



INFORME TÉCNICO FINAL

Convenio de Desempeño 2021
Programa de Seguimiento de las principales pesquerías
nacionales, año 2021. Pesquerías Demersales
y de aguas Profundas

Sección VI: Pesquería de Bacalao de Profundidad

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Julio-2022



INFORME TÉCNICO FINAL

Convenio de Desempeño 2021
Programa de Seguimiento de las principales Pesquerías
Nacionales, año 2021. Pesquerías Demersales
y de Aguas Profundas

Sección VI: Pesquería de Bacalao de Profundidad

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Julio-2022

REQUIRENTE

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

Subsecretaria de Economía y EMT
Javiera Petersen Muga

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Gonzalo Pereira Puchy

Jefe División Investigación Pesquera
Sergio Lillo Vega

JEFE DE PROYECTO

Patricio Gálvez Gálvez



SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Julio 2022

AUTORES

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

COLABORADORES

Luis Adasme Martínez
Jessica González Arancibia
José Pérez Soto
Nilsson Villarroel Urtubia
Alicia Gallardo Gómez
Alejandra Valdebenito Díaz

PRESENTACIÓN DEL INFORME

En el marco del Convenio de Desempeño 2021 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 principales pesquerías nacionales, año 2021. Pesquerías demersales y de aguas profundas”, se editó en seis secciones independientes. Este documento reporta la Sección VI: Pesquería de Bacalao de profundidad. 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 Bacalao de profundidad**



ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE GENERAL	I
1. RESUMEN EJECUTIVO.....	1
2. INTRODUCCI3N.....	5
3. OBJETIVOS.....	8
3.1 Objetivo general.....	8
3.2 Objetivos específcos	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 interacci3n 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	25
5.1.3 Indicadores ecosistémicos	36
5.1.4 Análisis y discusi3n de la pesquería.....	39
5.1.5 Diagn3s y perspectivas	43
5.2 Pesquería artesanal de bacalao de profundidad	46
5.2.1 Indicadores pesqueros.....	46
5.2.2 Indicadores biológicos	52
5.2.3 Indicadores ecosistémicos	60
5.2.4 Análisis y discusi3n de la pesquería.....	63
5.2.5 Diagn3s y perspectivas	67
5.3 Pesquería de orange roughy	69
5.4 Pesquería de alfonsino.....	69
5.5 Pesquería de besugo.....	69
5.5.1 Indicadores pesqueros.....	69
5.5.2 Indicadores biológicos	72
5.5.3 Análisis y discusi3n de la pesquería.....	84
5.5.4 Diagn3s y perspectivas	86
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

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 2021. 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 2021 el sector industrial fábrica en el área licitada ($47^{\circ}00' - 57^{\circ}30' S$) desembarcó un total de 1.275 t con la operación de 5 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 2014. Si bien persiste 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 que en los últimos años el rendimiento de pesca nominal ha tendido a un gradual aumento, junto con un cambio a una estructura bimodal de la talla de las capturas (una moda juvenil en los 70 cm y otra moda adulta en los 120 cm).

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. En el periodo 2016-2021, las estimaciones de depredación fluctuaron un 18% y 42%. Para la muestra de viajes monitoreados el 2019, 2020 y 2021 la captura depredada se estimó en 65 t, 93 t y 66 t, respectivamente, cifras importantes por la pérdida económica que significa y por su incidencia en la estimación de la mortalidad por pesca.

De acuerdo con los indicadores biológicos, se mantuvo el predominio de los machos en las capturas. El análisis del proceso reproductivo registró el desarrollo de eventos de desove hacia la temporada otoño-invierno (junio-agosto), principalmente al sur del paralelo $54^{\circ} S$.

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

Para el 2021 la autoridad pesquera estableció una cuota de captura de 1.791 t a ser extraídas en todo el territorio marítimo nacional localizado al norte del paralelo 47° LS, de las cuales, 35 t se reservaron para investigación y 7 t. para capturas como fauna acompañante, lo que dejó un remanente de 1.749 t. como pesca objetivo. El desembarque anual para la temporada registró un consumo del 94% de la cuota asignada para este sector en el Área de la Pesquería Artesanal (APA). Por su parte, el desembarque a partir de actividades realizadas en el área licitada fue de 168 t. Todo esto significó una recuperación importante de la pesquería respecto de lo observado en el 2020.

