Gaete y Arata, 2003). En el año 2019 se registraron capturas perdidas por depredación que podría llegar entre 2 t y 21 t y en el 2018 llegaron a registrarse entre 2 t y 53 t, cifras altas que afectan la productividad y tienen efectos económicos negativos en un viaje de pesca; además que son cifras de capturas que incrementa la incertidumbre en los valores de captura y desembarque del recurso.

Otro factor que en las pesquerías genera incertidumbre en las capturas es el descarte. No obstante, en el año 2018 este factor en la especie bacalao de profundidad (captura descartada versus captura total de la misma especie) en la pesquería industrial fue bajo (4,2%). Una de las principales causas fue la calidad (Bernal *et al.*, 2019), como atributos relacionados con el daño que registra la materia prima por predación de mamíferos, parásitos, hematomas, entre otros. Los usuarios de esta pesquería han estado aprovechando -cada vez- estos ejemplares dañados en su producción; medida adecuada para reducir aún más el descarte. En este sentido, la magnitud de la captura predada por mamíferos muestra cifras mayores al descarte; en donde esta última podría tender a ser menor si el aprovechamiento de los ejemplares dañados fuera mayor; aspecto que tiene relación con los subproductos que podrían ser generados a bordo.



Por otra parte, entre los cambios observados en la flota industrial ha sido el desplazamiento de la operación de pesca -de forma más habitual a partir del año 2011- a caladeros situados al norte del paralelo 54° S., debido principalmente a una menor interacción con orcas y cachalotes (Céspedes *et al.*, 2012). No obstante, las capturas obtenidas en dichas latitudes (47° - 53° S) se encuentran representadas principalmente por ejemplares juveniles (menores de 110 cm) (Céspedes *et al.*, 2015, 2016 y 2019).

No obstante, los cambios descritos anteriormente, como es habitual en esta pesquería las mayores concentraciones espacio temporal de las capturas, esfuerzo y rendimientos de pesca nominales se han mantenido en el extremo austral, al sur del paralelo 54° S y áreas aledañas a los límites con Argentina. Esta cercanía de operación de pesca con aguas atlánticas permite verificar la existencia de procesos de desplazamientos migratorios del recurso desde Argentina hacia aguas chilenas o viceversa (Céspedes *et al.*, 2005, 2006 y 2007; Ashford, Fach, Arkhipkin & Jones, 2012 y Tascheri, Canales, Céspedes y Chong, 2014). Dicho proceso podría explicar la dinámica del recurso en el cono austral y contribuir en el entendimiento de la dispersión de los rendimientos de pesca en sentido sur - norte. Frente a este escenario se requiere establecer un programa de marca-recaptura de mediano a largo plazo (plurianual) sobre el recurso, el cual permita dilucidar los procesos migratorios con mayor detalle. Estudio que podría ser incorporado dentro del programa de monitoreo, si es que se provisionan recursos adecuados.

Si bien los indicadores pesqueros de captura y rendimiento de pesca presentan incertidumbre debido a la interacción y consumo por parte de mamíferos marinos. Se ha registrado -en general- un incremento gradual del rendimiento de pesca durante el periodo 2013-2019; a pesar de que durante el año 2018 se observó una caída de este indicador. Entre los posibles factores explicativos estarían, por ejemplo, a cambios de tácticas de pesca por parte de patrones para reducir los efectos de los mamíferos, desplazamiento de la operación de pesca hacia caladeros ubicados al norte del paralelo 54° S, introducción de una modificación al palangre cachalotero durante el 2017 para evitar el daño de los mamíferos en la captura, y -por otro lado- no se descarta que el incremento del rendimiento de pesca en los últimos años podría responder a una mayor presencia del recurso en el área de operación de la pesquería, posiblemente producto de las medidas de regulación adoptadas años anteriores, no solo por Chile, sino que también por Argentina.

Por otro lado, el rendimiento de pesca del año 2019 tiene el efecto del cierre de operaciones de pesca en una importante área y caladeros de altas capturas y rendimientos del recurso, correspondiente a zonas de pesca localizadas en el Parque Marino Islas Diego Ramírez y Paso Drake, a contar de la publicación en el Diario Oficial del 21 de enero de 2019 (Norma General del Ministerio de Medio Ambiente; 1443,906 km²). Según datos del año 2018 (fuente IFOP) dicha área aportó con el 52% de las capturas de bacalao de profundidad, en donde la flota palangrera registraba rendimientos entre abril y mayo sobre los 1800 (g/bar). Luego, la operación de pesca del año 2019 no contó con dichas capturas y rendimientos de pesca proveniente de caladeros históricos de la pesquería; aspecto que se reiterará en los años siguientes. Desde otro punto de vista, esta restricción a dichos caladeros de bacalao de profundidad podría tener un sentido positivo en un futuro próximo, dado que dicho Parque



también comprende una posible zona importante de desove del recurso. Esto último requiere ser confirmado con un estudio reproductivo en el recurso dirigido en dicha área entre junio y agosto.

Por su parte, la composición anual de tallas en las capturas industriales registrada en el año 2019 mantiene la moda principal entorno a los 110 cm, similar a los años 2017 y 2018; sin embargo, a diferencia de dichos años, se registró una segunda moda de menor magnitud de ejemplares juveniles entorno a los 70 cm. No obstante, esta presencia de ejemplares de tallas menores la estructura de la captura registró una menor presencia de ejemplares juveniles bajo los 110 cm, entorno al 40%, valores inferiores a inicio de los años dos mil y cercanos a los valores de inicio de la pesquería en los años noventa.

La presencia del contingente juvenil proviene de las capturas en latitudes ubicadas al norte del paralelo 54° S. Zona que se caracteriza por mayor presencia de juveniles de bacalao de profundidad respecto de la estructura más adulta de las capturas al sur del paralelo 54° S. (Céspedes *et al.*, 2016). Sin embargo, en los últimos tres años (2017 a 2019) se ha registrado una mayor presencia de ejemplares adultos y cada vez más presente la moda de 110 cm en las zonas de pesca al norte del paralelo 54° S. La moda de juveniles registrada en las capturas del año 2019 podría indicar la entrada de reclutas a las áreas de pesca, ejemplares que podrían estar principalmente entre los grupos de edad VII y VIII.

En relación con la proporción sexual, en la pesquería se observó el predominio de los machos en las capturas industriales en el área lícitada, cómo ha sido habitualmente descrita (Young *et al.*, 1999, Céspedes *et al.*, 2009). No obstante, de forma similar que la estructura de talla, la proporción sexual registra una estratificación. Al norte del paralelo 54° S la proporción entre ambos sexos tienden a ser relativamente similares (1:1); sin embargo, al sur de dicho paralelo predominan los machos en las capturas (entre macho y hembra 1,8:1 y 2,5:1).

El análisis de la condición reproductiva permitió observar la presencia de ejemplares en proceso de desove durante gran parte del periodo analizado, principalmente en el área al sur del paralelo 54° L.S., los cuales incrementaron hacia la temporada invernal, concordantemente con las observaciones de Duhamel (1981), Chikov & Melnikov, (1990) y Oyarzun *et al.*, (2003). En este aspecto es importante mencionar que, si bien esta especie ha sido descrita por presentar un desarrollo ovárico sincrónico por grupo -en el cual una moda de ovocitos maduros se separada claramente del grupo de reserva (Young *et al.*, 1999)-, los mecanismos al igual que la frecuencia de desove no han sido del todo estudiados, por lo que recogiendo las interrogantes planteadas por Laptikhovsky *et al.*, (2006), en el presente trabajo persiste la interrogante de si efectivamente la presencia de ejemplares maduros activos a lo largo de un extenso periodo representan un único evento de desove fraccionado (diferente al desove múltiple) (de Vlaming, 1983) o bien existirían a lo menos dos cohortes diferentes de ejemplares desovantes al interior del stock parental.

Dado que los procesos de desove en altas latitudes se hayan fuertemente sincronizados en relación a los ciclos de producción primaria en el océano (North y White, 1987; Van der Molen y Matallanas, 2004), es de esperar que el proceso reproductivo principal ocurra durante invierno a modo que los



primeros estadios de desarrollo larval tengan una alta disponibilidad de alimento en relación al pico máximo de abundancia de zooplancton durante la primavera austral (Marshall, 1953; Yefremenko, 1983; Everson, 1984; North y White, 1987). No obstante, frente a este escenario es posible que surjan ventajas adaptativas como el producir múltiples tandas de desove fueran del evento principal con el propósito de reducir la competencia interespecífica por alimento mediante la segregación trófica de las distintas etapas larvares (separación temporal de los periodos de eclosión), aunque fuertemente condicionado por las fluctuaciones ambientales (North, 1991; 2001).

Si bien los datos utilizados en el presente estudio no permiten aseverar dichas conjeturas, en este sentido sería interesante destinar estudios desde la perspectiva bioenergética a esclarecer dudas respecto a los mecanismos y frecuencias de desove en *D. eleginoides*, así como también evaluar posibles diferencias en cuanto a la cantidad y calidad de los huevos producidos entre los eventos de desove temprano y aquellos producidos durante el evento principal, apelando a la plasticidad de este rasgo como una importante adaptación a condiciones extremas.

Los estimados de madurez sexual obtenidos en el presente trabajo bajo ambos escenarios de análisis mostraron diferencias importantes, toda vez que el uso del estadio macroscópico II presentó una fuente importante de error dada la presencia de ejemplares maduros reincidentes dentro de la fracción juvenil (inmadura) y que en definitiva provocó la sobreestimación de dicho parámetro. Si bien no es recomendable bajo ningún escenario remover por completo un estadio, análisis exploratorios previos ya identificaban al estadio II como una fuente de sesgo en la estimación de los parámetros de madurez sexual, toda vez que no solo fueron asignados ejemplares maduros bajo este estadio, sino que también ejemplares juveniles (inmaduros) lo cual generó un ajuste anormal de los datos observados. En este sentido, la escala de madurez macroscópica utilizada por el IFOP y en la amplia gama de trabajos referidos a ojivas de madurez presenta falencias que son abordadas bajo diferentes criterios dependiendo del autor, lo cual genera, más allá de las diferencias espacio-temporales, incongruencias metodológicas que debiesen ser tomadas con cautela, atendiendo en especial a las necesidades de estandarización de conceptos y criterios entre diferentes piezas de investigación.

Por otra lado, y pese a no ser comparable estos resultados con otros estudios de similares características (debido a que el análisis se basa sobre los meses previos al máximo periodo reproductivo producto de la veda biológica que opera sobre el recurso), los estimados de madurez obtenidos bajo el escenario B resultaron cercanos a los valores recientemente reportados por Balbontín *et al.*, (2011), los cuales mediante el análisis microscópico en base a modificaciones de la escala macroscópica de Kock y Kellermann (1991) a partir de terminología estandarizada (Brown-Peterson *et al.*, 2009) logran estimar una $L_{50\%}$ para hembras de 89,9 cm LT, lo cual constituye desde un punto de vista metodológico, grandes avances en la reducción de posibles sesgos conferidos al uso de escalas macroscópicas, las cuales en muchos casos no logran diferenciar correctamente ejemplares inmaduros (que nunca han participado de un evento de desove) de aquellos pertenecientes a la fracción madura del stock pero que no necesariamente participan activamente del proceso de desove anual. En este sentido es importante mencionar que, si bien la presencia de este último grupo ha sido descrita anteriormente como una condición recurrente al interior de la población (Kock y



Kellermann, 1991; Everson y Murray 1999; Arana, 2009; Balbontin *et al.*, 2011), no existe certeza si esto responde a errores de asignación de estadios dada la subjetividad de la escala empleada, o si efectivamente existe una proporción de la fracción adulta que no desova año a año. Al respecto, el uso de datos de madurez proveniente de zona que pudiesen no registrar actividad de desove explicaría en parte los altos valores de $L_{50\%}$ registrados en algunas áreas del Océano Austral (Day *et al.*, 2014) al encontrarse una alta proporción de estos ejemplares inactivos diagnosticados como inmaduros e incorporados erróneamente en los estimados de madurez.

Si bien en nototheniidos se ha descrito un proceso de acumulación de vitelo prolongado, excediendo incluso en algunas especies los 24 meses de duración (Permitin, 1974; Everson, 1984; Kock, 1985; Duhamel 1987), no existen antecedentes respecto a cuanto efectivamente demora este proceso en *D. eleginoides*, el cual, de ser extenso pudiese impactar fuertemente en las estimaciones del potencial reproductivo de la población, toda vez que diferencias entre la talla de madurez sexual y la talla de primer desove pudiesen generar escenarios adversos para el manejo del recurso (Hubold & Tomo 1989; Everson *et al.*, 1996). Bajo una mirada precautoria, y a modo de asegurar que los ejemplares tengan la oportunidad de dejar a lo menos una descendencia, estudios a futuro debiesen abordar el análisis minucioso del proceso de gametogénesis enfocándose en la datación y validación de folículos post-ovulatorios (FPOs) como indicadores de desove reciente al igual que el grado y duración de los procesos de atresia en ejemplares post desovantes mediante el uso de técnicas histológicas, dado que el desconocimiento de estos aspectos plantea importantes dificultades en la estimación de la fracción desovante. (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011)

5.1.5 Diagnósis y perspectivas

Es importante destacar que las variables pesqueras y biológicas de la actividad operacional de pesca en la flota industrial están sujetas a algún grado de incertidumbre, debido en gran medida a la interacción con mamíferos y a aspectos biológicos aun no explorados, como los patrones migratorios en aguas chilenas y aguas atlánticas. Por tanto, con el fin lograr reducir dichos niveles en las estimaciones y captar la variabilidad de los diferentes factores que inciden en las capturas de bacalao de profundidad se requiere fortalecer el monitoreo, en sentido de contar con Observadores Científicos en cada uno de los viajes de pesca en la pesquería, para lo cual no solo es fundamental avanzar en mejorar la cooperación y comunicación con los armadores de la pesquería, sino que además contar con los recursos adecuados.

Las estimaciones de la captura perdida por depredación de mamíferos es una pieza fundamental en estimar, con objeto de conocer así la mortalidad por pesca, como también, mejorar el índice relativo de abundancia proveniente de las estimaciones basado en los datos procedente de la pesquería. Luego, registrar la ausencia y presencia de los mamíferos en cada lance y viaje de pesca es una pieza fundamental por registrar para dichas estimaciones.



Por otro lado, contar con un programa de marcaje y recaptura en el recurso incorporado al programa de monitoreo a la pesquería permitiría avanzar en dilucidar de mejor forma los patrones migratorios, como la posibilidad de generar un índice de abundancia independiente a la pesquería.

El conocimiento que se tiene en la actualidad de la biología reproductiva del recurso plantea diversas interrogantes, principalmente relacionadas con la duración del proceso de maduración sexual y la ciclicidad de los eventos de desove de la especie, frente a lo cual es necesario destinar recursos que permitan esclarecer además la talla a la cual los ejemplares aportan de manera óptima a la renovación del stock. Finalmente, es importante señalar que los diversos factores que inciden en el indicador de rendimiento de pesca de este recurso, sobre todo la interacción de los mamíferos, pueden introducir sesgos en la estimación de los índices de abundancia, lo que afectaría posiblemente en la determinación del *status* del stock, por lo que debe ser considerado y discutido en dicho análisis.

No obstante, la incertidumbre debido a la interacción de los mamíferos en las capturas, los indicadores del monitoreo de la pesquería muestran rendimientos de pesca -que en los últimos años- ha tendido a un gradual aumento, mayor presencia de la moda de 110 cm en toda el área de la pesquería, y disminución de la presencia de juveniles (no obstante, el registro de una moda de juveniles en zonas de pesca); a lo cual se suma la protección de caladeros importantes de la pesquería debido al Parque Marino; podrían ser escenarios que estarían generando condiciones de una perspectiva positiva del desempeño de la pesquería industrial de bacalao de profundidad. Sin embargo, se requiere fortalecer el monitoreo de la pesquería con mayor cobertura en la mayoría de los viajes de la flota industrial, debido que el índice de rendimiento de pesca es muy sensible a la depredación de la captura por los mamíferos; como también incorporar estudios de marca- recaptura (migración), reproductivos y parasitológicos.

5.2

PESQUERÍA ARTESANAL DE BACALAO DE PROFUNDIDAD

5.2.1 Indicadores Pesqueros

- a) Desembarque oficial
- b) Captura, esfuerzo y rendimiento de pesca

5.2.2 Indicadores Biológicos

5.2.2.1 Composición de talla de la captura

- a) Estructura de talla
- b) Talla media

5.2.2.2 Proporción sexual

5.2.2.3 Condición reproductiva

- a) Índice gonadosomático

5.2.2.4 Composición de edad del desembarque

- a) Estructura de edad del desembarque
- b) Relación peso – longitud
- c) Serie histórica

5.2.3 Indicadores ecosistémicos

- a) Precio de comercialización
- b) Costos económicos por viaje
- c) Fauna acompañante

5.2.4 Análisis y discusión de la pesquería

5.2.5 Diagnóstico y perspectivas



5.2 Pesquería artesanal de bacalao de profundidad

5.2.1 Indicadores pesqueros

Las modificaciones y perfeccionamientos a la Ley General de Pesca y Acuicultura promulgada durante el año 2013 introdujeron cambios sustantivos en el marco de ordenamiento de este recurso, las que se han reflejado en las actuales normas vigentes y en el cambio de prácticas observadas en esta pesquería artesanal. Entre estos cambios, destaca el establecimiento de cuotas de captura en el área de operación exclusiva de la flota artesanal sobre este recurso (al norte del paralelo 47°L.S.) y la inclusión del sector artesanal en la cuota de captura establecida para el área lícitada (al sur del paralelo 47°S), mediante la subasta de permisos extraordinarios de pesca.

El fin de estas medidas es regular los niveles de captura (mortalidad por pesca) para este recurso en consideración al deterioro observado en su estado de conservación, en todo el territorio marítimo que se encuentra al norte del paralelo 47°S a partir de la temporada 2013.

Por otro lado, con la entrada en vigor de las modificaciones a la Ley de Pesca (N° 20.657) las cuotas de capturas son recomendadas por los Comités Científicos Técnicos (CCT) a la autoridad respectivas. En el caso de bacalao de profundidad, este recurso fue incluido en CCT de Recursos Demersales de Aguas Profundas. De tal forma, la autoridad mediante Decreto Exento N°468 del 21 de noviembre de 2018 estableció una cuota de captura para la temporada 2019 de 2.023 t, cifra superior a la establecida para 2018 (1.712 t) y de las cuales, 25 t fueron reservadas para fines de investigación, definición que da continuidad a la tendencia ascendente registrada a partir de 2015 (1.211 t), lo que ha implicado un aumento a la fecha del 67% en relación con la cuota de dicha temporada.

a) Desembarque oficial

El desembarque artesanal ha mostrado claramente el proceso de agotamiento de los caladeros de pesca de este recurso en sentido norte a sur (**Figura 26**). En los inicios de la pesquería, el desembarque se ha explicado principalmente por la actividad desarrollada en la Región del Biobío, la cual registra el máximo valor histórico en el año 1990, momento a partir del cual se observó un descenso hasta el año 1998. Simultáneamente, la flota inició un desplazamiento hacia la zona sur (Región de Los Lagos) en búsqueda de mejores rendimientos de pesca, situación que explica el aumento de la actividad sobre el recurso en esta región a partir de 1996 (**Figura 26**). Desde el año 2000 en adelante, este indicador registró una fuerte caída con niveles mínimos durante el periodo 2008-2010; no obstante, a pesar del aumento de cuota registrado a partir de 2015, de igual forma en 2019 la pesquería artesanal desembarcó el mínimo histórico (1.287 t) para el periodo 1987-2019 (sin considerar los desembarques realizados a partir de actividades en el área lícitada, **Figura 26**).

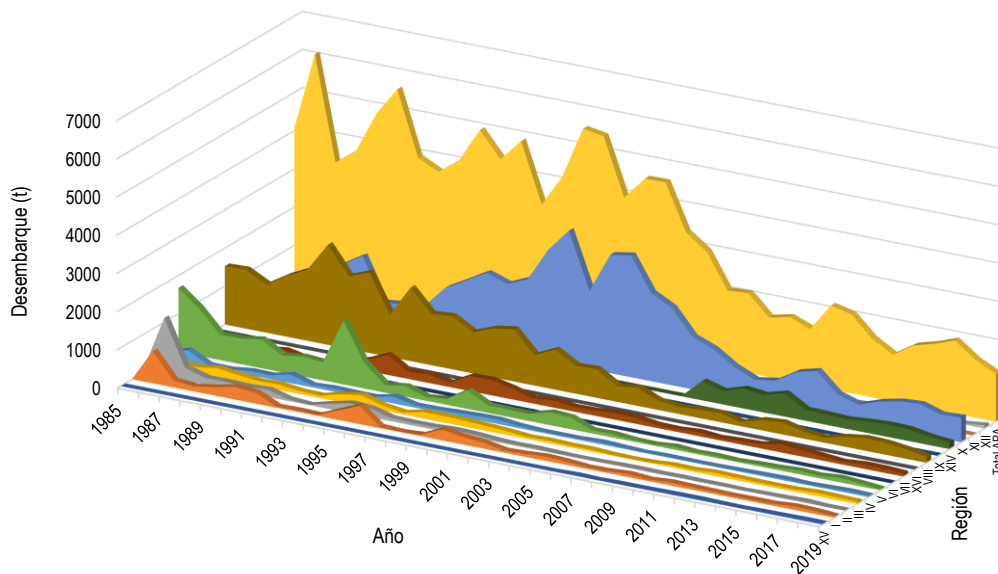


Figura 26 Desembarque (t) artesanal de bacalao de profundidad, por región de captura. Periodo 1985-2019. Total, APA: desde Región XV (AyP) a Región XI (AYSEN). Fuente: Elaboración propia en base a datos Sernapesca.

A partir de la temporada 2016 se establecieron dentro del Área Pesquería Artesanal (APA, al norte del 47° LS), unidades de menor extensión geográfica, teniendo en consideración las características operacionales de la flota que opera sobre este recurso (donde los desembarques realizados en un puerto/región en general no son capturados dentro de sus límites geográficos), los rendimientos de pesca y las composiciones de tallas de las capturas. De tal forma, se establecieron cuatro zonas: La zona 1 comprende desde el límite norte del país a los 30° LS; la zona 2, entre 30°01' - 41°LS; la zona 3, entre 41°01' - 47° LS. Asimismo, se denominó al área ubicada al sur del 47°LS (zona lícitada), como zona 4 (**Figura 27**).

Sobre esta base, al igual que en temporadas anteriores se observó que el desembarque artesanal en el 2019 se realizó principalmente a partir de operaciones extractivas realizadas en las zonas 2 y 3, con valores de 667 y 398 t, respectivamente, y que representaron el 83% del desembarque total en la APA (1.287 t, **Figura 27**). Por su parte, la zona 1 (la de mayor extensión espacial), ha mostrado históricamente los menores valores, incluso siendo superada a partir de 2015 por la zona 4 (**Figura 27**). Así, el desembarque de estas dos últimas zonas en el 2019 fue de 223 y 466 t, respectivamente.