La mayor cantidad de información monitoreada proviene de las zonas 1 y 2, y una menor representación de las zonas 3 y 4, lo que es consistente con los niveles de operación de la flota pesquera. Conforme a la reactivación de la pesquería en el 2021, el monitoreo de las actividades dio cuenta del registro de 232 viajes de pesca, con una captura total de 610 t desembarcadas. En el contexto anual, las coberturas del monitoreo, en términos de viajes y de captura, fueron de 38% y 33%, respectivamente, superiores en ambos casos respecto de la temporada anterior.

Los resultados operacionales monitoreados —analizados a través del rendimiento de pesca— mostraron una tendencia incremental para las zonas del área de la pesca artesanal (APA), cuyo patrón se ha observado desde el año 2019. Por su parte, en la zona de pesca 4 (área licitada), el rendimiento de pesca se mantuvo en un valor estadísticamente similar a lo registrado en las temporadas 2017 y 2020, pero inferior a lo obtenido en el resto de los años de la serie 2015-2019.

El levantamiento de datos para la composición de tallas en el 2021 resultó exitoso en las zonas de pesca 1 y 2, mientras que en las zonas 3 y 4 (área licitada) el desempeño del muestreo fue menor. La composición de tallas de las capturas presentó las características típicas en la flota artesanal, con una distribución con una asimetría positiva en todas las zonas, con modas situadas por debajo de la talla de madurez sexual de 110 cm LT. Es importante notar que la representación de adultos en las composiciones de tallas en las zonas 1, 3 y 4 fue menor respecto de lo registrado en el 2020.

La proporción de hembras de bacalao de profundidad en las capturas artesanales señaló una representación mayoritaria con un valor medio en torno al 60% de la captura en la zona 2 y un 72% en la zona 1. El IGS tuvo un valor medio en torno al 0,4%, lo que es señal de un nivel bajo de desarrollo gonadal de las hembras.

El registro de los precios de comercialización (precio playa), dio cuenta de valores medios anuales entre \$8.900 (zona 1) y \$10.500 (zona 3). Para el segundo semestre este indicador se incrementó sustantivamente, hasta alcanzar precios desde \$8.300 hasta \$11.400 por kilogramo. En general, el costo medio de operación por viaje en la zona 2 fue de 4,5 millones de pesos. Con todo, la pesquería artesanal de bacalao de profundidad en el 2021 evidenció una recuperación importante hacia el segundo semestre de la temporada, reforzada por una tendencia incremental del rendimiento de pesca e impulsada por una mayor demanda y el consecuente aumento de los precios en playa.



BESUGO

La totalidad de la captura de besugo se caracterizó por ser en calidad de fauna acompañante en las operaciones de pesca sobre merluza común y merluza de cola, dadas las restricciones establecidas por la veda extractiva que impera sobre el recurso dentro de la unidad de pesquería. Durante la temporada 2021 la cifra oficial de desembarque alcanzó las 77 toneladas, y se posicionó como la cifra más alta luego de la entrada en vigencia de las vedas biológicas y extractivas. 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, área que en reiteradas oportunidades ha demostrado un elevado grado de interacción con el recurso.

La captura monitoreada registró un incremento en torno al 116% en relación con la temporada anterior, toda vez que las tendencias de esfuerzo y rendimiento de pesca registraron patrones temporales similares a los observados durante la temporada 2020. La composición de tallas registrada durante la presente temporada presentó la conformación de una moda en torno a los 29 cm LH, mientras que la fracción de ejemplares adultos en torno a los 35 cm LH disminuyó en relación al periodo anterior, con lo cual la talla media de las capturas permaneció prácticamente invariable y la proporción de ejemplares bajo talla de referencia disminuyó notoriamente. No obstante, estos resultados deben ser analizados con cautela debido a que los datos provienen de actividades de pesca dirigidas a otros recursos, por lo que no reflejan necesariamente la condición de stock.

En relación con la condición reproductiva del recurso, fue posible evidenciar el desarrollo de la actividad principalmente durante la temporada otoñal, no obstante que la temporalidad del proceso de desove estuvo fuertemente influenciada por el tamaño de los ejemplares participantes y la batimetría. La estimación de la ojiva de madurez a la talla obtenida a partir de la escala macroscópica arrojó un valor de $L_{50\%}$ de 24,3 cm LH para sexos combinados, no obstante que esta leve disminución con respecto a la temporada 2020 no fue concordante con el estimado realizado a la edad, el cual alcanzó el valor más bajo de la serie histórica analizada.