A partir de 2016 la autoridad de manejo estableció la distribución de la cuota de captura en la APA en dos fases. Así, para la temporada 2019 la primera contempló entre el 18 de febrero y 30 de abril y la segunda desde el 1 de octubre al 31 de diciembre, con capturas autorizadas de 999 t en ambos periodos (más, 25 t destinadas a investigación).



Esta distribución temporal tuvo por finalidad mantener la actividad extractiva durante un mayor tiempo de operación, dado lo registrado en 2015, cuando el consumo total de la cuota de extracción se alcanzó el 20 de abril, generando el cierre de la actividad sobre el recurso entre la Región de Los Ríos y el paralelo 47°00'LS, fenómeno conocido en el sector pesquero como “carrera olímpica”, donde cada embarcación o armador se apresura a capturar la mayor cantidad posible del recurso antes del agotamiento de la cuota, a fin de conseguir el mayor porcentaje posible de la misma (Peña Torres, 2002).

De igual forma a lo observado desde 2017, la cuota de captura establecida para el primer periodo no fue extraída en su totalidad, situación que generó un saldo de 616 t. Así, al momento que la autoridad respectiva estableciera el cierre de la actividad para este periodo, solo se habían desembarcado 383 t, lo que significó el 38% de consumo. El saldo remanente fue traspasado al segundo periodo de extracción, el que totalizó una cuota de 1.615 t, un 61% superior a la cifra original para dicho tiempo; sin embargo, el no consumo de cuota se repitió nuevamente en el segundo periodo, cuando se desembarcó solo 904 t (56 %), situación similar a lo observado en las dos temporadas anteriores.

Con todo, al momento de la suspensión de las actividades extractivas sobre este recurso para la temporada 2019 se habían desembarcado 1.287 t, lo que significó un remanente de 736 t (saldo de 36% de la cuota, cifra superior a lo registrado en los años 2017 y 2018). Es importante señalar que dentro de este remanente se incluyen las 25 t destinadas a investigación no utilizadas.

Por su parte, el desembarque a partir de actividades realizadas en la zona 4 (área licitada), fue de 466 t, superior a lo informado en la temporada 2018 (371 t), manteniendo la tendencia acescente registrada a partir de 2016 y con un consumo de casi 100% de la cuota licitada por la flota artesanal. Este aumento significó que esta área fuera la segunda en importancia a nivel país con mayores capturas (por sobre la zona 2). Es importante señalar que en estas últimas operaciones de pesca participaron un total de 19 armadores con 26 naves, las que realizaron 111 viajes de pesca. Los máximos desembarques se registraron en febrero (84 t) y abril (53 t). Cabe destacar de igual modo que la flota que opera bajo la modalidad de licitación en esta área puede realizar actividades pesqueras sobre el recurso durante todo el año, solo limitada por la veda biológica existente en esta especie en el periodo junio-agosto y entre los 53° 00 L.S. y 57° 00 L.S.

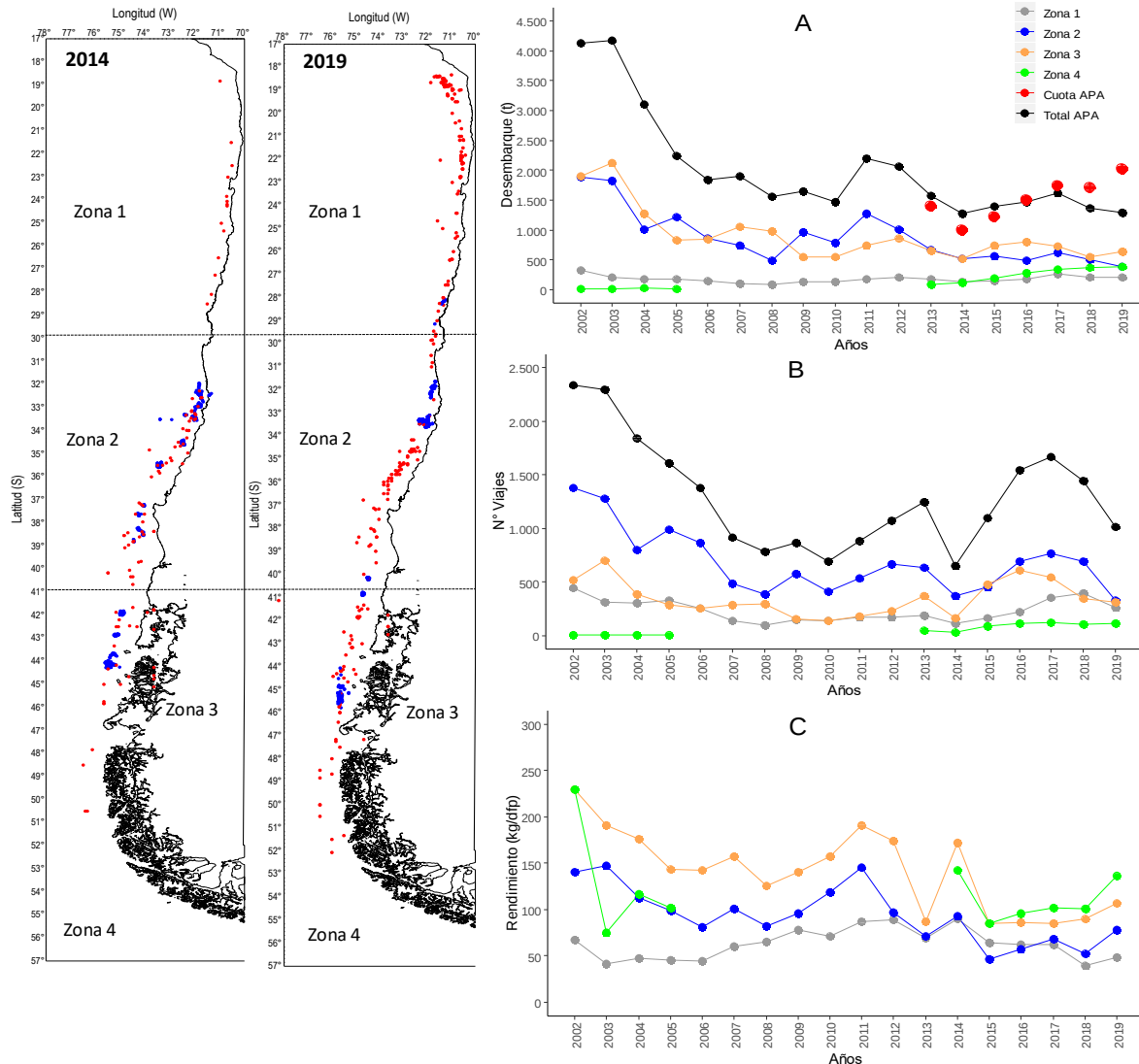


Figura 27 Panel izquierdo: Distribución espacial de los viajes y lances de pesca de bacalao de profundidad monitoreados en la flota artesanal. En color azul los lances registrados en actividad de embarque con observador científico (OC) y en color rojo los viajes registrados a partir de información aportada por los armadores en los puertos de desembarques durante 2014 y 2019. Fuente IFOP. Panel derecho: **A)** Desembarque (t), **B)** número de viajes y **C)** rendimiento de pesca por zona y total Área Pesquería Artesanal (APA). Periodo 2002-2019. Fuente: Elaboración propia a partir de datos Semapesca.



b) Captura, esfuerzo y rendimiento de pesca

Si bien a partir de 2015 se observa una tendencia ascendente en el número de viajes y desembarques/capturas monitoreados por el programa de seguimiento (**Tabla 10** y **Tabla 11**), durante la temporada 2019 se registró una caída en ambos indicadores, alcanzando 237 de viajes muestreados y 488,6 t, provenientes tanto de viajes monitoreados en puerto (desembarques), como de aquellos con observadores embarcados (capturas). Respecto de estos últimos, en el 2019 solo fue posible el monitoreo de 8 viajes de pesca con personal IFOP embarcado (**Tabla 10**), en donde se debe destacar que por primera vez se realizó una actividad de embarque con observador científico (OC) en la zona 1, específicamente, desde el puerto de Caldera.

Dentro de la información recopilada al momento del desembarque fue posible, por quinto año consecutivo, el registro de viajes de pesca que realizaron operaciones al sur del 47°00 L.S. (zona 4 o área licitada), operaciones que se encuentran autorizadas a partir de 2013, por medio de la subasta al sector artesanal del 50% de la fracción licitada anualmente y que corresponde al 10% de la cuota de captura asignada a esta área.

Considerando las zonas extractivas para esta pesquería, se observó que los mayores valores de rendimientos de pesca (medido en kilogramos por día fuera de puerto), se reportaron en la zona 4, seguida de la zona 3, zona 2 y zona 1, respectivamente (**Figura 28**), lo que ratifica lo descrito en las últimas cinco temporadas, esto es, un gradiente latitudinal en los niveles de este indicador, con un aumento de los valores a medida que las operaciones de pesca se desplazan hacia latitudes mayores. Sin embargo, es importante mencionar que en la temporada reportada se observó un cambio de tendencia en todas las zonas; efectivamente, hasta el 2018, el rendimiento siguió un patrón descendente, pero en el 2019 todas las áreas reflejaron un aumento de la disponibilidad, en donde destacó la zona 3 (**Figura 28**).

Tabla 10

Número de viajes en la flota artesanal de bacalao de profundidad monitoreados por zona IFOP.
Temporada 2019

Mes	Zonas												Años		
	1			2			3			4			Total		
	Tie	Emb	Total	Tie	Emb	Total	Tie	Emb	Total	Tie	Emb	Total	Tie	Emb	Total
Ene															2,0
Feb	1	1	2	1	1	2				1	1	3	2	5	15
Mar	21		21	15	1	16	3		3	1	1	40	1	41	31
Abr	12		12	6	1	7				2	2	20	1	21	1
May	7		7	3		3				1	1	11		11	1
Jun										6		6		6	1
Jul															1
Ago															
Sept															123
Oct	16		16	10	1	11	13	1	14	1		1	40	2	42
Nov	27		27	21	1	22	11		11			0	59	1	60
Dic	15		15	19		19	14	1	15	2		2	50	1	51
Total	99	1	100	75	5	80	41	2	43	14		14	229	8	237
															182
															370
															401

Indicadores por mes, zona y total. Se muestra, además, los totales de la serie 2016-2018

Nota= Tie: viajes monitoreados en tierra al momento de descarga; Emb: viajes monitoreados con observadores científicos embarcados. Fuente: IFOP.



Tabla 11
Capturas y desembarques (t) en la flota artesanal de bacalao de profundidad monitoreados por zona IFOP.
Temporada 2019

Mes	Zonas												Años		
	1			2			3			4			Total		
	Des	Cap	Total	Des	Cap	Total	Des	Cap	Total	Des	Cap	Total	Des	Cap	Total
Ene															
Feb	0,3	0,1	0,4	0,5	0,6	1,1				1,0		1,0	1,8	0,7	2,5
Mar	22,5		22,5	19,2	0,2	19,4	4,5		4,5	6,9		6,9	53,1	0,2	53,3
Abr	13,2		13,2	10,3	0,5	10,8				15,5		15,5	39,1		39,1
May	9,4		9,4	6,8		6,8				8,4		8,4	24,6		24,6
Jun										34,2		34,2	34,2		34,2
Jul															
Ago															
Sept															
Oct	24,9		24,9	21,6	1,6	23,2	42,5	3,7	46,2	4,7		4,7	93,7	5,4	99,1
Nov	35,8		35,8	39,2	4,4	43,7	41,4		41,4				116,4	4,4	120,8
Dic	16,3		16,3	32,4		32,4	58,3	4,8	63,1	3		3,3	110,3	4,8	115,1
Total	122,6	0,1	122,7	130,0	7,4	137,3	146,7	8,5	155,2	73,9		73,9	473,1	15,5	488,6
													300,1	528,3	515,7

Indicadores por mes, zona y total. Se muestra, además, los totales de la serie 2016-2018

Nota= Des: desembarques, corresponden a actividades de monitoreo al momento de descarga en muelle; Cap: capturas, corresponde a actividades de monitoreo en viajes con embarques de observadores científicos.

Fuente: IFOP.

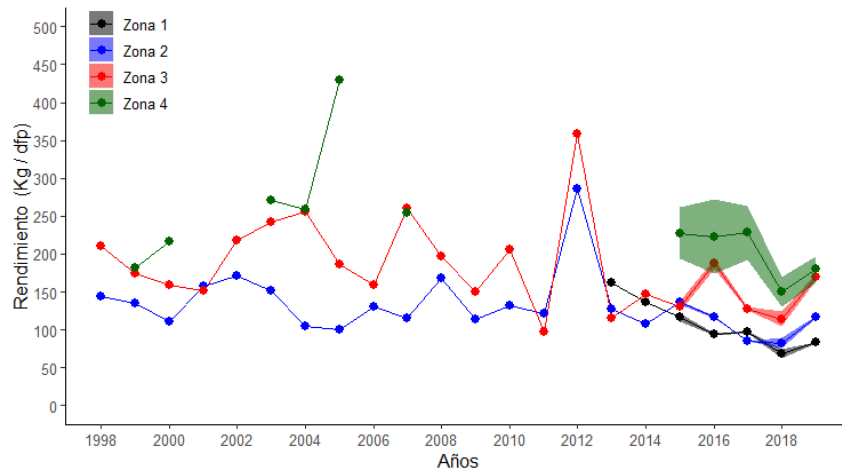


Figura 28 Rendimiento de pesca nominal (kg/dfp) e intervalos de confianza (95%) de bacalao de profundidad en la flota artesanal por zona. Período 1998-2019. Fuente IFOP.

En los ocho viajes monitoreados con observador embarcado (127 días de operación), se desarrollaron 277 lances de pesca, de los cuales fueron positivos un total de 246 (89% de efectividad). En estos, se monitoreó una captura de 16 toneladas, las cuales fueron logradas a través del calado de 202.800 anzuelos en total. Es importante recordar que el aparejo de pesca utilizado corresponde a un espinel horizontal de fondo con líneas verticales, con 1 a 2 reinales, con un anzuelo, distribuidos de manera escalonada en el vertical, esquema que presenta variaciones entre embarcaciones (número de verticales calados y el número de anzuelos por vertical).



Desde la perspectiva operacional, los viajes monitoreados con observador científico embarcado cubrieron el área comprendida entre los 28°06'S y los 45°47'S (**Figura 27**), cuyos lances de pesca se realizaron entre los 900 y 1.200 m de profundidad promedio, patrón similar a lo registrado en todas las temporadas en los que se ha logrado realizar observación directa a bordo (**Figura 29**).

Los rendimientos de pesca observados en los viajes con OC embarcado registraron los mayores valores en la zona de pesca 3, seguido por la zona 1, mientras que la zona entre Coquimbo y Valdivia (zona 2), registró cifras por debajo de lo observado en el 2018 (**Figura 30**).

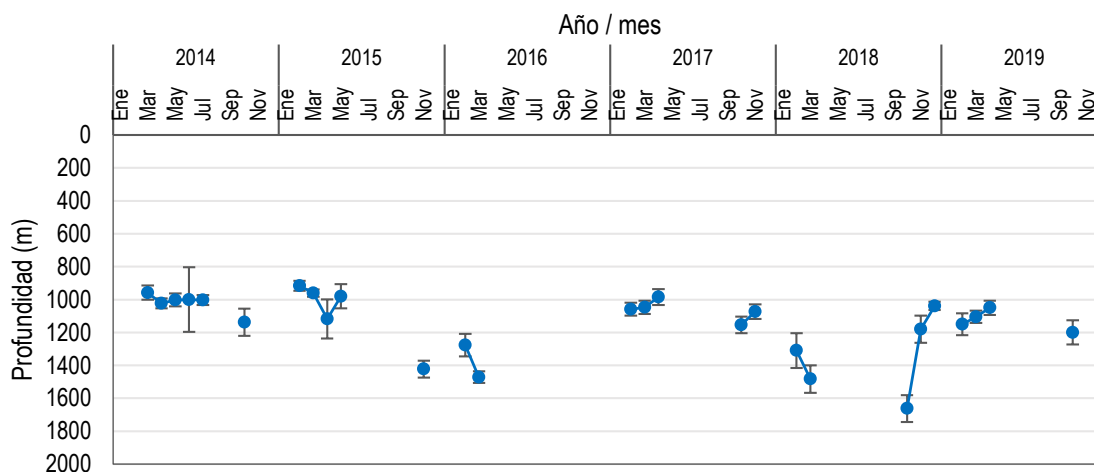


Figura 29 Profundidad promedio de los lances de pesca monitoreados con observador científico embarcado, en la flota artesanal que opera sobre bacalao de profundidad, periodo 2014-2019. Fuente bitácoras de pesca IFOP.

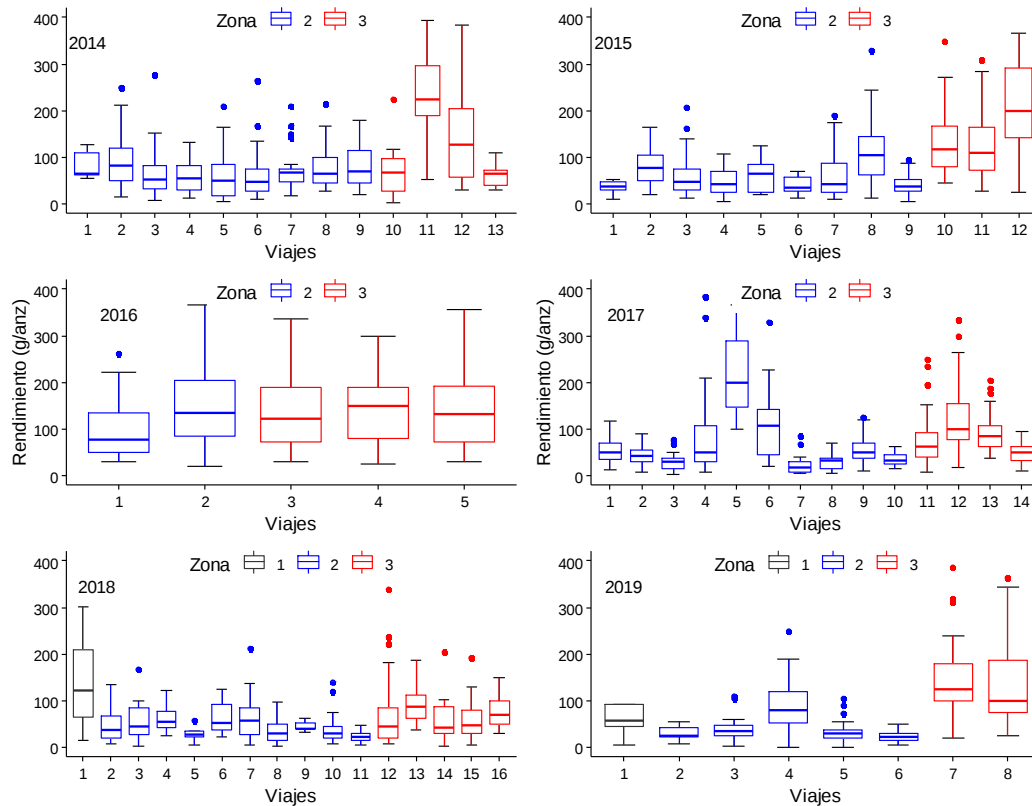


Figura 30 Diagrama de caja del rendimiento de pesca (g/anzuelo) de bacalao de profundidad por zona y viaje con personal IFOP embarcado. Período 2014-2019. Fuente bitácoras de pesca IFOP.

5.2.2 Indicadores biológicos

5.2.2.1 Composición de talla de las capturas

a) Estructura de talla

Durante el año 2019, la composición de tallas de los ejemplares monitoreados en los desembarques/capturas de bacalao de profundidad en las zonas 2 y 3 presentaron una distribución unimodal con una fuerte asimetría positiva, con modas situadas por debajo de la talla de madurez sexual de 110 cm LT (**Figura 31**), patrón que ha sido consistente en las cinco últimas temporadas. Por su parte, las zonas 1 y 4 mostraron una estructura bimodal, similar a lo observado en el 2018, en donde destaca una moda en ejemplares alrededor de los 75 cm LT y otra en ejemplares por sobre los 100 cm LT. Cabe destacar que en la zona 1, esta segunda moda está incluso, en torno a la talla de primera madurez sexual estimada para este recurso.

En una mirada más integral histórica de las composiciones de tallas de las capturas artesanales, en el 2019 se ratifican las evidencias de cambios importantes en las estructuras de tallas en todas las zonas consideradas, lo que se relaciona con la alta presencia de ejemplares juveniles menores a los 75 cm en las capturas/desembarque monitoreadas (**Figura 31** y **Figura 32**), de tal forma que se ha registrado en general un desplazamiento de las estructuras de tallas en las zonas 2 y 3 hacia la izquierda a partir de 2018, lo que profundizó la histórica característica de esta pesquería, en el sentido de estar compuesta principalmente por ejemplares menores a la talla de madurez sexual establecida en 110 cm (TMS). En los viajes monitoreados con personal embarcado fue posible el muestreo de un total de 3.825 ejemplares (máximo histórico para este programa de monitoreo), lo que da cuenta del fortalecimiento del muestreo a bordo de las naves artesanales.