A partir de la cifra oficiales de desembarque en la pesquería industrial, se pudo evidenciar un incremento mayor al 50% del desembarque total en número de ejemplares, el cual para la presente temporada alcanzó los 224.560 individuos. Al respecto, la composición de edades de las capturas de besugo experimentó una expansión con respecto a las edades que representa la población sobre un 5%, toda vez que, durante el 2021, toda vez que en machos el desembarque se sustentó principalmente por los grupos de edad entre los 4 a 20 años, rango mayor a la presentado el 2020 (4 a 16 años). Para el caso de las hembras, los grupos de edad con aporte $\geq 5\%$ son entre 4 a 24, aportando en total un 86,39% de las capturas de hembras. No obstante, estos resultados, los grupos modales todavía se encuentran en torno a los GE IV y VIII, aspecto que guarda relación con la lenta recuperación que presenta el 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 & Soboi, 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; Decreto exento. N° 3 del 2021, 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) (2022), de los 11 recursos demersales de interés comercial, 7 se encuentran en estado de sobreexplotación (congrío dorado, merluza común, merluza del sur, bacalao de profundidad, reineta, raya volantín y jibia) y 4 en estado de colapso o agotados (merluza de tres aletas, merluza de cola, alfonsino y besugo), 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 llevado a cabo por el Instituto de Fomento Pesquero IFOP denominado “Programa de Seguimiento de las principales Pesquerías Nacionales, año 2021 Pesquerías Demersales y de Aguas Profundas”, tiene por encargo del Estado de Chile, el proporcionar información científico técnica relevante para la toma de decisiones de manejo en recursos que abarcan las actividades pesqueras extractivas sobre la plataforma continental, Talud y al interior de la zona económica exclusiva (Z.E.E) del país. Este trabajo se materializa en diversas instancias de colaboración, además del presente documento denominado Sección VI: Pesquería de aguas profundas, el cual reporta los principales indicadores biológicos y pesqueros de los recursos bacalao de profundidad, orange roughy, alfonsino y besugo.

3.

OBJETIVOS



3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Realizar el levantamiento y análisis de la información de las principales pesquerías demersales y de aguas profundas 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, ordenamiento y manejo 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 pesqueros y sus variaciones espacio-temporales, 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 espacio-temporales, así como los factores determinantes de su desempeño.
- 3.2.3 Caracterizar y analizar en forma integral la fauna acompañante, el descarte y la captura incidental asociada a estas pesquerías, considerando la estimación de indicadores y de sus variaciones espacio-temporales.

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 denominado "*Informe Técnico Final: Informe 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 desde el 2010 a la fecha (Decretos Exentos N° 1.962 del 2009; N°1.470 del 2010; N°04 del 2012, N°167 del 2013, N°10 del 2014, N°23 de 2016 del Minecon), vedas que en el caso de los últimos dos recursos señalados fueron prorrogadas hasta 2025, atendiendo a los requerimientos del principio precautorio (D. Ex. N° 03 de 2021). 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). Para la definición del área o zonas de análisis en el sector artesanal se consideraron las características operacionales de la flota que realiza actividades sobre el recurso, los rendimientos de pesca y las composiciones de tallas de las capturas. Así, se establecieron tres zonas en el Área de la Pesquería Artesanal (APA) y una adicional correspondiente al área licitada, todas definidas de la siguiente manera: zona 1, desde el límite norte del país a los 30° L.S; zona 2, entre los 30°01' - 41°L.S; zona 3, entre 41°01' - 47° L.S. Asimismo, se denominó al área ubicada al sur del 47°LS (área licitada), como zona 4. En cuanto a los análisis del sector industrial se consideró como zona de estudio la denominada "área licitada" entre los 47° y 57°30' L.S.



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 las siguientes flotas:

Sector	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 2021, 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" (cono) 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 modificaciones menores 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 mantenido constante y se ha intensificado afectando sus capturas y rendimientos de pesca.