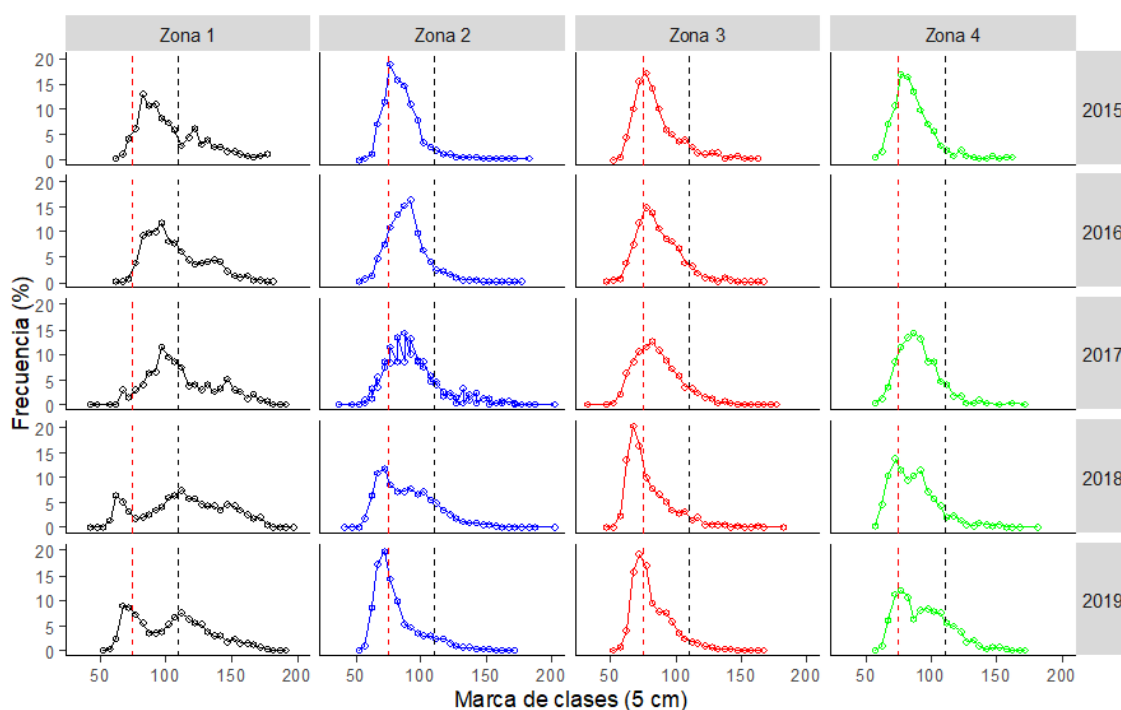


Figura 31 Distribución de frecuencia de talla de bacalao de profundidad en la flota artesanal por zona. Línea vertical indica la talla de madurez sexual (110 cm) y talla referencial de 75 cm. Periodo 2015-2019. Fuente IFOP.

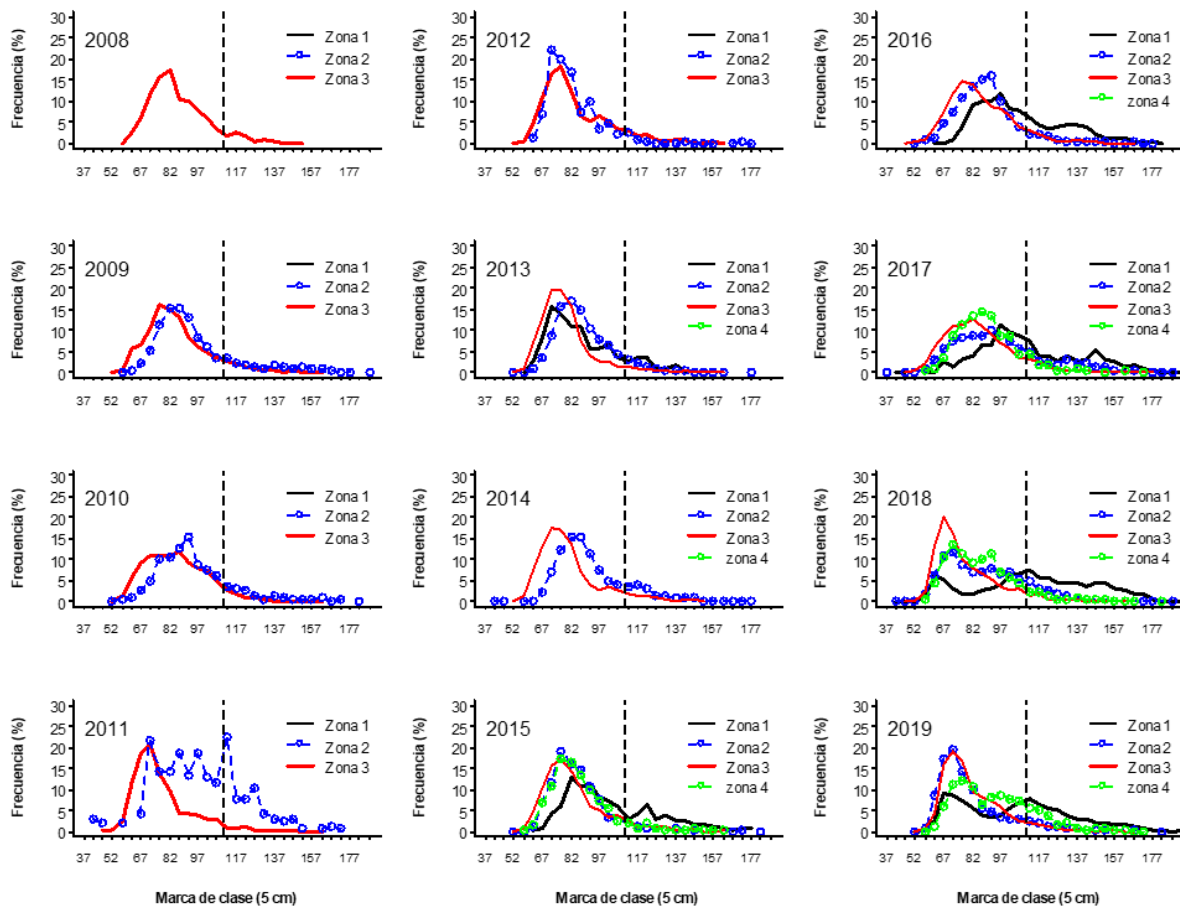


Figura 32 Distribución de frecuencias de tallas en el desembarque/captura de bacalao de profundidad en la flota artesanal por zona. Línea vertical indica la talla de madurez sexual (110 cm). Período 2008-2019. Fuente muestreos de longitud IFOP.

b) Talla media

Los valores de talla media ratificaron la característica observada en las composiciones de tamaños en las capturas de las zonas 2, 3 y 4 (81,6, 81,7 y 93,6 cm LT, respectivamente), en el sentido de estar compuestas casi exclusivamente de ejemplares juveniles que no han alcanzado su talla de madurez sexual (**Figura 33**), a diferencia de la zona 1, donde las capturas presentaron una mayor participación de ejemplares adultos (> 50%), a pesar de la caída observada en 2019, lo que se tradujo en una talla media de 104,3 cm LT. No obstante, desde una perspectiva histórica este indicador permite ratificar la existencia de un gradiente latitudinal negativo del tamaño de los ejemplares capturados, el que aumenta desde la zona 3 a la zona 1, esto es, a medida que las operaciones de pesca se realizan a menor latitud (**Figura 33**).



No obstante, las diferencias entre las zonas 2 y 3 no fueron tan evidentes a consecuencia de la fuerte participación de ejemplares bajo los 75 cm en la primera de ellas (46%), lo que originó una caída importante de este indicador a partir de 2018. Por su parte, en la zona 1 la tendencia ascendente registrada a partir de 2016 no continuó durante 2019 (**Figura 33**).

En correspondencia con los valores de talla media, la participación de ejemplares juveniles en las zonas 3 y 4 ha representado históricamente sobre el 85% de los individuos capturados, registrando durante la temporada 2019, valores de 93% y 79%, respectivamente (**Figura 34**). Si bien la zona 3 ha mostrado cifras en torno al 90%, en las últimas dos temporadas se observó una leve tendencia al incremento del indicador, pero que no es significativo. Por el contrario, los cambios observados en la proporción de juveniles en las zonas 1 y 2 —los que también muestran incrementos— si son significativos. Al respecto, es necesario destacar que este patrón de ascenso en la zona 2 se ha evidenciado desde el 2017. Por su parte, la zona 1 muestra los menores valores para este indicador, con una representación en torno al 60% de los ejemplares muestreados en 2019 (**Figura 34**).

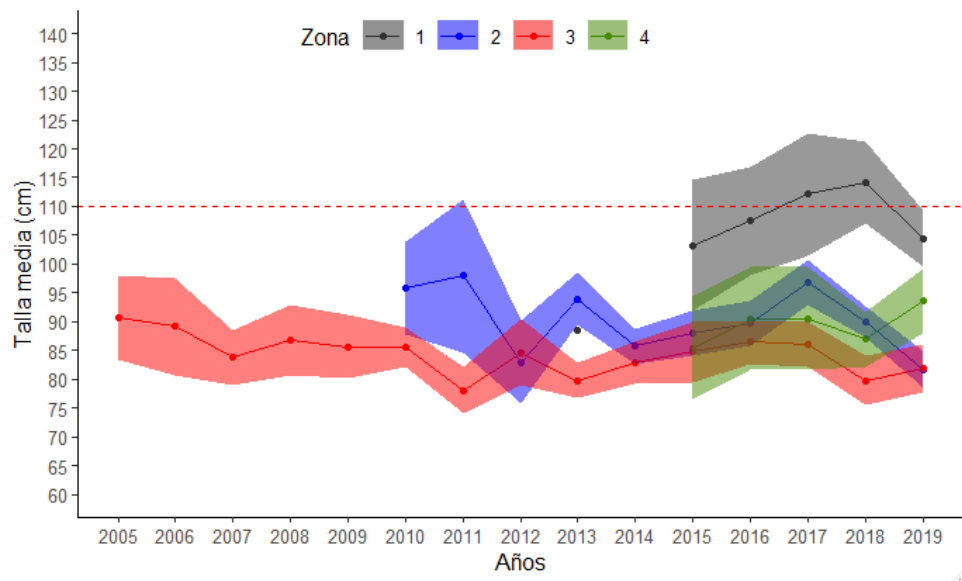


Figura 33 Variación anual de la talla media (cm) e intervalos de confianza (95%) en bacalao de profundidad en la flota artesanal por zona (ambos sexos). Periodo 2005 - 2019. Fuente IFOP.

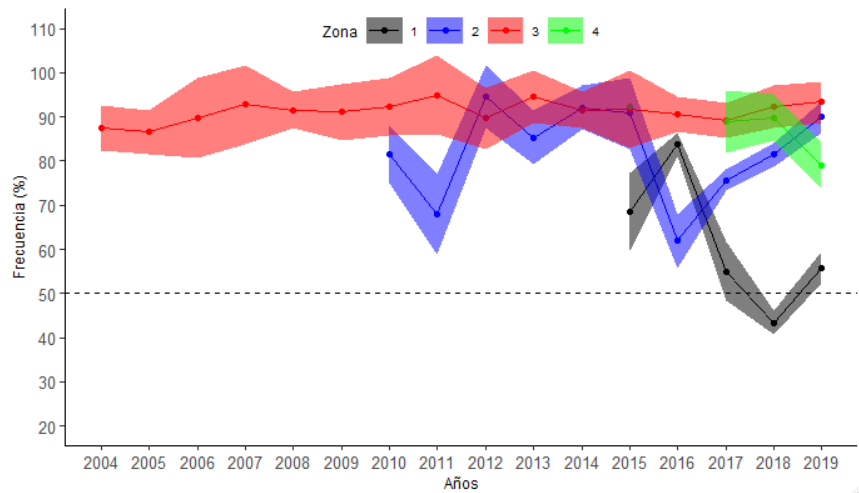


Figura 34 Variación anual del porcentaje de ejemplares bajo la TMS (110 cm) e intervalos de confianza (95%) en bacalao de profundidad en la flota artesanal por zona (ambos sexos). Periodo 2004 - 2019. Fuente IFOP.

5.2.2.2 Proporción sexual

La actividad de muestreo realizada en los ejemplares al momento del desembarque no ha permitido registrar rutinariamente el sexo de los ejemplares, lo anterior como una consecuencia del proceso de eviscerado al que son sometidos los individuos de forma inmediata a la captura. No obstante, a partir de los ejemplares muestreados en los viajes de pesca con personal IFOP desde 2013 fue posible observar, independiente de la zona extractiva, que las hembras presentaron en general una mayor presencia en las capturas, con valores que fluctuaron entre 57% y 65 % y un valor medio de 60% durante el 2019 (**Figura 35**).

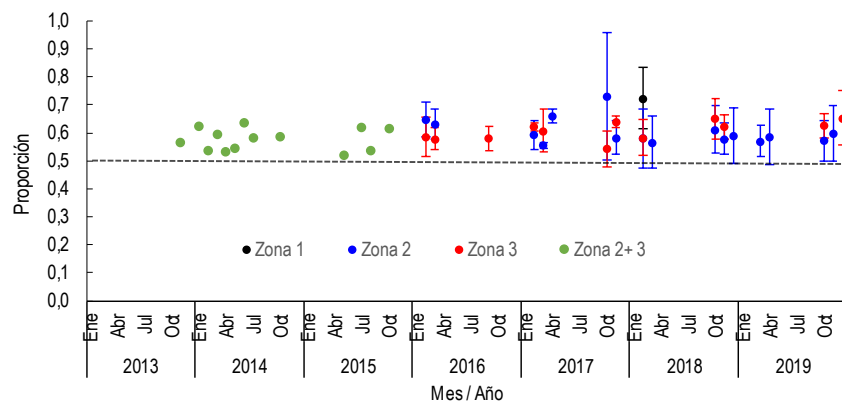


Figura 35 Proporción mensual e intervalos de confianza (95%) de hembras de bacalao de profundidad en las capturas monitoreadas en embarques en la flota artesanal por zona. Periodo 2013-2019. Fuente IFOP.



5.2.2.3 Condición reproductiva

a) Índice gonadosomático

La actividad reproductiva representada por el índice gonadosomático (IGS) evidenció, a diferencia de la temporada anterior, niveles bajos de desarrollo gonadal de las hembras (**Figura 36**), situación que puede ser considerado como el patrón esperado para la especie en el área donde se desarrolla la actividad pesquera artesanal. Es importante mencionar que el máximo registrado en octubre del 2018 es una característica que debe ser observada con atención dado que se sustenta en un bajo número de muestras en un área acotada frente a San Antonio, lo que deberá ser explorado en temporadas venideras por si se traduce en una tendencia. Para la temporada 2019 no se tuvo registros de la misma ocurrencia.

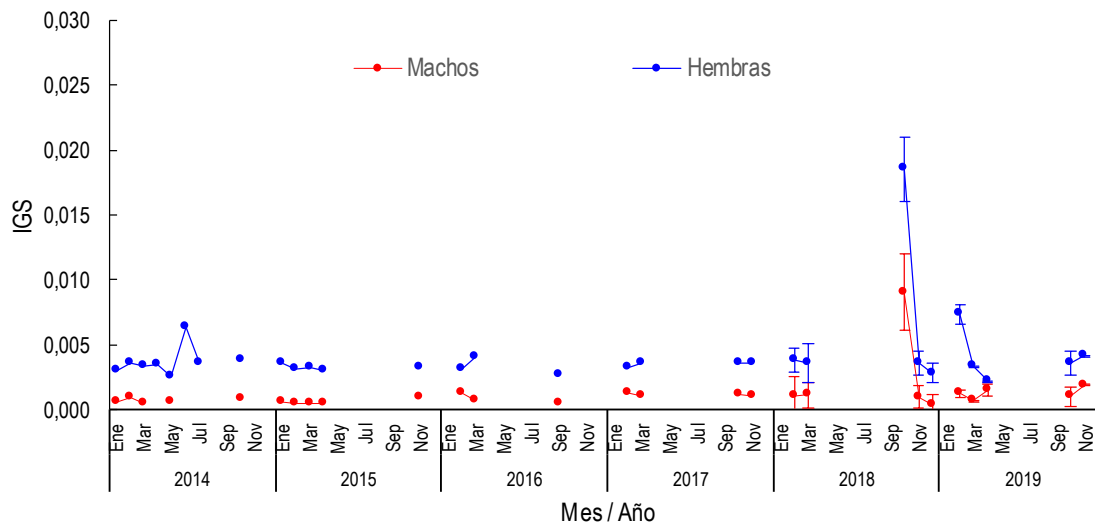


Figura 36 Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) e intervalos de confianza (95%) en bacalao de profundidad por sexo al norte del 47°00' L.S. Periodo 2014-2019. Fuente IFOP.

5.2.2.4 Composición de edad del desembarque

a) Estructura de edad del desembarque

Si bien este recurso tiene una amplia estructura de edades en las capturas, en la extracción de la pesca artesanal la estructura de edades se concentró en GE jóvenes. Considerando los GE que contribuyen con un aporte de al menos 5% a la estructura, se presenta sustentada en el año 2019 en 66 % por cuatro grupos de edad (GE VII a X) con una relevante moda en los grupos GEVII- VIII, que representan en conjunto el 48% de la estructura etaria (**Figura 37 A**) clasificando esta moda en la estructura de la pesca como sumamente joven.



En el desembarque en peso por grupos de edad (**Figura 37 B**), se puede apreciar que un solo GE (GE VIII) aporta 203 t al desembarque total y los peces de las edades m1s adultas que GE XV si bien en n1mero de peces corresponden a un 14 % en su aporte en peso corresponden al 42%.

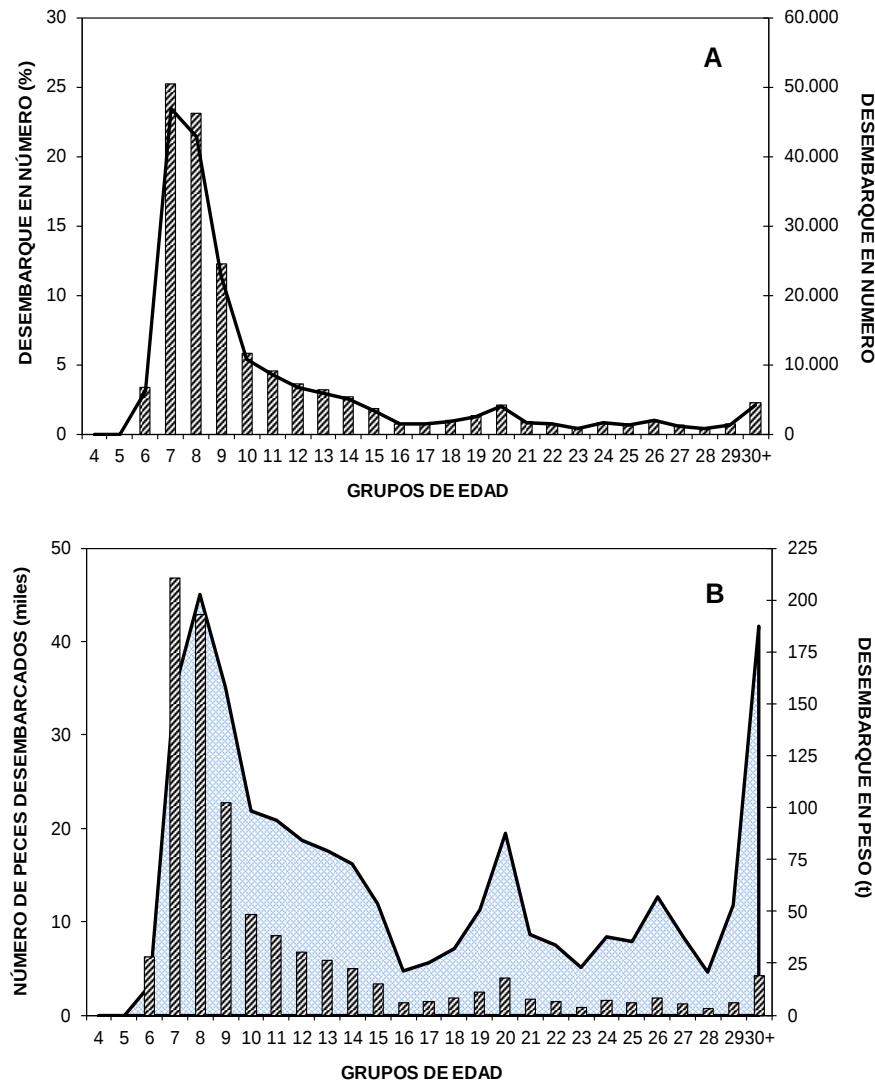


Figura 37 Estructura interna del desembarque por grupos de edad de bacalao de profundidad para el 1rea sur-austral, 2019. A: Composici3n en n1mero (lnea) y porcentaje (barras) B: Desembarque en peso (lnea) y n1mero de peces desembarcados (barras). Fuente: IFOP.



b) Relación peso - longitud

Para el proceso de conversión de la captura en peso a número de individuos se empleó la relación entre el peso total y la longitud de los individuos ajustada por métodos lineales de forma similar a lo indicado precedentemente.

En el muestreo de la pesca artesanal, lo usual es tener acceso a pesca eviscerada, por lo que no se tiene acceso a registrar de forma masiva el peso total de los ejemplares muestreados. El peso total es el tipo de peso que se emplea en la conversión de los desembarques en volumen (t) a número de individuos. Dado ello, en la conversión de captura en peso artesanal a número de individuos, se empleó la relación peso- longitud sin separar por sexos que se obtuvo con el peso total de los ejemplares que procedían del muestreo del desembarque industrial.

En la pesca artesanal el peso promedio de los ejemplares presentó tendencia histórica desde 2005 a 2011 en descenso, se registra en 2011 el peso promedio más bajo en los ejemplares extraídos por la pesca artesanal (5,8 kg). En los años 2012 a 2014 este presentó valores cercanos a los 7 kg, observándose que en el año 2015 ascendió considerablemente a 9,2 kg (**Figura 38**). Desde 2016 a 2018, este parámetro se presenta con tendencia decreciente y registra un peso promedio levemente superior a los 7 kg, en 2018. En 2019 presenta un notable ascenso (9,4 kg), comparable al registrado en 2015.

Si se compara los valores obtenidos para el año 2019 de peso promedio de los ejemplares en la pesca extraída artesanalmente, con el peso promedio en la pesca industrial, se presenta que este registro está por debajo de los pesos promedios de los ejemplares capturados por la flota industrial cuyo valor en este mismo año se presenta entre 17 kg - 21 kg, según se trate de ejemplares machos o hembras, respectivamente, lo que da cuenta del tramo a que acceden en cada actividad según el arte en uso y área de pesca.

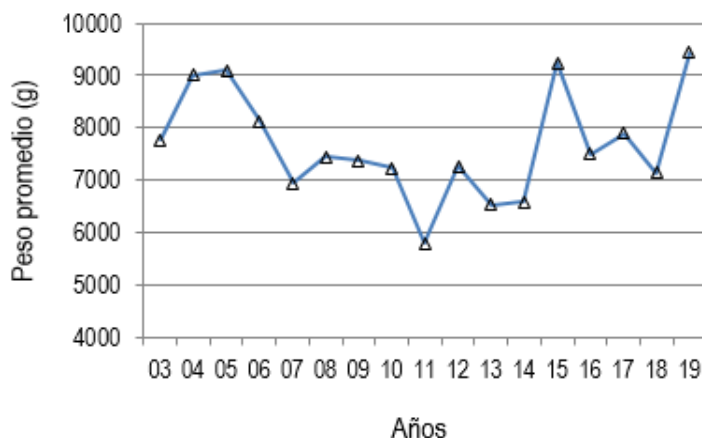


Figura 38 Pesos promedios (g) de bacalao de profundidad en el desembarque artesanal. Serie histórica 2003–2019. Ambos sexos. Fuente. IFOP.



c) **Serie Histórica**

En la serie artesanal, se aprecia que su captura accede históricamente a la fracción de ejemplares más jóvenes. En general se observa en la secuencia de años (**Figura 39**) el cambio en la intensidad en la pesquería artesanal en número de peces desembarcados. Se aprecia el particular el cambio en la estructura que se experimentó en el año 2011 y 2018 con intensas modas. En los últimos años se destaca grupo modal en GEVII en 2011; en GEVII-VIII en 2012-2013; en GE VIII desde 2014 a 2017 y GE VII en 2018 y 2019. Los grupos de edad más adultos están presentes de forma muy escasa.

La estructura etaria histórica de la pesca artesanal y su relevancia en número, comparada con la pesca extraída por la flota industrial se presenta en la **Figura 40** para un período de veinticuatro años de estudios de la estructura del desembarque, desde 1996 hasta el presente. Entre pesquerías se ha manifestado diferente razón, según avanzan los años de la serie, pudiéndose observar una razón en número de peces desembarcados industrial:artesanal de 1:8,9 en 1996 a 1:2,7 en 2019.

Este número de individuos por edades a través de la historia de las capturas, junto a otros parámetros y consideraciones, son modelados por los investigadores asociados a estudios que revisan el estatus del recurso bajo diferentes escenarios (Tascheri y Canales, 2016) llegando a concluir recomendaciones de las capturas biológicamente aceptables para el recurso y su estado de explotación.

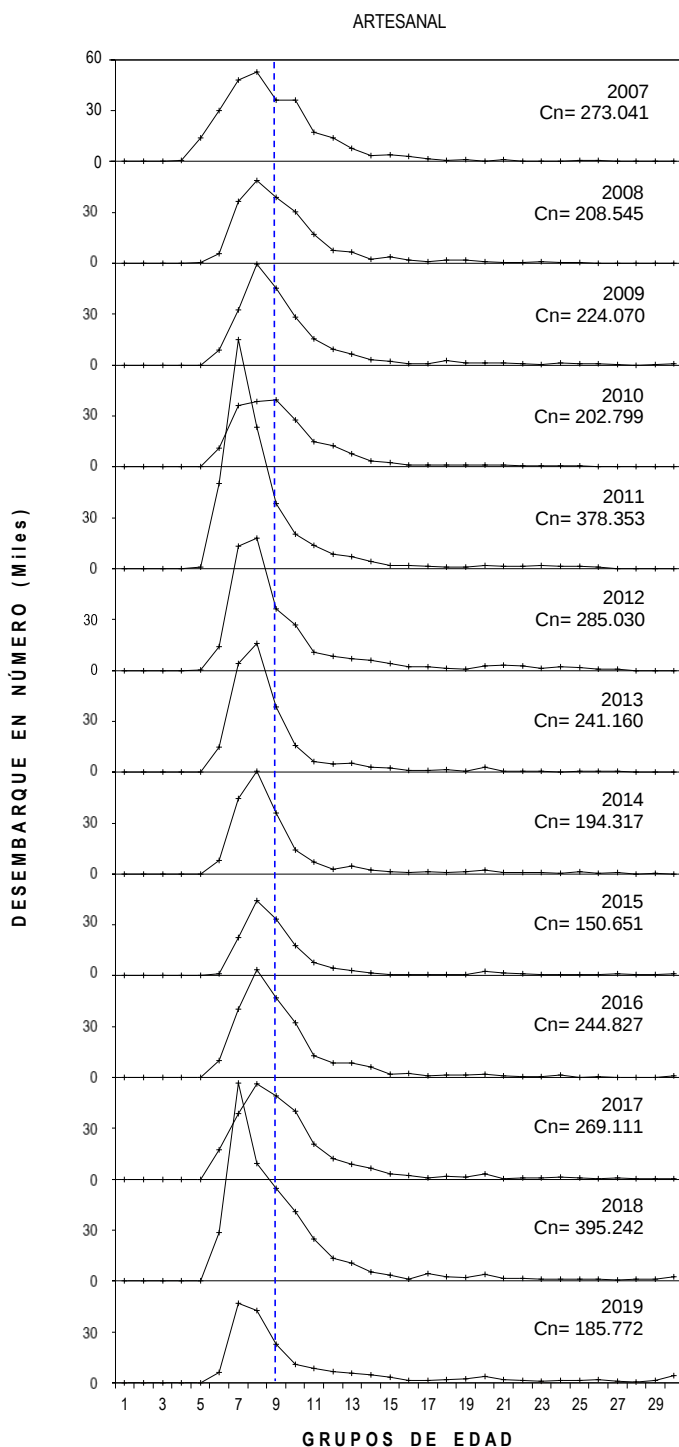
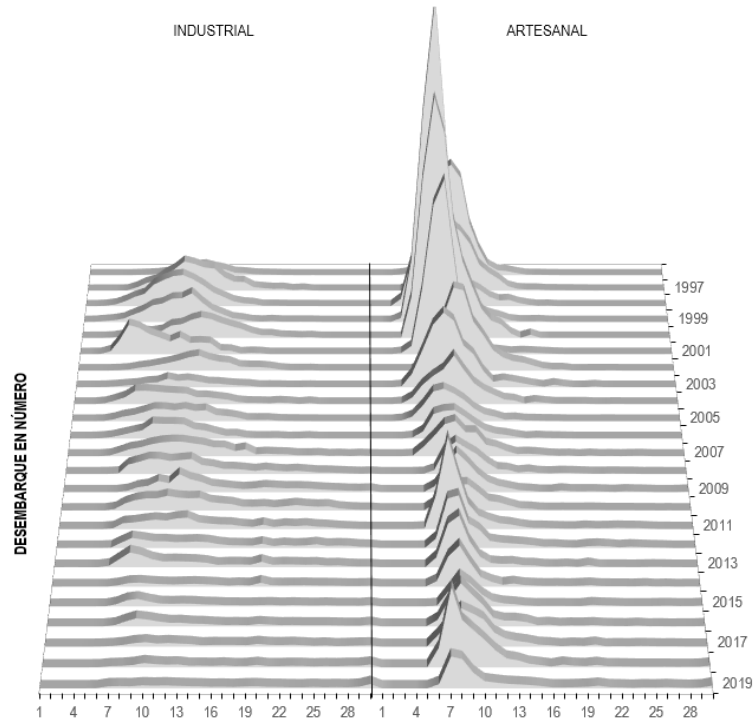


Figura 39 Composición del desembarque en número de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquería demersal artesanal. Período 2007 - 2019. Fuente: IFOP.



GRUPOS DE EDAD		
Desembarque en n3mero		
A3o	Industrial	Artesanal
1996	84.893	753.249
1997	312.927	602.939
1998	339.358	799.929
1999	282.436	1.454.743
2000	245.443	1.427.723
2001	280.737	842.796
2002	159.944	595.689
2003	88.848	566.951
2004	179.234	350.411
2005	170.635	245.612
2006	169.588	221.929
2007	216.092	273.041
2008	228.695	208.545
2009	194.460	224.070
2010	240.633	202.799
2011	168.041	378.353
2012	151.898	285.030
2013	159.079	241.160
2014	67.175	194.317
2015	75.743	150.651
2016	89.630	244.827
2017	73.454	269.111
2018	68.845	395.242
2019	69.149	185.772

Figura 40 Composici3n del desembarque en n3mero de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquer3a demersal industrial y artesanal. Per3odo 1996 - 2019. Fuente IFOP.



5.2.3 Indicadores ecosistémicos

a) Precio de comercialización

Durante la temporada 2019 fue posible el levantamiento de 217 registros de precios de comercialización (precio playa), este valor corresponde al precio que fijan las empresas o intermediarios a cancelar por kilogramo de recurso a los armadores. Es importante señalar que no se han realizado a la fecha estimaciones de tamaños de muestra para esta variable.

Luego de la tendencia ascendente registrada a partir de 2014, el valor medio del precio de primera venta presentó un importante descenso a partir de 2018, situación que continuó durante el 2019, pasando de \$11.780 en 2017 a \$8.600 en 2019, lo cual significó una caída cercana al 27% en su valor (**Figura 41**).

En general, a partir de 2017 se observó el pago diferencial del kilogramo de bacalao de acuerdo con el peso eviscerado de los ejemplares, de tal forma que, los ejemplares cuyos pesos oscilaron entre los dos y cinco kilogramos presentaron un precio de comercialización que osciló entre los \$6.000 y \$8.000, los ejemplares mayores a cinco kilogramos fueron pagados entre \$9.000 y \$11.500. Finalmente, los ejemplares menores a dos kilogramos alcanzaron un valor entre \$1.000 y \$3.000. Por su parte, no se observaron diferencias para este indicador durante 2019 al considerar la zona de captura, con valores medios entre los \$7.500 y \$9.500 por kilogramo (**Figura 41**).

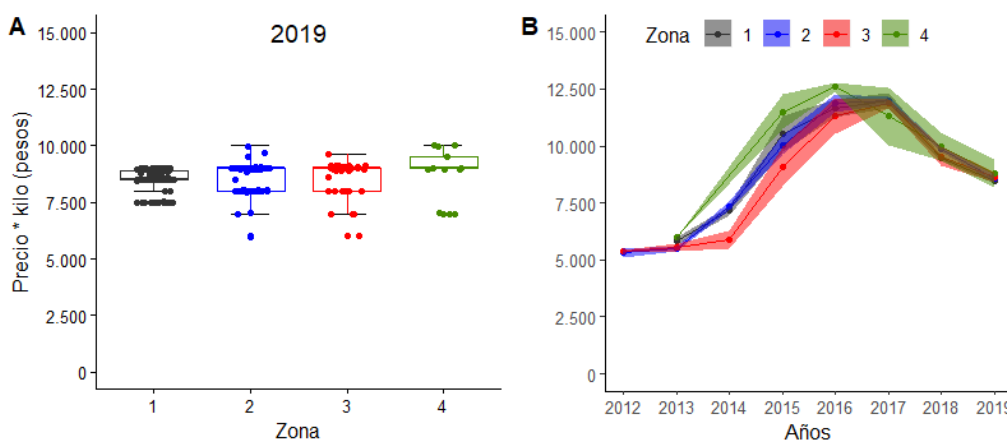


Figura 41 Diagrama de caja del precio de comercialización en 2018 (A) y precio medio e intervalos de confianza (B, 95%) de primera comercialización de bacalao de profundidad por zona. Período 2012-2019. Fuente IFOP.



b) Costos económicos por viaje

De igual forma a lo observado en años anteriores se registró un patrón ascendente de los costos de operación con la latitud. Es así como el viaje monitoreado en la zona 1 registró el valor menor con \$2,1 millones, en concordancia con la menor duración y desplazamiento de sus viajes; mientras que, en la zona 2 (San Antonio), el valor de un viaje de pesca promedio (200 millas de desplazamiento, 15 a 20 días de duración y de 7 a 9 tripulantes) fue de \$2,7 millones, con un rango entre los \$2 y \$4 millones. En la zona 3 los costos asociados variaron entre los \$4 y \$9 millones. (Figura 42).

En general los costos por viaje pueden dividirse de la siguiente manera: un 40% corresponde a combustible, 30% en víveres, 14% en hielo, 12% en carnada. (sardina, jurel, sierra), 2% aceite de motor y un 1% en agua potable. Este costo es asumido por el comprador y posteriormente descontado del valor obtenido por la venta del desembarque.

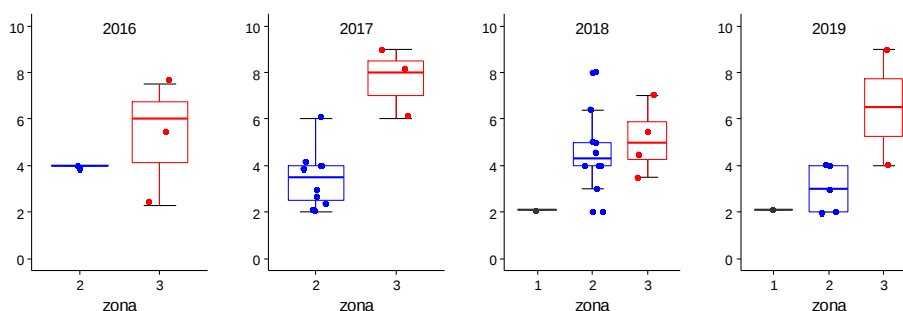


Figura 42 Diagrama de caja del costo económico (millones de pesos) por viaje de pesca por año y zona en la pesquería artesanal de bacalao de profundidad. Periodo 2016-2019. Fuente IFOP.

c) Fauna acompañante

En los 8 viajes de pesca donde se efectuó el embarque de observadores científicos durante el periodo 2019, fue posible la identificación de 21 especies como fauna acompañante en la pesquería de bacalao de profundidad en el APA, en donde destaca la presencia de *Antimora rostrata* y *Macrourus holotrachys* en el 94,3% y 82,5% de los lances monitoreados, respectivamente (Tabla 12).



Tabla 12

Frecuencia de ocurrencia absoluta (Frec. Abs.) y relativa (FO%) de especies fauna acompañante en lances con recurso objetivo bacalao de profundidad muestreados en la flota artesanal de espín en el área entre 28°04,4' -45°47,3' S, año 2019 (n lances observados= 246; n viajes =8).

NOMBRE_COMUN	NOMBRE_CIENTIFICO	Estimaciones por lance						Frec. Abs.
		Frec. Abs.	FO(%)	EE(FO%)	CV(FO%)	Lim. inf (FO%)	Lim. sup (FO%)	Captura media (t)
Antimora	<i>Antimora rostrata</i>	232	94.3%	0.015	1.6%	91.4%	97.2%	4.33
Granadero de ojos grandes	<i>Macrourus holotrachys</i>	203	82.5%	0.024	2.9%	77.8%	87.3%	4.46
Tollo negro	<i>Aculeola nigra</i>	117	47.6%	0.032	6.7%	41.3%	53.8%	18.99
Granadero Patagónico	<i>Coelorrinchus fasciatus</i>	35	14.2%	0.022	15.7%	9.9%	18.6%	
Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>	20	8.1%	0.017	21.5%	4.7%	11.6%	
Pejegato de profundidad	<i>Apristurus brunneus</i>	16	6.5%	0.016	24.2%	3.4%	9.6%	
Raya espinosa	<i>Dipturus trachyderma</i>	13	5.3%	0.014	27.0%	2.5%	8.1%	
Reineta	<i>Brama australis</i>	12	4.9%	0.014	28.2%	2.2%	7.6%	
Tollo pajarito	<i>Deania calcea</i>	10	4.1%	0.013	31.0%	1.6%	6.5%	
Centolla	<i>Lithodes santolla</i>	9	3.7%	0.012	32.8%	1.3%	6.0%	
Raya volantin	<i>Zearaja chilensis</i>	8	3.3%	0.011	34.8%	1.0%	5.5%	
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	4	1.6%	0.008	49.7%	0.0%	3.2%	
Peje rata	<i>Nezumia sp</i>	3	1.2%	0.007	57.5%	0.0%	2.6%	
Peje humo	<i>Hexanchus griseus</i>	2	0.8%	0.006	70.6%	0.0%	1.9%	
Raya de hondura	<i>Amblyraja freyichsi</i>	2	0.8%	0.006	70.6%	0.0%	1.9%	
Sardina común	<i>Clupea bentincki</i>	1	0.4%	0.004	100.0%	0.0%	1.2%	2.10
Marrajo	<i>Isurus oxyrinchus</i>	1	0.4%	0.004	100.0%	0.0%	1.2%	
Merluza de tres aletas	<i>Micromesistius australis</i>	1	0.4%	0.004	100.0%	0.0%	1.2%	
Cabrilla española	<i>Sebastes oculatus</i>	1	0.4%	0.004	100.0%	0.0%	1.2%	
Sierra	<i>Thyrssites atun</i>	1	0.4%	0.004	100.0%	0.0%	1.2%	
Quimera de ojo grande	<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>	1	0.4%	0.004	100.0%	0.0%	1.2%	

EE: Error estándar; CV: Coeficiente de variación; Lim. Inf, Lim.sup.: Límites con intervalos de confianza del 95%; Frec. Abs. viajes: frecuencia absoluta de viajes con observación.

Fuente: IFOP.



5.2.4 Análisis y discusión de la pesquería

La actividad pesquera artesanal sobre bacalao de profundidad se ha desarrollado de acuerdo con lo observado en temporadas anteriores, en donde se han registrado viajes de pesca a lo largo de toda la costa de Chile, pero centrada mayoritariamente entre la Región de Los Ríos y la Región de Aysén. Asimismo, destacan operaciones pesqueras entre las regiones de Valparaíso y la Araucanía, relegando a un tercer lugar las actividades del norte del país (Región de Arica y Parinacota a la Región de Atacama), las cuales mostraron una baja en el desembarque en relación con la temporada anterior, incluso por debajo de la zona al sur de los 47° de Latitud Sur.

Sobre esta base de operación, el proceso de monitoreo ha dado cuenta de una posición más proactiva a la recopilación de datos científicos por parte de los operadores, entre ellos, armadores, patrones de pesca, tripulación y comerciantes, ratificado el cambio de actitud por parte de la flota artesanal. Esto, ha permitido continuar con actividades de embarques de personal científico en la flota que operó desde los puertos de Caldera (Región de Atacama), Coquimbo (Región de Coquimbo), San Antonio (Región de Valparaíso), Lebu (Región del Bio-Bio) y Ancud (Región de Los Lagos). Sin embargo, dificultades de coordinación, habitabilidad y condiciones de seguridad se tradujeron en esta temporada en una reducción del número de embarques, respecto del 2018.

Por otro lado, el trabajo conjunto con el proyecto de investigación del descarte, en el sentido de fomentar y solicitar a los patrones de pesca la recopilación de datos a través de bitácoras de autorreporte, no ha dado el resultado esperado, toda vez que estas no han sido devueltas a IFOP, situación similar a temporadas anteriores. Sobre este respecto, es importante señalar que, si bien los capitanes de pesca o patrones muestran una buena disposición para el muestreo por parte de los observadores, son reticentes a completar ellos mismos formularios de datos, por muy simples que sea su diseño. Si a esto se agrega la obligatoriedad que tienen de entregar información al Servicio Nacional de Pesca (bitácoras), condiciona en mayor medida el éxito del requerimiento de IFOP.

Desde la perspectiva operacional, la flota artesanal que realiza actividades al norte de los 47° LS, no consumió a completitud su cuota para la temporada, alcanzando solo el 64% en el 2019, situación que se extiende y agudiza desde la temporada 2017. Esto se tradujo en que el desembarque artesanal del 2019 fue el segundo más bajo de la historia de la pesquería. Sin embargo, estos resultados no son coherentes con las señales de rendimiento de pesca monitoreados, en donde destaca un incremento de este último indicador en todas las zonas de pesca. Efectivamente, desde las zonas 1 a la 4, la captura por día fuera de puerto evidenció un cambio de tendencia, lo que se observa tanto con los datos del Servicio Nacional de Pesca como en los registros de IFOP.

Sin embargo, este cambio de tendencia en el rendimiento no varió los patrones espaciales. Efectivamente, al igual que lo registrado en temporadas previas, se mantiene el patrón latitudinal del indicador, en donde los valores más altos se asocian a viajes realizados en la zona meridional de esta pesquería y estos disminuyen paulatinamente a medida que la latitud se hace menor, lo que es señal de que, en la zona norte del país la disponibilidad de bacalao para la flota artesanal es menor. Esta



característica de la pesquería sobre el recurso fue descrita por Young *et al.* (1997), quienes reportaron para el periodo 1986-1996 la existencia de un patrón latitudinal en los rendimientos de pesca, con menores valores en la zona de Caldera a Constitución, índices intermedios en el área de Lebú y mayores rendimientos en la zona de Valdivia.

En consecuencia, la inconsistencia entre la incompletitud de la cuota durante la temporada 2019 y el cambio de tendencia en el rendimiento de pesca —incremento en todas las zonas— se explica por la fuerte reducción de viajes realizados y registrados por el Servicio Nacional de Pesca, el cual cayó en un 34% respecto del 2018. Este patrón se observó en casi todas las regiones costeras, en donde destacan las regiones de Tarapacá, Valparaíso, Maule, Biobío y Los Ríos, todas con reducciones sobre el 39%. Por el contrario, conforme al aumento de la cuota licitada, las operaciones al sur del 47°LS y que desembarcaron en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, mostraron un incremento en más del doble, sin embargo, el número de viajes reportados en dicha región representó solo el 2,6 % del total nacional.

Ciertamente, una de las posibles causas en el menor número de viajes de pesca al recurso puede estar asociada a los precios de primera venta alcanzados en la temporada, en donde se observó una caída importante de este indicador (-27% respecto del 2017). Esta situación se explica por una parte por la estrategia de los compradores de establecer el valor de compra por calibres, característica observada desde el 2017, lo que, sumado a una composición de tamaños de las capturas —representados en un alto porcentaje por juveniles— genera un escenario poco atractivo de rentabilidad para los operadores.

La alta presencia de ejemplares juveniles se ha asociado, en general, a posibles cambios de tácticas de pesca, en especial a operaciones pesqueras a menos profundidad, sin embargo, los datos recopilados en los últimos cinco años por este estudio, a través de embarques de observadores científicos no señalan grandes cambios de este indicador, con actividades en promedio en torno a los 1.000 m de profundidad. Si bien, el número de embarques es bajo para la temporada, la información colectada debe ser consignada como una herramienta de alta calidad y cuya utilidad principal es el contraste con aquella información aportada por los patrones al momento del desembarque (la mayor fracción de datos colectados).

Por el contrario, esta mayor proporción de juveniles en las capturas, particularmente en las últimas temporadas, puede ser vista como una señal de la entrada de una fracción recluta importante, lo que se evidencia en toda el área de la pesquería artesanal, esto es, desde los 18°10' S y los 47° S, hipótesis que podría cobrar mayor relevancia si se considera lo mencionado en el párrafo anterior.

En otro orden de cosas, a diferencia del rendimiento de pesca, la composición de tallas en las capturas ha mostrado un gradiente latitudinal negativo desde la zona 1 a la 3, esto es, a medida que aumenta la latitud, disminuye la presencia de ejemplares adultos. En parte esto se explica porque en las zonas 2 y 3 las estructuras de tamaños han tenido una fuerte participación de ejemplares juveniles en las capturas, una talla media por debajo de la talla de madurez sexual y una importante asimetría positiva.



En la zona 1 por su parte, la talla media de los ejemplares es superior, por una mayor presencia de adultos jóvenes en las capturas, lo que es consistente con las tallas medias registradas por el Instituto del mar del Perú en los desembarques realizados por la flota artesanal que opera sobre este recurso en sus aguas jurisdiccionales (IMARPE, 2018), las que muestran en general, estimados de promedios por sobre la talla de referencia (110 cm), con valores que aumentan al disminuir la latitud, de tal forma, las mayores tallas medias se registran en la zona norte ($3^{\circ} 24' - 9^{\circ} 00' S$), seguida de la zona central (Puerto de Salaverry - $15^{\circ} 00'$) y la zona sur (Distrito de Marcona - $18^{\circ} 20' S$), con valores de 125-122 cm, 114-115 cm y 109-111 cm, respectivamente para los años 2017 y 2018. Así, es posible afirmar que la longitud de los ejemplares de bacalao de profundidad presenta un gradiente latitudinal en la mayor parte de su distribución en el pacífico sur oriental ($3^{\circ} - 47^{\circ} L.S.$), disminuyendo a medida que las actividades extractivas se realizan a mayores latitudes hasta el límite sur de la zona 3.