En este sentido, la interacci3n de mamíferos marinos en esta pesquería afecta directamente en los valores de capturas y rendimientos de pesca, lo que incorpora incertidumbre a la informaci3n. Así, el propósito de abordar la estimaci3n de la depredaci3n al viaje de pesca tiene como principal objetivo reconocer la variabilidad que existe en la estimaci3n producto de diversos factores asociados a la pesca propiamente tal, entre ellos, la operaci3n, el poder de pesca, experiencia del patr3n, tácticas de evitamiento de la interacci3n, zonas de pesca, temporalidad, presencia de mamíferos y su cantidad entre otros.

El resultado de este trabajo tiene como objetivo principal generar indicadores de la interacci3n de los mamíferos en la pesquería de bacalao de profundidad, basado en el siguiente enfoque metodol3gico.

a) Enfoque metodol3gico

Los datos empleados para generar los indicadores de la interacci3n de mamíferos se basaron en los registros indicados en las bitácoras de pesca por los observadores científicos (OC) de IFOP durante el viaje de pesca de una nave palangrera fábrica; en donde fueron recopilados -entre otros- los siguientes datos, como el barco, viajes, lances, captura, esfuerzo de pesca, presencia de la interacci3n con mamíferos e identificaci3n 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 depredaci3n de la captura por parte de mamíferos (orca y cachalotes). Al respecto, Tixier *et al.* (2010) describieron una gran variaci3n en la tasa de depredaci3n de los mamíferos en la captura y sugieren que es debido a factores operativos de la pesca, los cuales influyen en la estimaci3n de la depredaci3n (D) y en consecuencia en la estimaci3n de la captura perdida (C_p) de bacalao de profundidad por mamíferos. Roche *et al.* (2007), Tixier *et al.* (2010); Tixier (2012) y Gasco *et al.* (2015) sugieren que la forma de estimar la depredaci3n de mamíferos (D) al viaje de un barco se basa en la estimaci3n de la diferencia entre los rendimientos de pesca con ausencia de mamíferos versus los rendimientos con presencia de mamíferos. Luego, la estimaci3n de depredaci3n es un estudio en desarrollo. En el presente informe se propone la estimaci3n propuesta (D₂) 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 continuaci3n, se entrega el procedimiento de estimaci3n de la depredaci3n (D₂), considerando el rendimiento de pesca perdido por depredaci3n de mamíferos al viaje, que se obtuvo de la diferencia de la cpue con ausencia de mamíferos y la cpue con presencia de mamíferos.:

$$Cpue_{p \text{ viaje}} = Cpue_{aus \text{ viaje}} - Cpue_{mam \text{ viaje}} \quad \text{Ecuaci3n 1}$$



Donde:

- C_{puep} viaje : Rendimiento de pesca (gramos/número de barandillos, g/bar.) perdido (ρ) en el viaje.
 C_{pueaus} viaje : Rendimiento de pesca (gramos/número de barandillos, g/bar.) con ausencia de mamíferos en el viaje.
 C_{puemam} viaje : Rendimiento de pesca (gramos/número de barandillos, g/bar.) 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:

$$C_{pueaus \text{ viaje}} = \frac{\sum_{l=1}^L C_{aus \ l}}{\sum_{l=1}^L E_{aus \ l}} \quad \text{Ecuaci3n 2}$$

$$C_{puemam \ \text{viaje}} = \frac{\sum_{l=1}^L C_{mam \ l}}{\sum_{l=1}^L E_{mam \ l}} \quad \text{Ecuaci3n 3}$$

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 depredaci3n (D_2 , ecuaci3n 2) resultaría del cuociente entre el rendimiento perdido de la captura de bacalao (ecuaci3n 1) y el rendimiento de pesca con ausencia de mamíferos, como se indica a continuaci3n

$$D_2 = \frac{C_{puep \ \text{viaje}}}{C_{pueaus \ \text{viaje}}} \quad \text{Ecuaci3n 2}$$

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

$$C_{2p} = c_{puep \ \text{viaje}} * E_{mam} \quad \text{Ecuaci3n 3}$$

La captura total del viaje se estimó basada en la ecuaci3n 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:

$$C_{2t} = (C_{2p} + C_{mam}) + C_{aus} \quad \text{Ecuaci3n 4}$$

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 industrial
- d) Distribución espacio temporal de la operación de la flota (esfuerzo)
- e) Rendimiento de pesca
- f) Antecedentes del descarte de bacalao de profundidad

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) Índice gonadosomático (IGS)
- b) Estados de madurez sexual (EMS)
- 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) Serie histórica

5.1.3 Indicadores ecosistémicos

- a) Interacción con mamíferos marinos
- b) Indicadores de fauna acompañante

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 fábrica en aguas chilenas entre 2016 y 2020 estuvo entorno a las 1.300 t promedio, mientras que durante el 2021 esta cifra ascendió a las 1.467 t (**Figura 1** y **Tabla 1**), pese a que durante dicha temporada la cuota global anual de captura descendió aproximadamente en un 10% con respecto al 2020 (2.207 t y 1.991 t en 2020 y 2021, respectivamente) (**Tabla 2**). En la temporada 2021, el desembarque de esta flota industrial representó aproximadamente el 44% del desembarque de aguas chilena.