De acuerdo con la información registrada por este programa de seguimiento y en estudios realizados previamente, no se evidencia actividad reproductiva importante (desove) en el área de operación de la flota artesanal. Sin embargo, el embarque de observadores científicos ha permitido registrar indicios de ejemplares en estado avanzado de desarrollo gonadal en caladeros más profundos (superior a 1.800 m de profundidad), sin embargo, estos registros corresponden a ocurrencias en un solo lance en octubre del 2018, frente a las costas de San Antonio, Región de Valparaíso y en un número muy reducido de ejemplares hembra (solo cuatro).

Esta incidencia produjo un incremento del IGS en el mes citado, aunque, no puede ser considerado como un indicativo de actividad de desove, pues el tamaño de muestra es bajo. Adicionalmente, esta afirmación se sustenta en la evidencia aportada por el trabajo de Young *et al.* (1999), quienes señalan que entre el límite norte de Chile y la latitud $40^{\circ} S$ esta especie no presentaría desoves, basados en el análisis histológico de muestras de gónadas tomadas en siete localidades (Tocopilla, Mejillones, Caldera, Coquimbo, San Antonio, Lebu y Valdivia), cuyos resultados indicaron una proporción mayoritariamente de individuos en estado inmaduro, un alto porcentaje de atresia folicular y una completa ausencia de folículos post-ovulatorios y/o ovocitos hidratados. Por su parte, Oyarzún *et al.* (2003), describen actividad reproductiva a partir de los valores de IGS observados en muestras tomadas en desembarques realizados en Quellón ($43^{\circ} 06' S$), pero no en muestras de Lebu ($37^{\circ} 35' S$) y Corral ($39^{\circ} 53' S$).

De todos modos, la incidencia de ejemplares en estado avanzado de madurez sexual, aunque sean escasos, más, lo aportado por Oyarzún (*com pers.*) quién señala que en la década de los 80 era posible encontrar en esta zona ejemplares de gran tamaño en proceso de desove, caracterizados por la presencia de ovocitos hidratados y que su ausencia en la actualidad, se debería básicamente a la baja ocurrencia de ejemplares por sobre la talla de madurez sexual en las capturas realizadas por esta flota, aspecto que debiera ser considerado, toda vez que en las últimas temporadas las operaciones se han realizado mayoritariamente en profundidades que oscilan entre los 900 y 1200 m, lo que se vincula a tácticas de pesca orientadas a maximizar los rendimientos y minimizar costos. En efecto, la caída de los precios no solo ha incidido en el desincentivo a realizar la actividad, sino también, en



cómo llevarla a cabo; con esto, los operadores han tendido a utilizar caladeros más cercanos lo que les significa menos gastos en su operación.

Finalmente, se debe mencionar que, en esta pesquería los antecedentes de descarte son limitados, pues hay restricciones técnicas y operativas al embarque de personal científico durante los viajes comerciales. Los escasos antecedentes señalan que, de la captura total, se retiene en torno al 68% (Bernal *et al.* 2019), en donde la mayor fracción corresponde a bacalao de profundidad. A este respecto, las estructuras de tallas registradas con datos de observadores científicos muestran en general, una composición similar a las observadas en los desembarques muestreados en las zonas 2 y 3, característica que sustenta la hipótesis de que en esta pesquería no existen —o son escasos— los eventos de descarte o selección de ejemplares de la especie objetivo.

Asimismo, tampoco se han identificado eventos de captura incidental de aves en esta pesquería, así como también eventos importantes de interacción con mamíferos marinos, solo incidentes puntuales que obligan a los pescadores a tomar medidas como suspender el virado del aparejo y balizar, para posteriormente virar una vez que los mamíferos no estuvieron presentes. Lamentablemente, dado el bajo número de viajes monitoreados con observador a bordo, estos resultados no pueden ser considerados concluyentes, pues existen antecedentes referenciales que indican una mayor interacción, particularmente con cachalotes, en ciertas épocas del año, por lo que la tarea en el mediano plazo es fortalecer las condiciones técnicas y financieras, para mejorar la observación directa en la flota artesanal.

5.2.5 Diagnósis y perspectivas

La pesquería artesanal de bacalao de profundidad en el 2019, si bien ha mostrado un cambio de tendencia en el indicador de rendimiento de pesca, esto es, un aumento en todas las zonas, no evidenció señales claras de mejoras en la condición general, ratificando con esto su estado de sobreexplotación al norte de los 47° de latitud Sur.

El cambio de tendencia del indicador rendimiento podría ser explicado por la baja presión de pesca de los caladeros de estas flotas, en donde, el esfuerzo se redujo dada al menor número de viajes realizados en la temporada. Este escenario se produce por una caída importante de los precios de comercialización, proceso en el cual se han introducido factores determinantes en la relación costo beneficio de la pesquería. Así, la introducción de las transacciones por calibre deterioró las expectativas de los pescadores, desincentivando en algunos casos la continuidad de las operaciones pesqueras.

Efectivamente, hay antecedentes referenciales de operadores que indican que, sumado al hecho de los precios por calibre, los intermediarios no compraron ejemplares por debajo los dos kilogramos de peso, captura que finalmente fue comercializa en el mercado local a un valor muy bajo (\$1.000/kg).



Al mismo tiempo, si bien los mayores rendimientos de pesca posiblemente se podrían asociar a actividades en caladeros menos profundos, sin embargo, los datos recopilados por este programa de monitoreo —a través de observadores embarcados— no señalaron cambios relevantes en la profundidad media de las operaciones. Por tal motivo, el incremento en las capturas de los ejemplares menores a 75 cm podría deberse a eventos de reclutamientos importantes en el área de la pesquería artesanal, lo que es consistente con lo indicado en el estudio del estatus y posibilidades de explotación del recurso (Tascheri, 2020), en el sentido de que, entre otros factores, un gradual incremento del reclutamiento en los últimos años, posiblemente ha contribuido a desplazar a la pesquería desde la región de colapso a la región de sobreexplotación.

Este escenario obliga a reflexionar sobre las posibles medidas de manejo para la pesquería artesanal, como aquellas discutidas para establecer una talla mínima legal, disposición que solo podría generar incentivo a eventos de descarte y podrían agudizar en esta zona una sobreexplotación por crecimiento. A la luz de los antecedentes discutidos anteriormente, medidas de conservación alternativas, como cierre de áreas y límites al número de viajes de pesca, podrían tener mejor resultados, pues su implementación sería más factible. Asimismo, las medidas de precios por calibre impuestas por los agentes intermediarios dan luces de que pueden transformarse en herramientas útiles que desincentiven operaciones en caladeros en donde la participación de ejemplares juveniles sea mayoritaria.

Con todo, el recurso bacalao de profundidad —que se encuentra en sobrepesca, cerca del límite del colapso— requiere un plan de recuperación de mediano plazo que involucre no solo la intervención de la autoridad pesquera, sino también de los entes operadores de la pesca artesanal, entre ellos, armadores, patrones de pesca, intermediarios y otros, que permita avanzar en el desarrollo de una actividad responsable y sostenible en el tiempo.

Sin embargo, no se debe perder de vista las operaciones que se realizan en el área lícitada, en donde los actores industriales no han completado en las últimas temporadas su cuota de captura, lo que evidencia un deterioro de la fracción adulta y que, de acuerdo con lo planteado por Tascheri *et al.* (2014), podría afectar las tasas de emigración desde la zona sur austral hacia el área de la pesquería artesanal, induciendo a la flota que opera en esta zona a perseverar en prácticas reñidas con la sostenibilidad de la actividad.

5.3

PESQUERÍA DE ORANGE ROUGHY

5.4

PESQUERÍA DE ALFONSINO

5.5

PESQUERÍA DE BESUGO

5.5.1 Indicadores Pesqueros

- a) Captura, desembarque, esfuerzo y rendimiento de pesca
- b) Cruceros de evaluación hidroacústica merluza común

5.5.2 Indicadores Biológicos

5.5.2.1 Composición de tallas de las capturas

- a) Estructura de talla
- b) Talla media

5.5.2.2 Condición reproductiva

- a) Índice gonadosomático y evolución mensual de estadios de madurez sexual macroscópicos
- b) Curva u ojiva de madurez sexual a la talla y a la edad

5.5.2.3 Composición de edad de las capturas

- a) Descripción de las muestras analizadas
- b) Función longitud-peso
- c) Desembarque en peso y número de individuos por edad
- d) Función de crecimiento a la edad

5.5.3 Análisis y discusión de la pesquería.

5.5.4 Diagnóstico y perspectivas.



5.3 Pesquería de orange roughy

Dada a la fragilidad del recurso orange roughy frente a la presión extractiva, además de la incertidumbre respecto al verdadero estado del stock, la actividad comercial se encuentra suspendida desde el año 2006 mediante la implementación de vedas extractivas (Decretos Exentos N°1.592 del 2005; N°289 y N°1.051 del 2007; N°164 del 2008; N°153 del 2009; N°315 del 2010; N°1.471 del 2011; N°1.284 del 2012; N°37 del 2013, N°10 del 2014 y N°23 del 2016 del Minecon). Frente a este escenario, el programa de monitoreo no registra información sobre este recurso para la temporada analizada.

5.4 Pesquería de alfonsino

Producto de la deteriorada condición que presenta la fracción adulta del stock, la actividad comercial sobre alfonsino se encontró suspendida durante toda la temporada 2019, mediante la implementación de veda extractiva (Decreto Exento N° 23 del 2016 del Minecon). Frente a este escenario, el programa de monitoreo no registra información sobre este recurso para la temporada analizada.

5.5 Pesquería de besugo

El periodo analizado corresponde al tercer año en vigencia de la veda extractiva establecida para los recursos orange roughy, alfonsino y besugo (Decreto Exento N° 23 de 2016, Minecon), en continuidad a las medidas implementadas con anterioridad sobre dichos recursos (Decretos Exentos N° 1.962 del 2009; N°1.470 del 2010; N°04 del 2012, N°167 del 2013 y N°10 del 2014 del Minecon). Bajo este escenario, los indicadores operacionales, pesqueros y biológicos se basan en información recopilada en calidad de fauna acompañante en operaciones de pesca dirigidas a otros recursos de importancia económica, dado cumplimiento a los objetivos establecidos en este programa de seguimiento, sin perjuicio de lo indicado por los decretos anteriormente señalados.

5.5.1 Indicadores pesqueros

a) Captura, desembarque, esfuerzo y rendimiento de pesca

No obstante que las cifras oficiales de desembarque indicaron un leve incremento respecto de la temporada anterior, la captura total monitoreada de besugo registró un considerable aumento (**Figura 43**), atribuible a operaciones de pesca realizadas al interior de la zona 3 durante marzo (**Tabla 13**). El esfuerzo de pesca (h.a.) registró al interior de la zona 3 un patrón similar al reportados durante las temporadas pasadas, con incrementos hacia fines de verano e inicios de invierno. No así el rendimiento pesca (t/h.a.), el cual no presentó tendencias claras (**Figura 44**).



Tabla 13
Captura y desembarque mensual, por zona y total zona de besugo, año 2019.

Mes	Captura (t) ¹				Desembarque Ind. U. Pesquería ²	
	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Total	Peces demersales	Todas
En						
Fb		1,83		1,83	1,90	1,90
Mr		16,67		16,67	0,26	0,26
Ab		0,33		0,33	0,21	0,21
My		0,03		0,03	0,08	0,08
Jn		0,07		0,07	0,05	0,05
Jl		0,00		0,00		
Ag		0,00		0,00		
Sp						
Oc	0,144	1,44		1,58	0,43	0,43
Nv		0,81		0,81	0,14	0,14
Dc	0,120	0,39		0,51	0,48	0,48
Total	0,26	21,57		21,83	3,54	3,54

Fuente ¹IFOP; ²Elaboración propia a partir de datos Sernapesca. Nota.
Valores en gris corresponden a capturas menores a 10 kg.

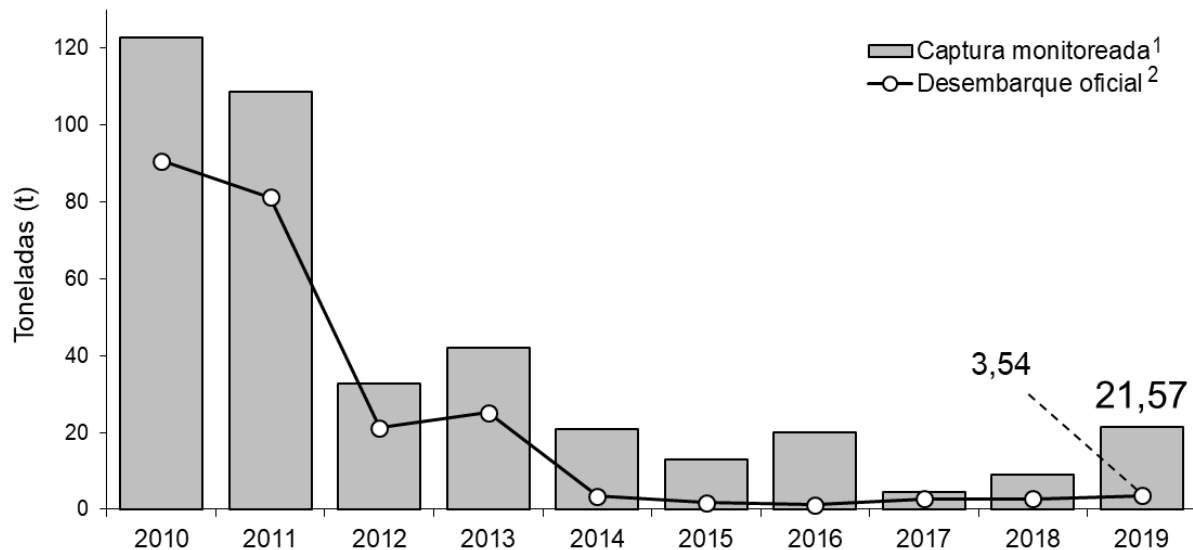


Figura 43 Desembarque oficial y captura monitoreada anual de besugo, periodo 2010-2019. Nota: Cifra de desembarque 2019 corresponde a información preliminar. Fuente ¹IFOP; ²Elaboración propia a partir de datos Sernapesca

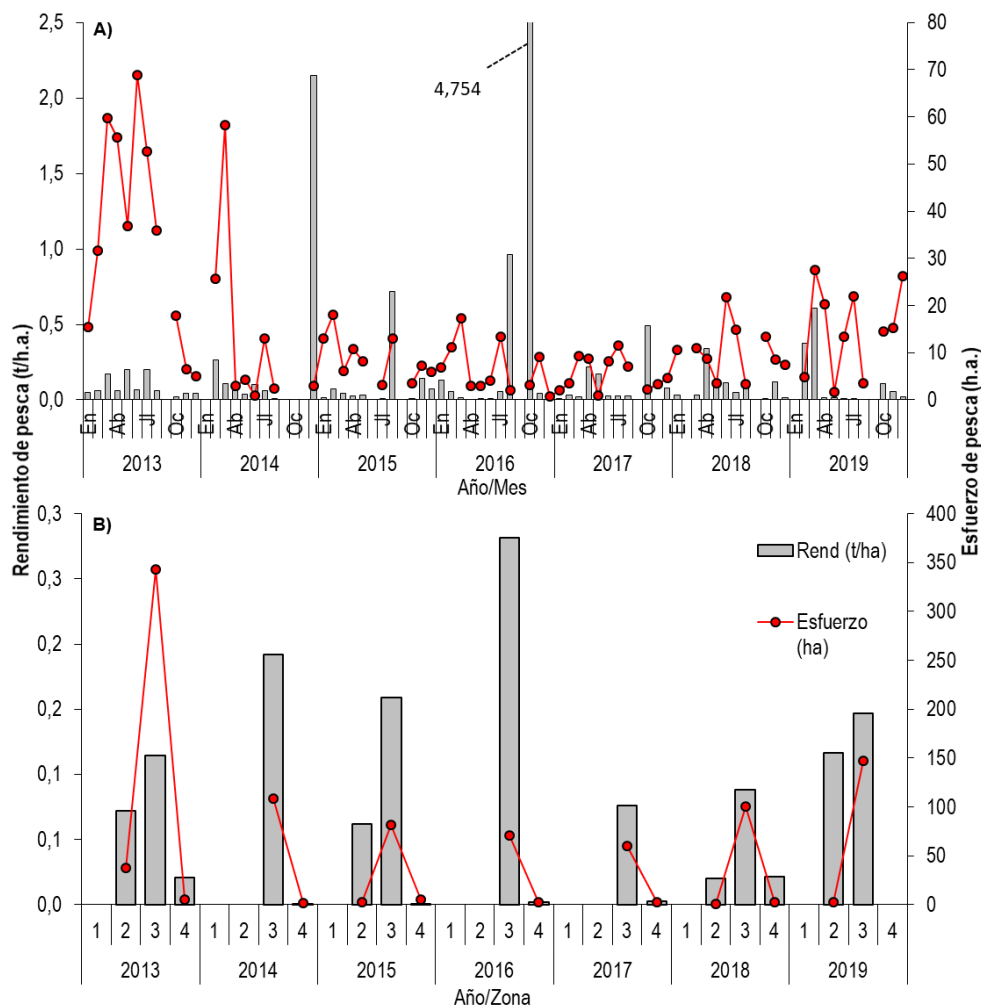


Figura 44 Rendimiento y esfuerzo de pesca mensual (A) y anual por zona (B), años 2013-2019. Fuente IFOP. Nota: bitácoras con OC embarcado complementadas con bitácoras autoreporte.

b) Cruceros de evaluación hidroacústica merluza común

Datos de captura proporcionados por el departamento de Evaluación Directa de IFOP para un periodo de 10 años (2009-2019), en conjunto con aquella proveniente de la operación de pesca industrial sobre merluza común para el mismo periodo, muestran en la persistencia en el tiempo de capturas en determinados caladeros observables previos a la implementación de vedas extractivas, uno de ellos frente a Talcahuano-Punta Lavapie; y otra al noroeste de isla mocha (**Figura 45**). Es precisamente en esta última ubicación donde se reporta para temporadas anteriores episodios de descarte relacionados con el incumplimiento de los niveles máximos de captura en calidad de fauna acompañante, en contraposición a las perspectivas de recuperación.

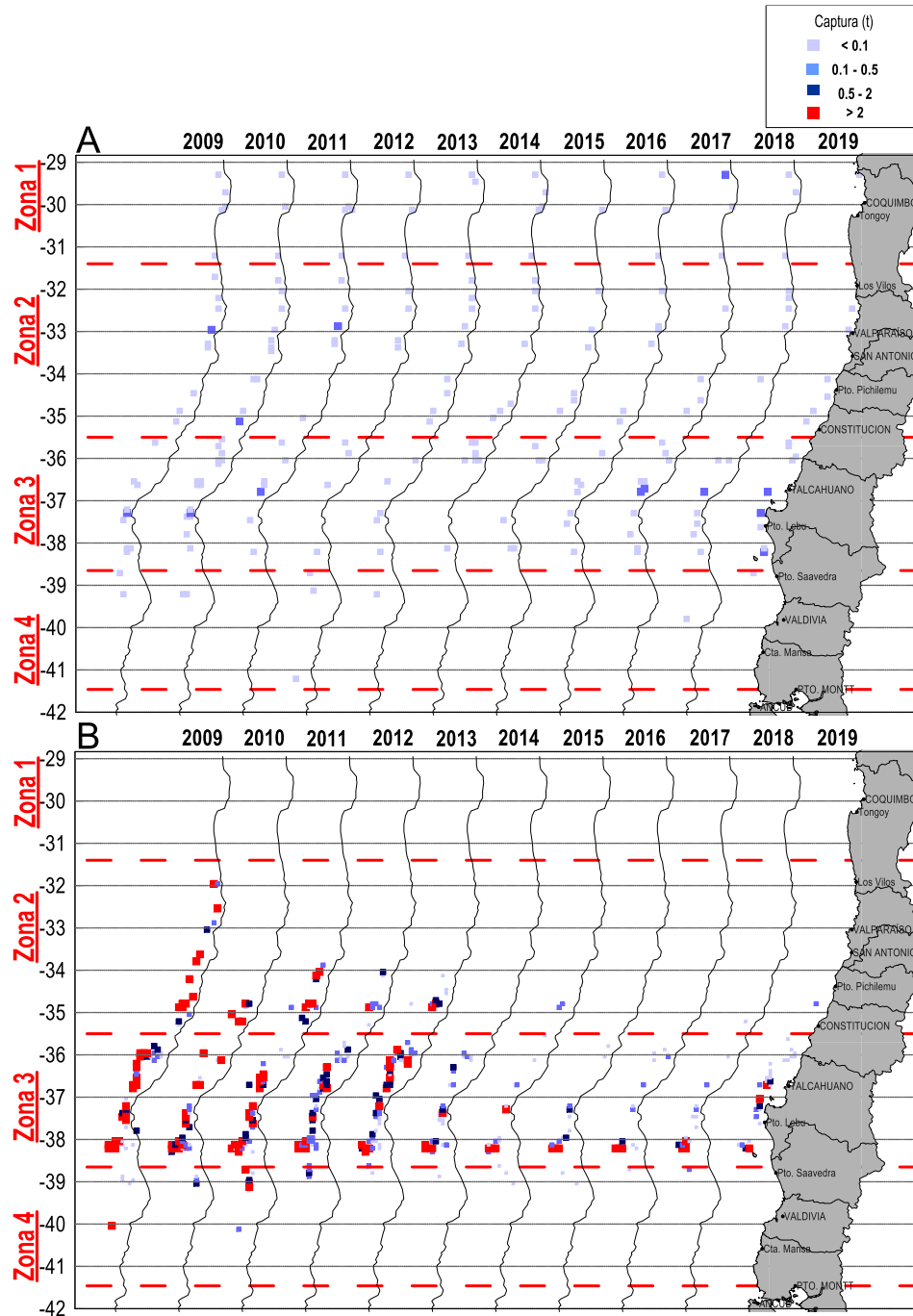


Figura 45 Distribución espacial de niveles de captura en toneladas de besugo, temporada 2009-2019. Información agrupada en cuadrículas de 5x5 mn. Fuente A: Información Ev. Hidroacústica merluza común; B: Seguimiento de pesquerías demersales. IFOP.



5.5.2 Indicadores biológicos

5.5.2.1 Composición de tallas de las capturas

a) Estructura de tallas

Durante la temporada 2019 al interior de la zona 3 se registró una distribución bimodal, compuesta principalmente por ejemplares adultos en torno a los 27 y 35 cm de longitud horquilla (LH). De acuerdo con el análisis batimétrico fue posible evidenciar un amplio rango de longitudes en los diferentes veriles utilizados, no obstante que las capturas mantuvieron el patrón histórico observado en esta pesquería, destacando la presencia de ejemplares de mayor calibre conforme incrementó la profundidad (**Figura 46**).

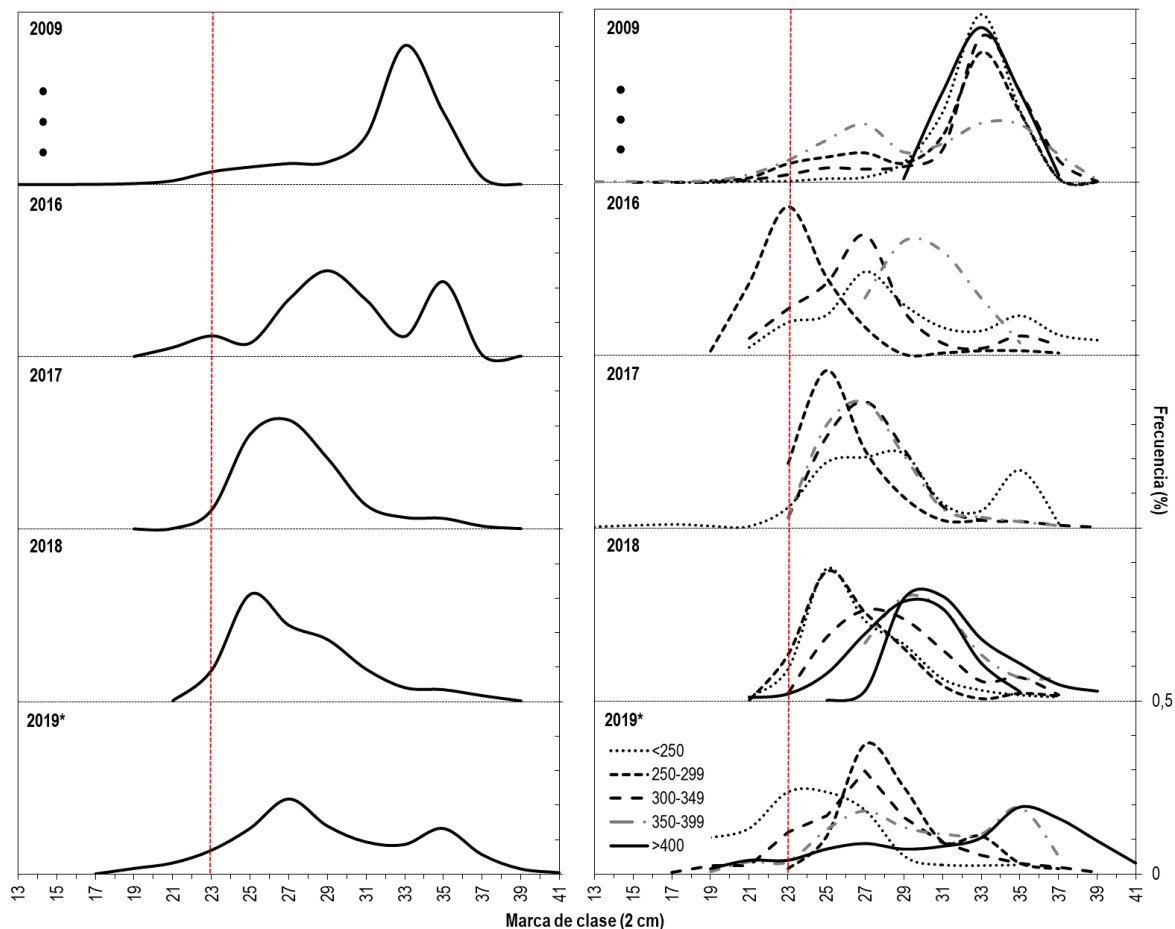


Figura 46 Distribución de frecuencia de talla anual y por estratos de profundidad de besugo para ambos sexos combinados en capturas industriales al interior de la zona 3, años 2009; 2016-2019. Nota: Línea vertical roja discontinua indica la talla de referencia estimada por Flores *et al.* 2015 (23cm LH). Fuente IFOP.



b) Talla media y proporción bajo talla de referencia

La talla media para sexos combinados no registró mayores variaciones con respecto al periodo anterior, no obstante, se observó una mayor participación de ejemplares bajo talla de referencia, similar a lo ocurrido en 2018 (**Figura 47**).

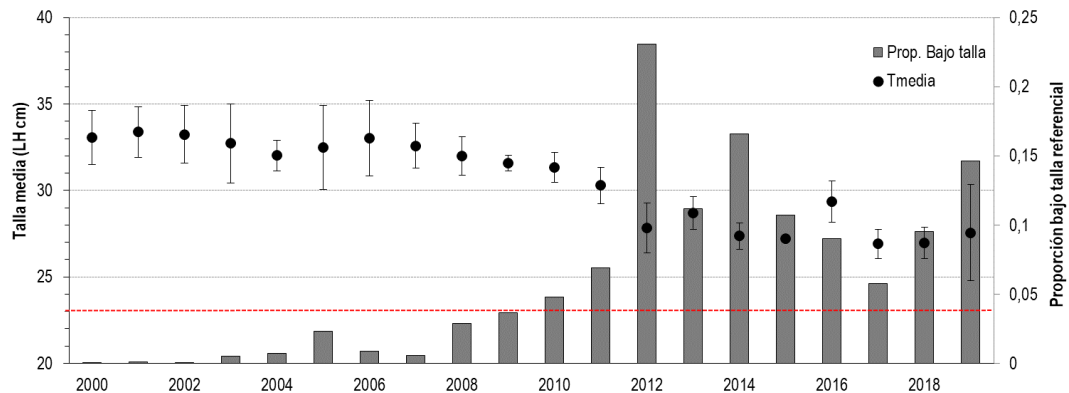


Figura 47 Talla media (Tmedia) y proporción bajo talla de referencia, periodo 2000-2019, ambos sexos combinados. Nota: Línea horizontal roja discontinua indica talla de referencia estimada por Flores *et al.* 2015 (23 cm LH). Líneas negras verticales representan intervalo de confianza al 95%. Fuente IFOP.

5.5.2.2 Condición reproductiva

a) Índice gonadosomático y evolución mensual de estadios de madurez sexual macroscópicos

El análisis de la evolución temporal del índice gonadosomático (IGS) y proporción de estadios de madurez sexual (EMS) indicó en hembras el predominio de ejemplares en proceso activo de maduración y en proceso de desove durante gran parte del periodo analizado. No obstante, debido a la intermitencia de la información no fue posible establecer un periodo de máxima actividad, pese a los altos valores registrados durante el primer semestre (**Figura 48**).

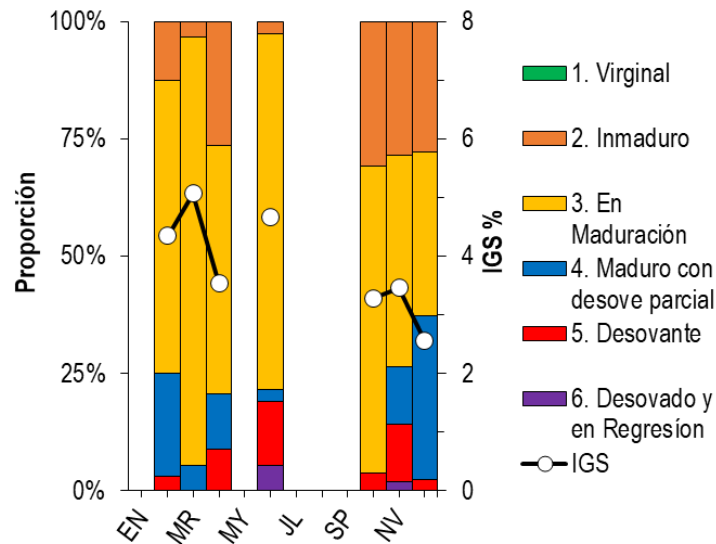


Figura 48 Variación mensual de proporción de estadios de madurez sexual (EMS) e índice gonadosomático (IGS) para hembras (a) y machos (b) de besugo, año 2019. Fuente: IFOP.

b) Curva u ojiva de madurez sexual a la talla y a la edad

La estimación de la curva u ojiva de madurez sexual en hembras de la especie se sustentó en la asignación macroscópica de madurez sexual e incluyó información proveniente de todo el periodo 2019. Al respecto se consideró como maduro sexualmente todo ejemplar cuya asignación de madurez fuese mayor a EMS 2, mientras que los parámetros del ajuste logístico se obtuvieron mediante el método de máxima verosimilitud (Welch & Foucher, 1988). Por su parte, los intervalos de confianza respectivos fueron estimados siguiendo la metodología propuesta por Roa, Ernst y Tapia (1999).

Los parámetros de las curvas u ojivas de madurez sexual estimadas para cada sexo se resumen en la **Tabla 14**, mientras que la longitud media de madurez sexual ($L_{50\%}$) para sexos combinados se entrega en la **Figura 49**. Al respecto la $L_{50\%}$ se alcanzó a los 25,7 cm LH, con un IC95% de 24,6 y 26,5 cm, próxima a los valores registrados en 2009 y 2012 (25,8 y 26,2 cm LH, respectivamente) (**Figura 50**).

Tabla 14

Parámetros de la ojiva de madurez y longitud media $L_{50\%}$ de madurez sexual de besugo. Año 2019.

Año	Sexo	n	Parámetros				Talla 50% de madurez sexual		
			β_0	$S\beta_0$	β_1	$S\beta_1$	$L_{50\%}$	Límite inferior	Límite superior
2019	Hembras	339	-8,83	1,399	0,37	0,052	23,8	22,3	24,8
	Machos	220	-5,15	1,067	0,17	0,037	29,5	27,9	31,6

Fuente IFOP.

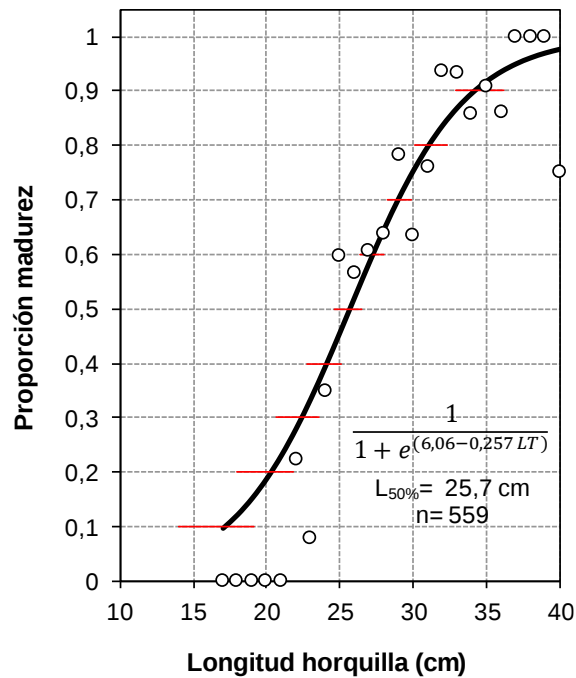


Figura 49 Ojiva de madurez sexual para sexos combinados, año 2019. Líneas rojas horizontales representa el intervalo de confianza al 95%. Fuente IFOP.

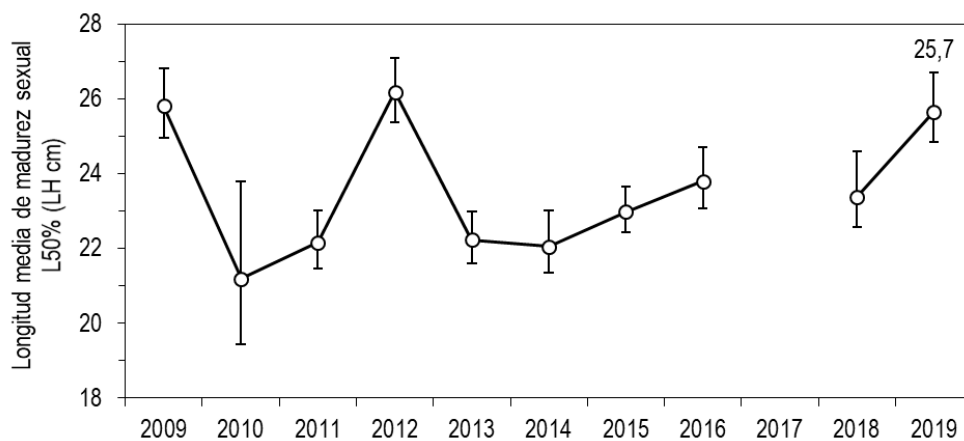


Figura 50 Estimados globales de $L_{50\%}$. Líneas verticales representan intervalo de confianza al 95%. Periodo 2009-2019. Fuente IFOP.

La **Figura 51** muestra que los individuos capturados en el 2019 alcanzaron la edad media de madurez sexual ($E_{50\%}$) a los 10,4 años de vida, levemente mayor a lo reportado por Moyano et al. (2020), quienes indican una madurez media para el besugo de 9,3 años.

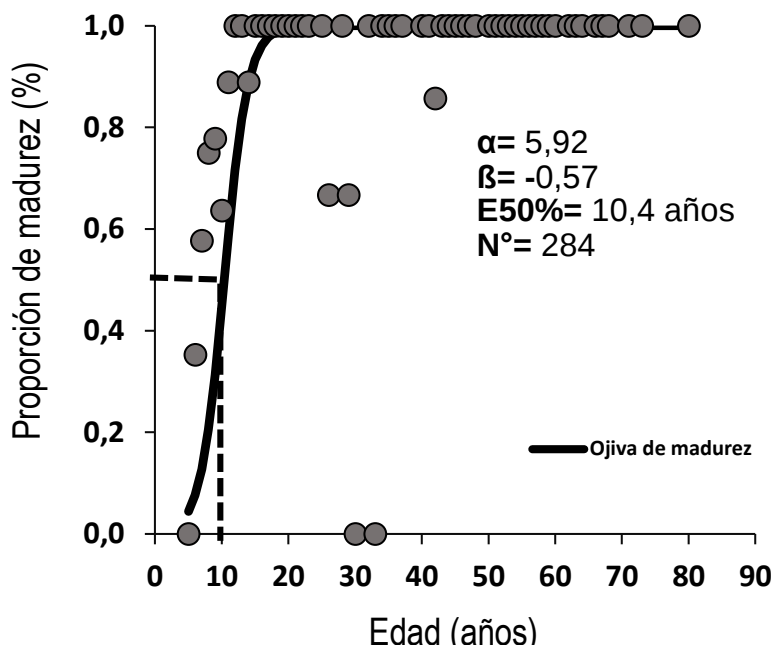


Figura 51 Curva logística de madurez sexual media a la edad (años) para hembras de besugo utilizadas en las lecturas de otolitos en el periodo 2019. Puntos grises corresponde a la proporción de madurez observados y la línea negra representa la proporción de madurez estimada.

5.5.2.3 Estructura de edad en las capturas

a) Descripción de las muestras analizadas

Para la estimación de la edad de las capturas se analizaron un total de 471 otolitos (> 19% al 2018), donde el 40% correspondió a machos y el 60% a hembras, proporción diferente a la presentada el 2018 (1:1). El rango de longitud estuvo entre los 19 a los 40 cm LH en sexos combinados, rango levemente mayor al registrado el 2019 (20 - 38 cm LH) (**Figura 52a**)

De las muestras analizadas, hubo disponibilidad en 7 meses del año, donde el mes de febrero es el que presento los ejemplares más grandes, cuya longitud media alcanzó los 36 cm, el resto de los meses se observan medias similares, alrededor de los 28 cm. Las hembras en general presentan las mayores longitudes a lo largo del año (**Figura 52b**).

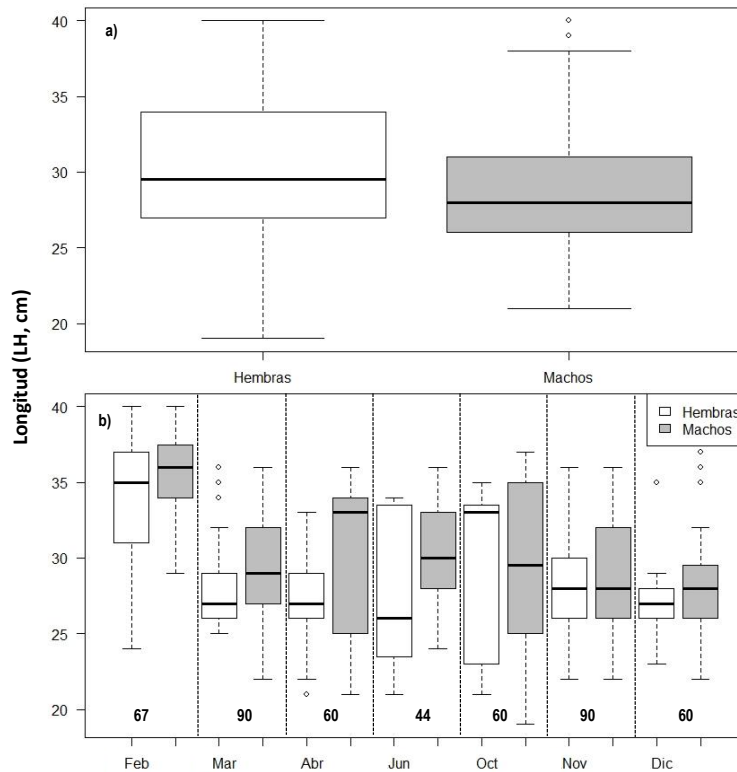


Figura 52 Rango de longitudes asociados a los ejemplares utilizados para la determinación de edad de las capturas en besugo en la temporada 2019. Donde: a) distribución de longitudes por sexo (machos y hembras) y b) distribución de longitudes por meses del año para machos y hembras, los valores en el eje inferior representan el número de otolitos analizados por mes.

La frecuencia porcentual obtenida de los muestreos de longitud y biológico (se unieron ambos muestreos debido al bajo número de datos muestreados a la longitud). Estos evidenciaron una distribución similar a la frecuencia de los individuos utilizados en la estimación de edad (otolitos analizados) (**Figura 53**). A través del estadístico no paramétrico Wilcoxon, se demostró que no hay diferencias significativas entre ambas distribuciones, tanto para hembras como machos con un $p=0,40$ y $p=0,50$ respectivamente. Por lo tanto, las muestras analizadas a la edad para el año 2019, procedente del análisis de otolitos del recurso, guarda estructuralmente relación con los muestreos aditivos.

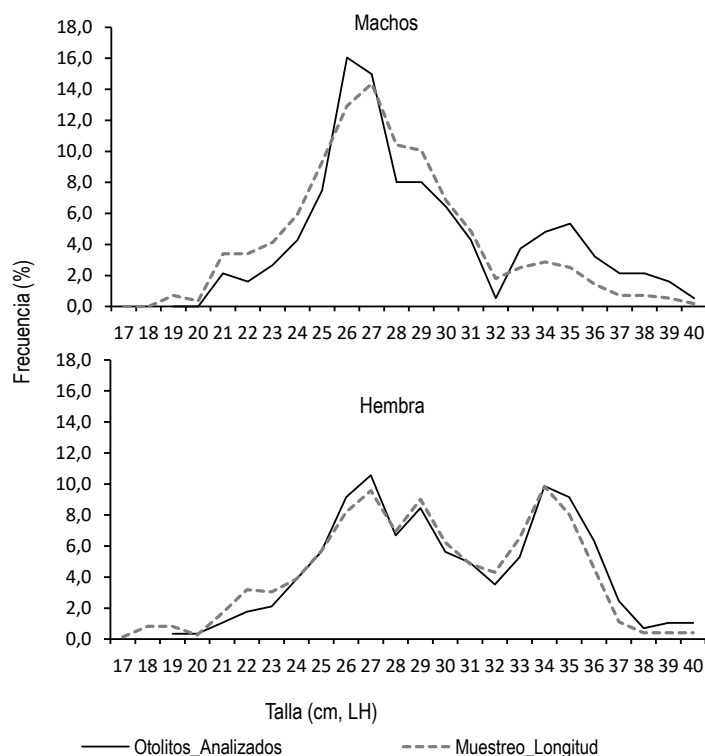


Figura 53 Comparación en la distribución de frecuencia porcentual de longitudes de peces objeto de lectura de edad (frecuencia otolitos analizados) y las longitudes de peces derivadas de los muestreos de longitud y biológico, provenientes de las capturas de besugo, 2019.

b) Función longitud - peso

Los valores observados y parámetros obtenidos para machos, hembras y sexos combinados de las relaciones entre el peso total (g) con la longitud horquilla (cm) de los peces muestreados biológicamente se entregan en la (Figura 54).

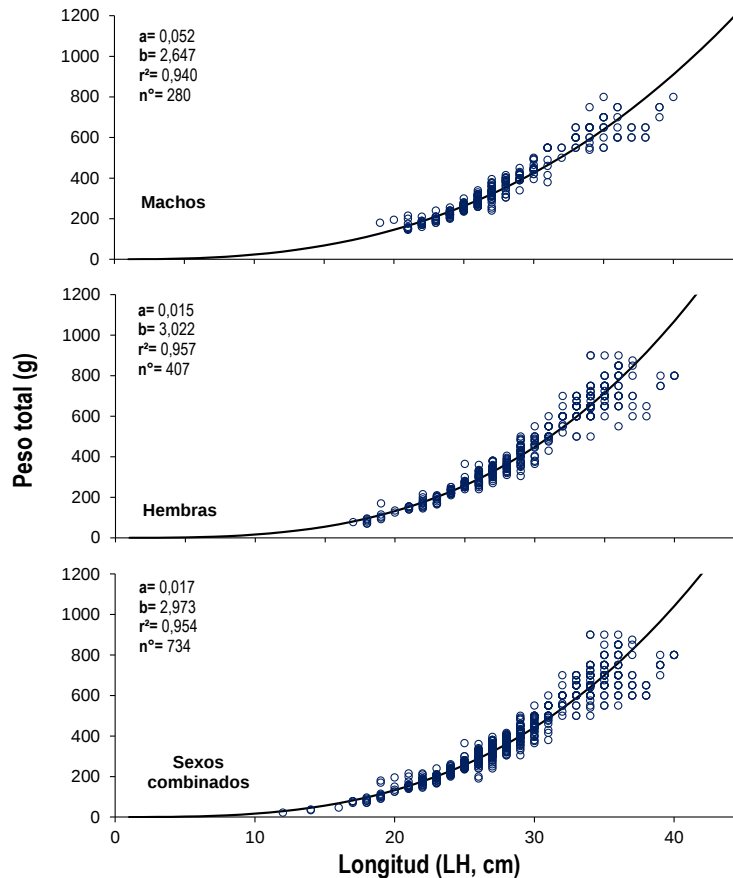


Figura 54 Dispersión de las variables longitud horquilla (cm) – peso total (g) para besugo (macho, hembra y sexos combinados) y los parámetros obtenidos de estas relaciones. Zona demersal centro sur, 2019. La línea negra representa la curva teórica obtenida de los parámetros.