Tabla 1

Desembarque industrial por flota anual en territorio nacional y en aguas internacionales, años 2012 - 2021.

Año	Flota (t)		Total Aguas chilenas (t)	Aguas Internacional (t)	Total País (t)
	Industrial hielero	Industrial fábrica			
2012		2.064	2.383	209	4.656
2013		1.558	2.128	404	4.090
2014		1.280	1.036	375	2.691
2015		1.609	1.117	2.726	3.768
2016	32	1.721	1.301	2.217	5.271
2017	64	1.946	1.301	2.806	6.117
2018	70	1.540	1.083	2.774	5.467
2019	58	1.571	1.458	1.819	4.906
2020	48	803	1.209	816	2.876
2021	11	1.850	1.467	728	4.056

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

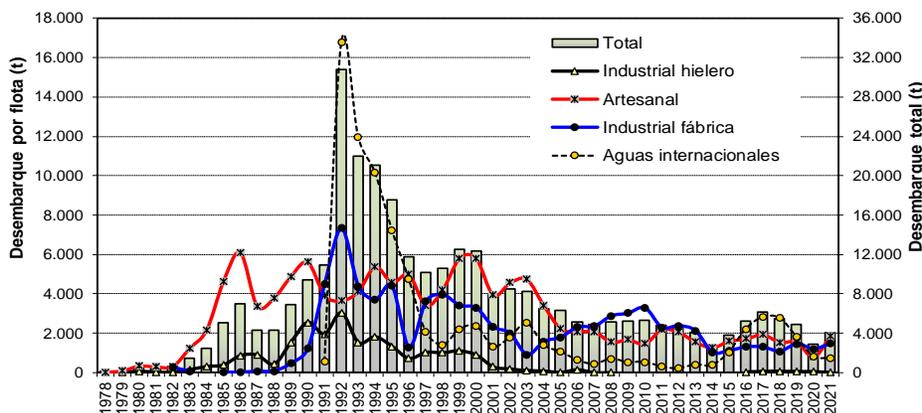


Figura 1 Desembarque anual (t) de bacalao de profundidad a nivel país según el tipo de flota, periodo 1978 - 2021. Fuente: Elaboración propia a partir de datos Sernapesca.

**Tabla 2**

Cuotas de captura anuales de bacalao de profundidad para el 1rea licitada. Per3odo 2001-2021.

Area licitada (AL): Unidad de pesquer3a al sur 47° S.					
Año	Total cuota captura (t)	Investigaci3n (t)	Cuota objetivo (t)	Cuota Industrial (*) efectiva (t)	% Cuota Industrial (*) efectiva/Objetivo
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	15	1.337	1.136	85,0
2016	1.656	20	1.636	1.309	80,0
2017	1.929	24	1.905	1.409	73,9
2018	1.902	22	1.880	1.326	70,5
2019	2.248	40	2.208	1.452	65,8
2020	2.207	40	2.167	1.385	63,9
2021	1.991	40	1.951	1.317	67,5

Nota (*) comprende cuota de captura efectiva seg3n Sernapesca de los armadores con flota palangrera f1brica. Fuente: Elaboraci3n propia a partir de datos Sernapesca.

Es importante se1alar, que la cuota de captura anual fijada por Subpesca (Decretos Exentos) no es la captura real efectiva que se controla finalmente. La cuota captura anual efectiva depende de la cantidad que los usuarios adquieran, mediante subasta, parte de la captura anual. En los 3ltimos a1os, se ha observado que los armadores industriales adquieran aproximadamente entre un 64% y 68% de la captura anual del recurso (**Tabla 2**). Luego, la captura efectiva es un valor inferior respecto de la cuota captura del Decreto, sobre la cual Sernapesca controla a los usuarios su consumo durante el a1o en ejercicio (web Sernapesca.cl).

b) Tama1o de la flota

Durante el periodo 2010–2021, el n3mero de naves industriales descendió de 12 a 5 barcos palangreros f1bricas (**Figura 2**), lo cual evidencia una salida de 7 naves de la pesquer3a en 10 a1os. Esta disminuci3n de la flota industrial generar3a una menor presi3n de pesca al recurso.