De los parámetros de la relación longitud peso, se obtuvieron los pesos promedio para machos y hembras para el año 2019, los que fueron de 355 g y 451 g respectivamente. Muy superior a los mostrados el año 2018 (320 g machos y 393 g hembras).

c) Desembarque en peso y número de individuos a la edad

En la **Figura 55** se presenta los valores de desembarque en peso (t) y número de ejemplares, además del peso promedio de sexos combinados a partir del año 2010, donde se instaura la veda biológica del recurso. Se puede observar que en los primeros años se llevan a cabo los mayores niveles de desembarque. Sin embargo, el 2017 llega a su nivel más bajo de captura ya como fauna acompañante de la merluza común. A partir de ahí se han registrado niveles de capturas similares a los registrados en el año 2014. Similar tendencia a ocurrido con los pesos medios de los individuos capturados, el



año 2019 presentó un peso que no se había registrado del año 2014, esto se debe en gran medida a los individuos capturados el mes de febrero que alcanzaron un peso medio de 615 g.

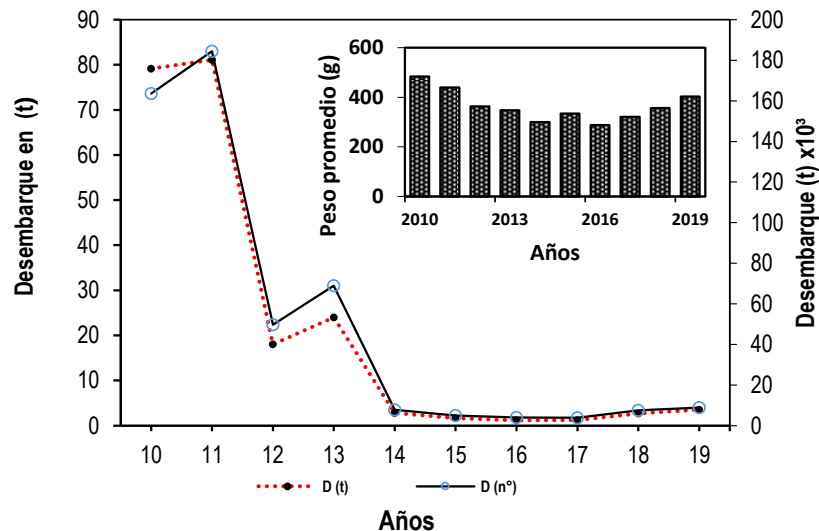


Figura 55 Desembarque en peso (t), número ejemplares y los pesos promedios de las capturas de besugo a partir de la aplicación de la veda biológica en el año 2010 hasta el 2019 para ambos sexos. Fuente: IFOP.

Los valores desembarque en peso (t) para machos y hembras provenientes de la fauna acompañante de la flota de arrastre centro sur para el 2019 son de 1,351 t y 2,221 respectivamente. Y en número de ejemplares corresponde a 3.849 individuos machos y 4.983 hembras. Cifras levemente superiores a las registradas el año 2018 (< 15%), las cuales en machos representaron un desembarque de 2,920 t y en hembras de 4,590 t (Sernapesca, 2019). Las composiciones del desembarque en número de individuos por de edad para machos y hembras del año 2019 muestra que las capturas estuvieron representadas por individuos correspondientes a los grupos de edad 4 a 80 años en ambos sexos. Las edades con aporte $\geq 5\%$ en la estructura constituyen un 78% del desembarque de machos y está sustentado principalmente por los grupos de edad entre los 4 a 16 años, igual a lo mostrado el año 2018. Para el caso de las hembras, los grupos de edad con aporte $\geq 5\%$ son entre 4 a 16 años y como un hecho sin precedentes, este 2019 también están presentes los grupos de edad de 44 y 52 años, aportando en total un 71% de las capturas de hembras. Registros muy disimiles a los mostrados el año 2018 donde los principales grupos de edad estaban entre los 4 a 12 años.

La composición de la captura en número por longitud y edad lleva asociado un vector de error que se dejó expresado en términos de varianza (var) y coeficiente de variación (CV). Donde los individuos con los grupos de edad de mayor aporte ($\geq 5\%$) en las capturas, los CV para machos están entre el 10% al 26% y las hembras desde los 7% a 20%.



En la **Figura 56** se presenta el porcentaje y el número de los individuos desembarcados de besugo por grupo de edad para machos, hembras y ambos para los años 2000, cuando se produce el nivel más alto de captura de besugo. El año 2010 cuando se instaura la veda biológica del recurso, y los últimos tres años de estudio (2017 al 2019). Se puede observar claramente que los individuos capturados han tendido a individuos más jóvenes con el transcurso de los años. Ya que el año 2000 la moda principal era del grupo de edad 36, para el año 2010 esta moda cae en individuos del grupo de edad 28. Y para los últimos años esta moda a caído a los grupos de edad cuatro y ocho.

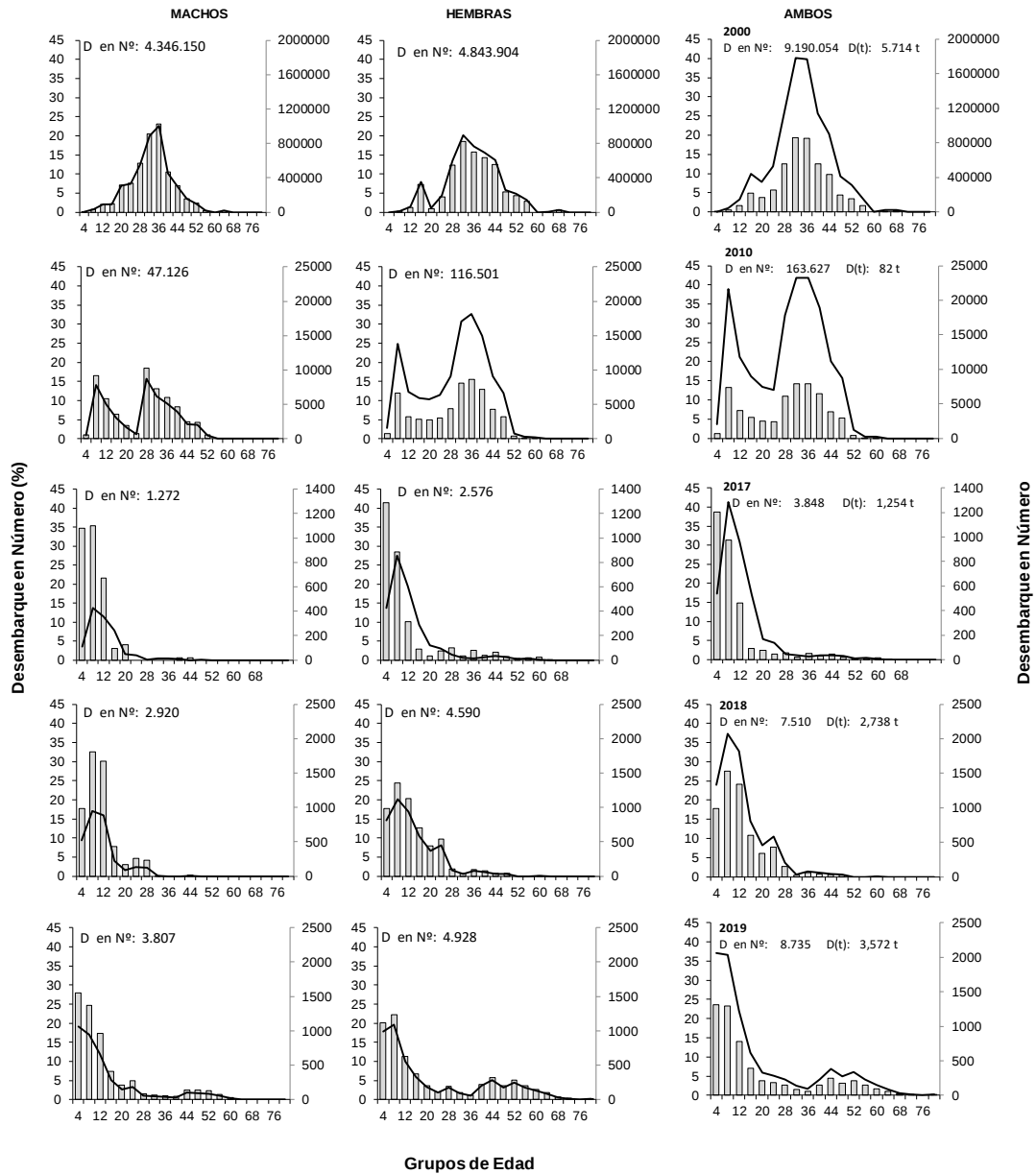


Figura 56 Composición del desembarque porcentual y en número al grupo de edad de besugo (machos, hembras y sexos combinados), para los años 2000, 2010 y el periodo 2017 al 2019.



d) Función del crecimiento a la edad

La **Figura 57** indica que a lo largo del periodo 2016 al 2019 existe una relación directa entre las variables radio máximo de lectura (RML) del otolito y longitud horquilla del pez. Con un coeficiente de determinación ($r^2 \geq 0,77$) para todos los años. Dependencia óptima para el uso de retro-cálculo (Hunt, 1978), permitiendo obtener información de las longitudes en los ejemplares más jóvenes de la población, los cuales no aparecen frecuentemente en la pesquería de besugo. Las longitudes observadas y retro-calculadas corregidas para ambos sexos se pueden observar en los informes de edad y crecimiento de besugo 2019.

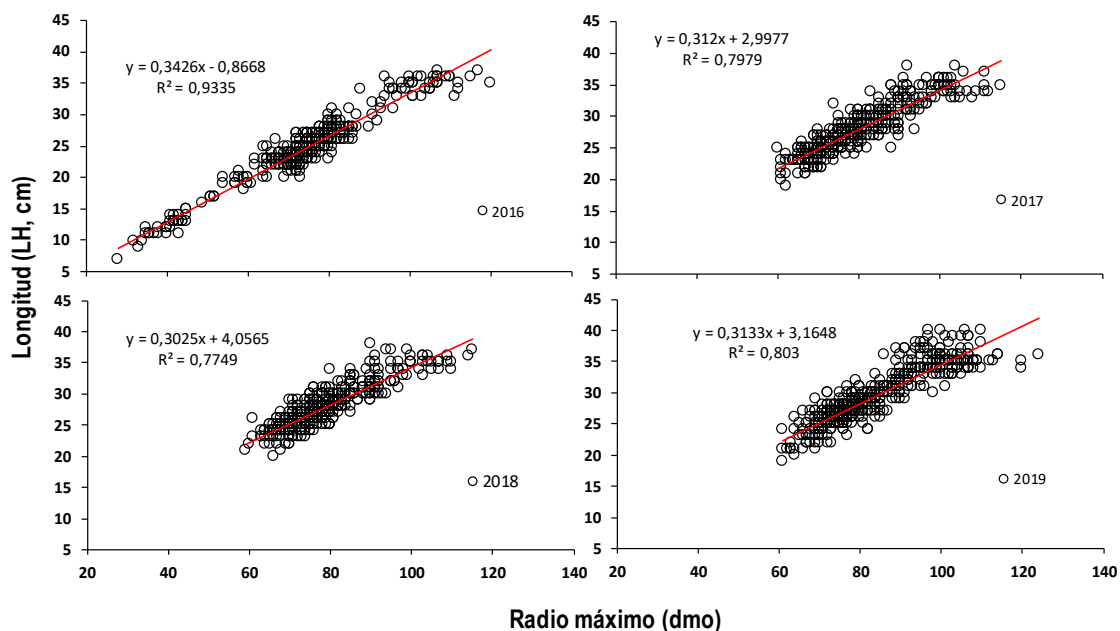


Figura 57 Relación entre el radio máximo (dmo) y longitud del pez (LH, cm) para sexos combinados de besugo. Periodo 2016-2019. La línea roja representa la tendencia lineal entre las variables, incluye parámetros de la relación de las variables.

La **Figura 58** muestra la relación entre las variables longitud del pez (LH, cm) y la edad observada (años) y edad retro calculadas para obtener las primeras edades (Moyano *et al.*, 2018). Además, se presenta la curva ajustada de crecimiento para el periodo 2016 - 2019. Los parámetros de crecimiento estimados para ambos sexos con edades retro calculadas para el 2019, indican una longitud asintótica (L_{∞}) de 35,2 (LH, cm), la tasa de crecimiento anual (k) es de 0,10 y la edad teórica (t_0) a la longitud cero es de -3,01. Parámetros similares a los obtenidos los años anteriores (ver informe de edad y crecimiento en besugo del 2013 al 2019). Estos parámetros fueron estimados mediante la ecuación descrita por von Bertalanffy (1938)

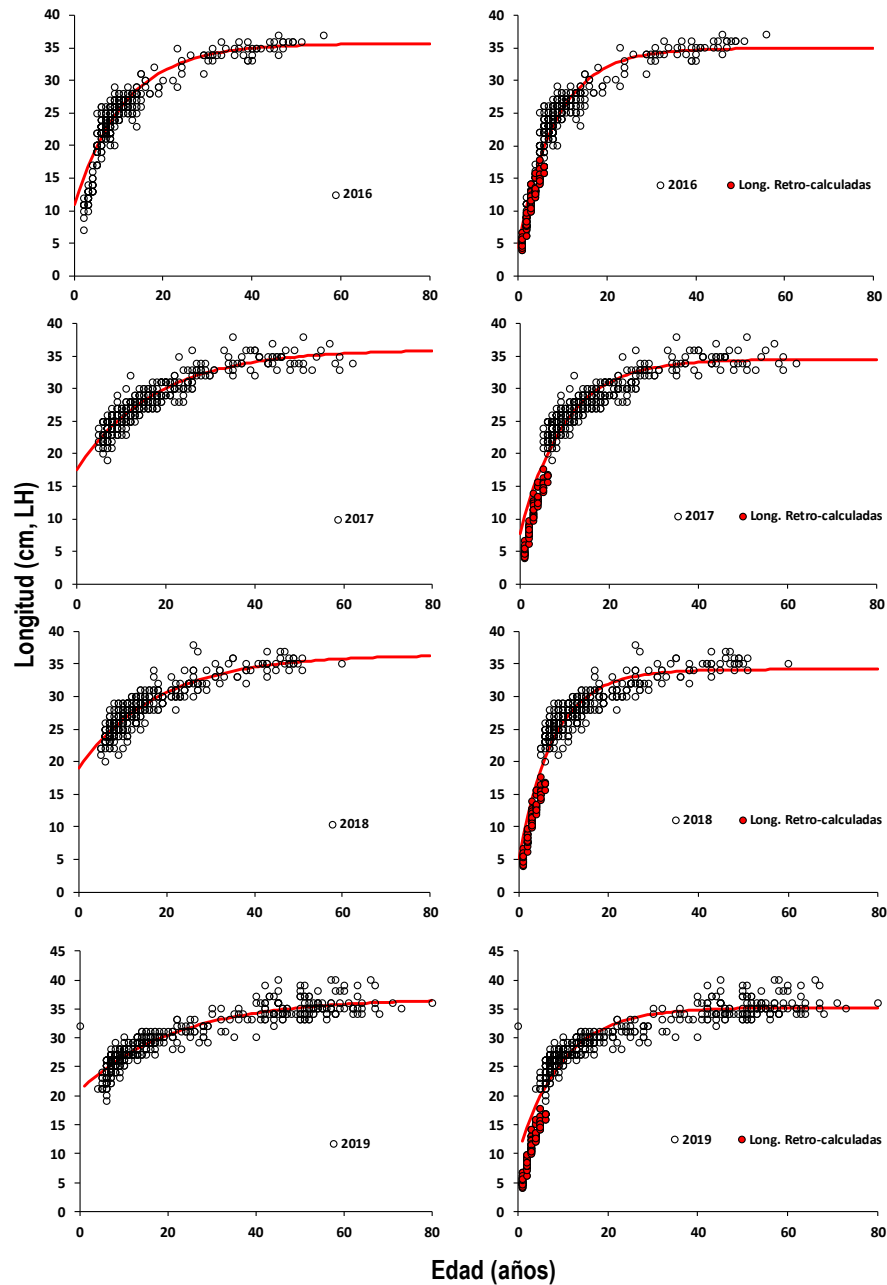


Figura 58 Relación entre las variables longitud del pez (LH, cm) y edad pez (años) para sexos combinados de besugo recolectados para lecturas de otolitos en las temporadas 2016 al 2019. Línea roja: Representa la curva de crecimiento ajustada por el modelo vB tradicional. (a) Modelo ajustado con longitudes observadas (b) Modelo ajustado con longitudes retro-calculadas (puntos en rojo)



5.5.3 Análisis y discusión de la pesquería

Durante las últimas nueve temporadas la actividad pesquera sobre el recurso besugo se ha encontrado restringida producto de la implementación de vedas extractivas, las cuales solo se autorizan su captura en calidad de fauna acompañante (Decretos Exentos N°1.962 del 2009; N°1.470 del 2010; N°04 del 2012; N°167 del 2013; N°10 de 2014 y N°23 de 2016 del Minecon). Al respecto, si bien fue posible reportar los principales indicadores bio-pesqueros mediante la recopilación de información en viajes de pesca destinados a otros recursos de interés comercial (principalmente merluza común), estos respondieron a un diseño de muestreo de oportunidad, por lo que los indicadores reportados y sus variaciones espacio-temporales no permiten describir un patrón operacional de la pesquería o disponibilidad del recurso, sino más bien describir parcialmente algunos aspectos del mismo.

Los indicadores pesqueros registraron en general variaciones positivas respecto a la temporada 2018 y se reportaron niveles importantes de captura de besugo en algunos caladeros puntuales ubicados entre Lebu e isla Mocha, de acuerdo con el análisis de información proveniente de la pesquería y de los cruceros de evaluación directa llevados a cabo por IFOP. Esta situación representa una condición histórica y guarda relación con la presencia de caladeros de pesca tradicionales relacionados con las operaciones comerciales sobre el recurso merluza común, lo cual ha generado que en muchos casos se supere la normativa actual en cuanto a la captura de este recurso como fauna acompañante se refiere. La temporada 2019 no es la excepción y se encuentra por sobre el promedio de los últimos cinco años, pese a la delicada condición que presenta el recurso, lo cual deja en evidencia que los decretos establecidos no necesariamente aseguran la protección de este y vaticinan una lenta recuperación del stock.

La composición de tallas registrada durante la temporada 2019 se caracterizó por sus extremos, dados por la conformación de una moda de ejemplares adultos jóvenes presente en la capturas desde 2017 y por otra compuesta de adultos observada por última vez en 2016, provenientes de operaciones de pesca en profundidades superiores a los 350 metros. Al respecto, si bien esta última moda influyó en el ligero incremento de la talla media, la proporción de ejemplares bajo talla de referencia también incrementó, por lo que no es posible establecer señales claras de mejora en la condición del recurso. Por último, cabe mencionar que estos valores deben ser tomados con cautela ya que no representa necesariamente la condición de stock debido a la baja intencionalidad de captura del recurso.

Las funciones que relacionan el peso del pez con su longitud horquilla presentaron ajustes con coeficientes de determinación ($r^2 \geq 0,94$). Siendo las hembras las que presentaron una mayor relación con un $r^2 = 0,95$. Además, presentaron un peso promedio superior a los machos (alrededor del 21%) y cuyos valores fueron de 451 g y 355 g respectivamente, incremento de un 12% con respecto al 2018 en sexos combinados. Esta tendencia se viene presentando desde el año 2016, lo que podría interpretar como una señal positiva en la recuperación del stock, no obstante, cabe recordar que los datos colectados se enmarcan en actividades de muestreo de oportunidad en relación con operaciones de pesca dirigida a otros recursos por lo que no reflejan necesariamente la condición de la población.



Con respecto a la estructura de edad de la población, se observó una estabilidad para los últimos tres años, toda vez que esta estuvo representada en un 45% por individuos de grupos de edad IV y VIII. Sin embargo, ambos grupos se encuentran bajo la edad media de madurez sexual estimada para la presente temporada (10,3 años), por lo que no es posible establecer de forma contundente signos de recuperación del stock.

En referencia a la condición reproductiva del recurso, no fue posible establecer de manera fehaciente el periodo máximo de actividad, dado que no se contó con la continuidad temporal de la información biológica necesaria. Sin bien estudios recientes indican un periodo reproductivo acotado a la temporada otoño-invierno, (Flores *et al.*, 2015), durante la temporada reportada se optó por utilizar en la estimación de la curva de madurez sexual la totalidad de la información disponible, por lo que no se descarta la potencial incorporación de sesgos en el cálculo de los parámetros de madurez (Hunter y Macewicz, 2003). La longitud media de madurez sexual ($L_{50\%}$) calculada para hembras de la especie presentó un buen ajuste, con intervalos de confianza acotados, próximo al valor calculado mediante el análisis histológico (Flores *et al.*, 2015). No obstante, se observó un distanciamiento en relación con los valores calculados para sexos combinados en temporadas anteriores, en la que el cálculo realizado para machos influyó considerablemente, dado que no presentó un buen ajuste debido posiblemente a una mayor dificultad en la asignación de estadios macroscópicos como se menciona en Brown-Peterson *et al.* (2011). Respecto de la edad media de madurez sexual se observó un incremento de la estimación, lo cual representa un cambio de la tendencia reportada en informes anteriores. En este sentido si bien estos cambios pueden guardar relación con mecanismos compensatorios tendientes a incrementar la supervivencia y la reproducción frente a la presión extractiva (Stearns & Koella, 1986; Lorenzen & Enberg, 2002; Rose, Cowan, Winemiller, Myers & Hillborn, 2001), es igualmente probable que la explicación esté condicionada por diversos factores, dentro de los que se encuentra la cobertura espacio-temporal considerada en el análisis o la composición de tallas incorporadas en este, toda vez que la operación de pesca sobre la cual se recopila la información tiene como objetivo otros recursos.

5.5.4 Diagnóstico y perspectivas

Actualmente la información sobre la que se sustentan los análisis no permite establecer signos o tendencias de mejora en relación con el estatus del stock, dado que esta proviene de operaciones de pesca dirigida a otros recursos y no representa necesariamente la condición de este. Al respecto si bien las medidas administrativas han logrado disminuir los niveles de captura por parte de la flota industrial, persisten episodios de captura en determinados caladeros históricos, los cuales no contribuyen a la perspectiva de recuperación. Frente a la incertidumbre que plantea la falta de información independiente de la pesquería, surge la necesidad de considerar la posibilidad de realizar investigaciones que permitan establecer el nivel de biomasa alcanzado durante el transcurso de los últimos 10 años, además de despejar dudas respecto del proceso reproductivo y estructura de talleedad, no obstante, dada la historia de vida que presenta el recurso este escenario podría ser adverso para su recuperación.