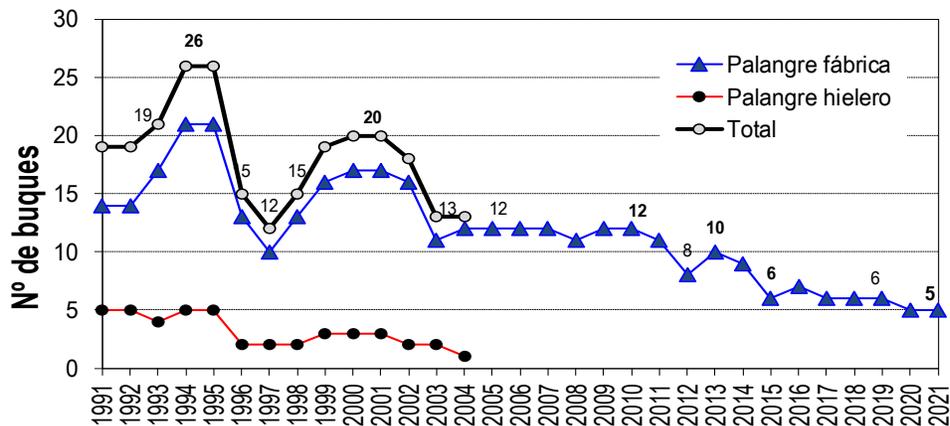


Figura 2 Número de naves anuales en la flota palangre bacaladera por tipo de buque. Período 1991-2021. Fuente: elaboración propia a partir de datos Sernapesca.

c) Desembarque industrial

Durante la temporada 2021, el desembarque total en el área licitada (al sur paralelo 47° L.S.) fue de 1.407 t, cifra a la que aportó la flota industrial con 1.275 t (valor superior al año 2020 de 1.209 t **Figura 3 y Figura 4**). Particularmente, la flota industrial fábrica en el 2021 alcanzó un nivel de consumo de 98%, respecto de la cuota efectiva de 1.317 t (**Figura 4**), superando lo registrado el 2020 (87% de consumo de la cuota efectiva). Lo anterior, contrasta con el bajo consumo del sector artesanal respecto de la cuota efectiva en el área licitada; en donde el consumo del año 2021 fue de 55% (182 t de desembarque).

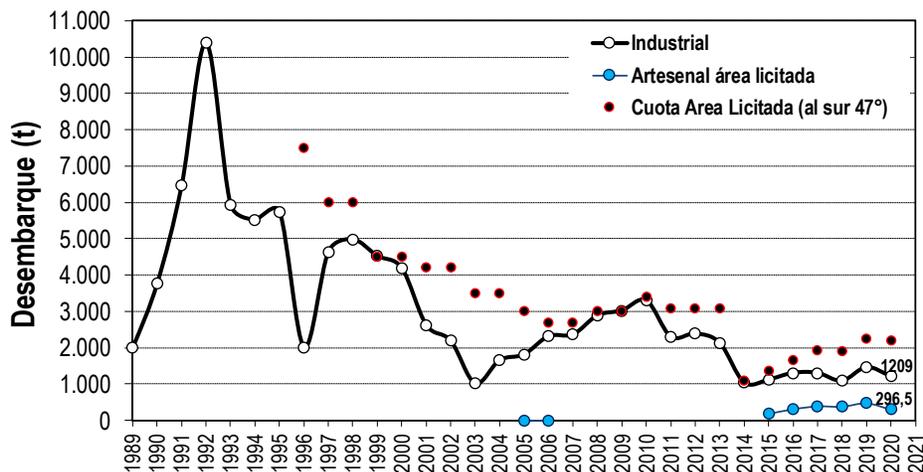


Figura 3 Desembarque (t) de bacalao de profundidad en el área licitada (al sur 47°S) por sector (industrial y artesanal) y los valores de la cuota de captura (t) asignadas por decreto Subpesca. Fuente: elaboración propia a partir de datos Sernapesca.