6.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agnew, D., Heaps, L., Jones, C., Watson, A., Berkiet, K., & Pearce, J. (1999). Depth distribution and spawning pattern of *Dissostichus eleginoides* at South Georgia. CCAMLR Science, Vol. 6: 19-36.
- Arana, P. (2009). Reproductive aspects of the Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) off southern Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 37(3): 381-394.
- Ashford, J., Fach, B., Arkhipkin, A., & Jones, C. (2012). Testing early life connectivity supplying a marine fishery around the Falkland Islands. Fish. Res. 121-122: 144-152.
- Balbontín, F., Troncoso, P., y López, E. (2011). Análisis de la condición reproductiva del bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides* de la zona austral de Chile, entre enero y diciembre de 2011. En: Rubilar, P. y Zuleta, A. 2011. Pesca de Investigación bacalao 2010. Bases para un programa colaborativo de monitoreo científico en la pesquería del bacalao. Centro de Estudios Pesqueros S.A. 81 p.
- Bernal, C., Román, C., San Martín, M., Escobar, V., Vargas, C., Saavedra, J., Bravo, C. y Blanco, J.L. (2019). Informe final Sección II. Programa de investigación del descarte y captura de pesca incidental. Programa de Monitoreo y evaluación de los planes de reducción del descarte y captura de pesca incidental 2018-2019. Convenio de desempeño 2018. Subsecretaría de Economía y EMT. IFOP, Informe final: 285 p.
- Brown-Peterson, N., Wyanski, D., Saborido-Rey, F., Macewicz, B., & Lowerre-Barbieri, S. (2011). A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. Marine and Coastal Fisheries 3, 52-70.
- Céspedes, R., Young, Z., Ojeda, V., Adasme, L., Cerna, F. Miranda, H., ... y Bravo, R. (1997). Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Pesquerías Nacionales. (Informe Final). Investigación Situación de las Pesquerías Demersales Zona Sur-Austral, IFOP, 1996; 97 pp.
- Céspedes, R., Young, Z., Ojeda, V., Cerna, F., Adasme, L., Hidalgo, H., ... y Vera, C. (1998). Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. (Informe Final). Investigación Situación Pesquería Demersal Zona Sur-Austral, IFOP, 1997; 93 pp.



- Céspedes, R., Young, Z., Ojeda, V., Cerna, F., Adasme, L., Hidalgo, H., ... y Vera, C. (1999). Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales (Informe Final). Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, IFOP, 1998; 112pp.
- Céspedes, R., Young, Z., Ojeda, V., Cerna, F., Adasme, L., Hidalgo, H., ... y Vera, C. (1999). Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales (Informe Final). Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, IFOP, 1999; 90pp.
- Céspedes, R., Adasme, L., Ojeda, V., Nilo, M., Cerna, F., Palta, E., ... y Chong, L. (2002). Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales (Informe Final). Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, IFOP, 2001; 183pp.
- Céspedes, R., Adasme, L., Ojeda, V., Toledo, C., Muñoz, L., Hidalgo, H., ... y Hunt, K. (2005). Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2004. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SSPA. Informe final, IFOP, 186 p.
- Céspedes, R., Adasme, L., Chong, L., Ojeda, V., Muñoz, L., Hidalgo, H., ... y Hunt, K. (2006). Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2005. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SSPA. Informe final, IFOP, 159 p.
- Céspedes, R., Adasme, L., Chong, L., Ojeda, V., Muñoz, L., Hidalgo, H., ... y Hunt, K. (2007). Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2006. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SSPA. Informe final, IFOP, 198 p. (+ anexos).
- Céspedes, R., Adasme, L., Chong, L., Ojeda, V., Muñoz, L., Hidalgo, H., ... y Miranda, M. (2008). Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2007. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. (Informe Final), IFOP; 202 pp.
- Céspedes, R., Adasme, L., Chong, L., Ojeda, V., Muñoz, L., Hidalgo, H., ... y Miranda, M. (2009). Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2008. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. (Informe Final), IFOP; 235 pp.



- Céspedes, R., Ojeda, V., Chong, L., Adasme, L., Muñoz, L. y Bravo, R. (2010). Consolidado de bacalao de profundidad. Proyecto Investigación Situación Pesquería Demersal Austral Industrial, 2009. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. (Informe Final), IFOP; 66 pp.
- Céspedes, R., Ojeda, V., Adasme, L., Muñoz, L., Hidalgo, H. (2012). *Sección V: Merluza de cola. Actividad N° 2: Peces Demersales*. Convenio: Asesoría Integral para la toma de decisiones en Pesca y Acuicultura (ASIPA) 2011. Informe final. Valparaíso. Instituto de Fomento Pesquero.
- Céspedes, R., Chong, L., San Juan, R., Gálvez, P., Ojeda, V., Moyano, G., ...y González, J. (2015). Convenio de desempeño 2014. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección V: Recursos de Aguas Profundas, 2014. Ejecutor IFOP – Requiriente: Subsecretaría de Pesca.
- Céspedes, R., Chong, L., San Juan, R., Gálvez, P., Ojeda, V., Moyano, G., ...y González, J. (2016). Convenio de desempeño 2015. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección VI: Recursos de Aguas Profundas, 2015. Ejecutor IFOP – Requiriente: Subsecretaría de Pesca.
- Céspedes, R., Chong, L., San Juan, R., Gálvez, P., Ojeda, V., Moyano, G., ...y González, J. (2017). Convenio de desempeño 2016. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección VI: Recursos de Aguas Profundas, 2016. Ejecutor IFOP – Requiriente: Subsecretaría de Pesca.
- Céspedes, R., Chong, L., San Juan, R., Ojeda, V., Moyano, G., Muñoz, L., ...y Bravo, R. (2018). Convenio de desempeño 2017. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección VI: Recursos de Aguas Profundas, 2017. Ejecutor IFOP – Requiriente: Subsecretaría de Economía y EMT.
- Céspedes, R., Chong, L., San Juan, R., Ojeda, V., Moyano, G., Muñoz, L., Gálvez, P. y Bravo, R. (2019). Convenio de desempeño 2018. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección VI: Recursos de Aguas Profundas, 2018. Ejecutor IFOP – Requiriente: Subsecretaría de Economía y EMT.
- Chikov, V., & Melnikov, S. (1990). On the question of fecundity of the Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides*, in the Region of the Kerguelen Islands. *J. of Ichthyology* 30 (8): 19-125.



- Clark, M. (1995). Experience with management of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) in New Zealand waters, and the effects of commercial fishing on stocks over the period 1980-1993. En: Deepwater fisheries of the North Atlantic oceanic slope (Ed. Hopper, A.). Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Netherlands, 251-266.
- Clark, M. (2001). ¿Are deepwater fisheries sustainable? The example of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) in New Zealand. Fish. Res. 51, 123-135.
- Day, J., Wayte, S., Haddon, M., & Hillary, R. (2014). Stock assessment of the Macquarie Island fishery for Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) using data up to and including August 2013. Report to SARAG 48, CSIRO, Australia.
- Decreto Exento N° 289 Establece veda biológica para el recurso orange roughy en area y periodo que indica. Ministerio de economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 05 de febrero de 2007.
- Decreto Exento N° 1.051 Modifica Decreto N° 289 Exento, de 2007. Ministerio de economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 11 de julio de 2007.
- Decreto Exento N° 164 Establece veda biológica para el recurso orange roughy en área y periodo que indica. Ministerio de economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 21 de febrero de 2008.
- Decreto Exento N° 153 Establece veda biológica para el recurso orange roughy en área y periodo que indica. Ministerio de economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 27 de enero de 2009.
- Decreto exento N° 1.962 Establece veda biológica para el recurso besugo en área y periodo que indica el Ministerio de economía, Fomento y reconstrucción; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 30 diciembre de 2009.
- Decreto Exento N° 315 Establece veda biológica para el recurso orange roughy en área y período que indica. Ministerio de economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 16 de febrero de 2010.
- Decreto exento N° 1.470 Establece veda biológica para el recurso besugo en área y periodo que indica el Ministerio de economía, Fomento y reconstrucción; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 29 diciembre de 2010.
- Decreto Exento N° 1.471 Establece veda biológica para el recurso orange roughy en área y período que indica. Ministerio de economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 23 de marzo de 2011.



Decreto Exento N° 04 Establece veda biológica para el recurso besugo en el área y periodo que indica. Ministerio de economía, Fomento y reconstrucción; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 09 de enero de 2012.

Decreto Exento N° 1.284 Establece veda biológica para el recurso orange roughy en área y período que indica. Ministerio de economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 06 de enero de 2012.

Decreto Exento N° 1.592 Prorroga vigencia de pescas de investigación que indica, conforme lo dispuesto en el artículo 1° transitorio de la ley 20.560. Ministerio de economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 17 de enero de 2012.

Decreto Exento N° 37 Establece veda biológica para el recurso orange roughy en área y período que indica. Ministerio de economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 23 de enero de 2013.

Decreto Exento N° 167 Establece veda biológica para el recurso besugo en el área y periodo que indica. Ministerio de economía, Fomento y reconstrucción; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 08 de febrero de 2013

Decreto Exento N° 184 Establece cuota anual de captura para el recurso bacalao de profundidad al norte del paralelo 47° I.s. año 2013. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 03 de febrero de 2013.

Decreto Exento N° 740 Modifica Decreto Exento N° 184 exento, de 2013. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 01 de agosto 2013.

Decreto exento N° 10 Establece veda extractiva para los recursos alfonsino, besugo y orange roughy en área y período que indica del Ministerio de economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 23 de enero de 2014.

Decreto Exento N° 946 Establece cuota anual de captura de la especie bacalao de profundidad en áreas de pesca que indica, año 2016. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 17 de noviembre de 2015



Decreto exento N° 23 Establece veda extractiva para los recursos alfonsino, besugo y orange roughy en área y período que indica del Ministerio de economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 14 de enero de 2016.

Decreto Exento N° 895 Establece cuota anual de captura de la especie bacalao de profundidad en áreas de pesca que indica, año 2017. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 18 de noviembre de 2016

Decreto Exento N°671 Establece cuota anual de captura de la especie bacalao de profundidad en área y periodo que indica, año 2018. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaria de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 9 de noviembre de 2017

de Vlaming, V. (1983), Oocyte developmental patterns and hormonal involvements, among teleosts in control process. J.C. Rankin, T.J. Pitcher and R.T. Duggan (Eds), Control processes in Fish Physiology, Room Helm, London, 298 pp.

Duhamel, G. (1981). Caractéristiques biologiques des principaux espèces de poissons du plateau continental del Iles Kerguelen, Cybium 5, 19-32.

Duhamel, G. (1987). Ichthyofaune des secteurs indien occidental et atlantique oriental de l'océan austral, biogéographie, cycles biologiques et dynamique del populations. Thèse de Doctorat Déstat. Univ. P. et M. Curie 1-687.

Everson, I. (1970). Reproduction in *Notothenia neglecta*. British Antarctic Survey Bulletin, No. 23: 81-92.

Everson, I. (1984). Fish biology. R.M. Laws (ed) Antarctic Ecology, Vol. 2, London: Academic Press, 491-532.

Everson, I., Kock, K., & Parkes, G. (1996). Ovarian development associated with first maturity in three species of Antarctic Channichthyid species. J. Fish. Biol., 49:1019-1026.

Everson, I., & Murray, A. (1999). Size at sexual maturity of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) CCAMLR Science, 6: 37-46.

FAO (2003). The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook. FAO Fisheries Technical Paper. No. 443. Rome, pp.71.



- FAO (2011). Review of the state of World marine fishery resources. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 569. Rome, pp. 334.
- Flores, A., Wiff, R., Diaz, E., & Gálvez, P. (2015). Reproductive biology of female cardinalfish, *Epigonus crassicaudus* de Buen, 1959. J. Appl. Ichthyol. 1-6.
- García, S. (1992). Ocean fisheries management. The FAO programme. En Ocean management in global change (Eds. Fabbri, P.), 381-418.
- Gasco, N., Tixier, P., Duhamel, G. & Guinet, C. (2015). Comparison of two methods to assess losses due to depredation by killer whales and sperm whales on Demersal longlines. CCAMLR Science, Vol. 22: 1-14.
- Hunt, J. (1978). Back-calculation of length-at-age from otoliths for silver hake of the Scotian shelf. ICNAF selected papers (5): 11-17.
- Hunter, J., & Macewicz, B. (2001). Improving the accuracy and precision of reproductive information used in fisheries. Modern approaches to assess maturity and fecundity of warm- and cold-water fish and squids. Institute of Marine Research, Bergen, Norway.
- IMARPE, 2018. Informe sobre el estado de la pesquería del bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides* Smitt 1898), con proyección de captura al 2019. Dirección general de investigación de recursos demersales y litorales, Área funcional de investigaciones de peces demersales, bentónicos y litorales. Instituto del Mar del Perú. 16 p.
- Johannes, R. (1998). The case for data-less marine resource management: examples from tropical nearshore fin fisheries. Trends Ecol. Evol. 13, 10-12.
- Junquera, S., Román, E., Morgan, J., Sainza, M., & Ramilo, G. (2003). Time scale of ovarian maturation in Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*). ICES Journal of Marine Science 60: 767-773.
- Kock, K. (1985). Marine habitats-Antarctic Fish. In BONNER, W.N. & WALTON, D.W.H., eds. Key Environments, Antarctica, Oxford Pergamon Press, 173- 192.
- Kock, K., & Kellermann, A. (1991). Reproduction in Antarctic notothenioid fish: a Review. Ant. Sci., 3 (2): 125-150.
- Koslow, J., Bax, N., Bulman, C., Kloser, R., Smith, A., & Williams, A. (1997). Managing the fishdown of the Australian orange roughy resource. En: Developing and sustaining world fisheries resources (Eds. Hancock, D., Smith, D., Grant, A., Beumer, J.). CSIRO, Melbourne, Australia, 558-562.



- Laptikhovsky, V., Arkhipkin, A., & Brickle, P. (2006). Distribution and reproduction of the Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides* around the Falkland Islands. *J. of Fish Bio.* 68: 849-861.
- Lowerre-Barbieri, S., Brown-Peterson, N., Murua, H., Tomkiewicz, J., Wyanski, D. & Saborido-Rey, F. (2011). Emerging issues and methodological advances in fisheries reproductive biology. *Marine and Coastal Fisheries*, 3 (1): 32-51.
- Ley N°19.713 Establece como medida de administración el límite máximo de captura por armador a las principales pesquerías industriales nacionales y la regularización del registro pesquero artesanal del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. *Diario Oficial de la República de Chile*, 25 de enero del 2001.
- Ley N°19.849 Prorroga la vigencia de la ley N° 19.713, establece un nuevo nivel de patente pesquera industrial e introduce modificaciones a la Ley General de Pesca del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. *Diario Oficial de la República de Chile*, 26 de diciembre del 2002.
- Ley N° 20.657 Modifica en el ámbito de la sustentabilidad de recursos hidrobiológicos, acceso a la actividad pesquera industrial y artesanal y regulaciones para la investigación y fiscalización, la ley general de pesca y acuicultura contenida en la Ley N°18.892 y sus modificaciones. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. *Diario Oficial de la República de Chile*, 09 de febrero de 2013.
- Lorenzen, K., & Enberg, K. (2002). Density-dependent growth as a key mechanism in regulation of fish populations: evidence from among-population comparisons. *Proc. R. Soc.* Vol. 269, 49-54.
- Marshall, N. (1953). Egg size in artic, Antarctic and deep-sea fishes. *Evolution*, 7: 328-341.
- Moreno, C., Rubilar, P., y Zuleta, A. (1997). Ficha técnica del bacalao de profundidad. Document WG-FSA-9 7/42. CCAMLR, Hobart, Australia: 15 pp
- Moreno, C., Hucke-Gaete, R., y Arata, J. (2003). Interacción de la pesquería del bacalao de profundidad con mamíferos y aves marinas. (FIP 2001-31). *Inf. Final*, U. Aust. Chile, 82 p.
- Moyano, G., Cerna, F., Ojeda, V., & Plaza, G. (2019). Validation of the first annulus and growth model fit for the cardinalfish (*Epigonus crassicaudus*). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*.



- North, A. y White, M. (1987). Reproductive strategies of Antarctic fish. Stockolm: Proceedings of the V Congress European of Ichthyology, 381-390
- North, A. (1991). Review of the early life history og Antarctic notothenioid fish. G. di Prisco, G. Maresca y B. Tota (Eds) en: Biology of Antarctic Fish. Berlin: Springer, 70-86.
- North, A. (2001). Early life history strategies of notothenioids at South Georgia. J. of Fish Bio. 58 (2): 496-505.
- Ojeda, V. y R. Bravo. 2019. Edad merluza negra / bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides*. Muestreo piloto. En: "Convenio de Cooperación Científica Técnica entre el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) Chile y el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero de Argentina (INIDEP)". Sección Edad y Crecimiento Reg. 2019 - I-D04.
- Oyarzún, C., Gacitúa, S. Araya, M., Cubillos, L., Galleguillos, R., Pino, C., ... y Lamilla, J. (2003). Monitoreo de la pesquería artesanal de bacalao de profundidad entre la VIII y XI Regiones. Informe Final, Proyecto FIP 2001-16, 222.
- Peña Torres, J. (2002). Debates sobre Cuotas Individuales Transferibles: ¿Privatizando el Mar? ¿Subsidios? o ¿Muerte Anunciada de la Pesca Extractiva en Chile?", Estudios Públicos 86: 183- 222
- Permitin, Y. (1974). Fecundity and reproductive biology of icefish (Chaenichthidae) of the Scotia Sea (Antartica). J. of Ich. 13: 204-215.
- Rideout, R., Rose, G., & Burton, M. (2005). Skipped spawning in female iteroparous fishes. Fish and Fisheries 6: 50-72.
- Roa, R., Ernst, B., & Tapia, F. (1999). Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. Fish. Bull. 97: 570-580.
- Roberts, C. (2000). ¿Why does fishery management so often fail? En: Science and Enviromental Decision Making (Eds. Huxham, M. y Sumner, J.), 170-192, Prentice Hall.
- Roberts, C. (2002). Deep Impact: the rising toll of fishing in the deep sea. Trends. Ecol. Evol. 17, 242-245.
- Roche, C., Guinet, C., Gasco, N., & Duhamel, G. (2007). Marine mamals and Demersal longline fishery interactions in Crozet and Kerguelen exclusive economic zones: an assessment of depredation levels. CCAMLR Science, Vol. 14: 67-82.



- Rose, K., Cowan, J., Winemiller, K., Myers, R., & Hillborn, R. (2001). Compensatory density-dependence in fish populations: importance, controversy, understanding and prognosis. *Fish Fish.* 2, 293-327.
- Rubilar, P., Zuleta, A., Balbontín, F., y Troncoso, P. (2010). Bases para un programa colaborativo de monitoreo científico en la pesquería del bacalao. *PESCA DE INVESTIGACION BACALAO 2009. Informe Primera Etapa.* Centro de Estudios Pesqueros S.A. 47 p.
- Saborido-Rey, F., & Junquera, S. (1998). Histological assessment of variations in sexual maturity of cod (*Gadhus morua*) at Flemish Cap (North West Atlantic). *ICES Journal of Marine Science*, 55: 515-521.
- Shandikov, G., & Faleeva, T. (1992). Features of gametogenesis and sexual cycles of six notothenioid fishes from East Antarctica. *Polar Biology*, 11: 615-621.
- Sinclair, M. (1988). *Marine Population. An essay on population regulation and speciation.* University of Washington Press, Seattle: 252 p
- Stearns S., & Koella, J. (1986). The evolution of phenotypic plasticity in life-history traits: prediction of reaction norms for age and size maturity. *Evolution* 40:893-913.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura Subpesca (2020). Estado de situación de las principales pesquerías chilenas, 2019.
- Sutinen, J., & Sobol, M. (2003). The performance of fisheries management systems and the ecosystem challenge. En: *Responsible fisheries in the marine ecosystem* (Eds. Sinclair, M. y Valdimarsson, G.), .291-309p. Rome, Italy y Wallingford, UK. FAO and CAB international.
- Tascheri, R., Canales, C., Céspedes, R., y Chong, L. (2014). Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2015: Bacalao de profundidad, (Documento Técnico Consolidado, Convenio de Desempeño 2014, Subsecretaría de Economía y EMT). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero. 2015. IFOP. 247 p.p.
- Tascheri, R. y C. Canales. 2016. Informe estatus convenio de desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016: Bacalao de profundidad, 2016. Requirente: Subsecretaría de economía y EMT. Ejecutor: IFOP



- Tascheri, R. (2018). Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2018: Bacalao de profundidad, 2018. IFOP. 153 p.p.
- Tascheri, R., (2020). Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2020: Bacalao de profundidad, 2020 (Documento Técnico Consolidado, Convenio de Desempeño 2019, Subsecretaría de Economía y EMT). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- Tixier, P., Gasco, N., Duhamel, G., & Viviant, M. (2010). Interactions of patagonian toothfish fisheries with killer and sperm whales in the Crozet Islands exclusive economic zone: an assessment of depredation levels and insights on posible mitigation strategies. CCAMLR Science, Vol. 17: 179-195.
- Tixier, P. (2012). Déprédation par les orques (*Orcinus orca*) et les cachalots (*Physeter macrocephalus*) sur les palangriers à la légine australe dans la ZEE de l'archipel de Crozet. Thèse de Doctorat Université d'Aix Marseille II. 367 pp
- Tripple, E., & Morgan, M. (1997). Estimation of stock reproductive potential: History and challenges for Canadian Atlantic gadoid stock assessments. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, 25: 61-81.
- Van der Molen, S., & Matallanas, J. (2004). Reproductive biology of female Antarctic spiny plunderfish *Harpagifer spinosus* (Notothenioidei: Harpagiferidae), from îles Crozet. Antarctic Science 16 (2): 99-105.
- Von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II). Humana biology 10, 181-213.
- Welch, D., & Foucher, R. (1988). A maximum likelihood methodology for estimating length at maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) population dynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45:333-343.
- Yefremenko, V. (1982). Atlas of fish larvae of the Southern Ocean. Cybium, 7 (2): 1-74.
- Young, Z., Robotham, H., y Gili, R. (1996). Evaluación de la pesquería y del stock de bacalao de profundidad al sur del paralelo 47°S., 1996. (FIP 1994-10.)
- Young, Z., Oliva, J., Olivares, A., y Diaz, E. (1999). Aspectos reproductivos del recurso bacalao de profundidad en la I a X Regiones. (Informe Final Proyecto FIP 97-16: 1-51).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaiso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl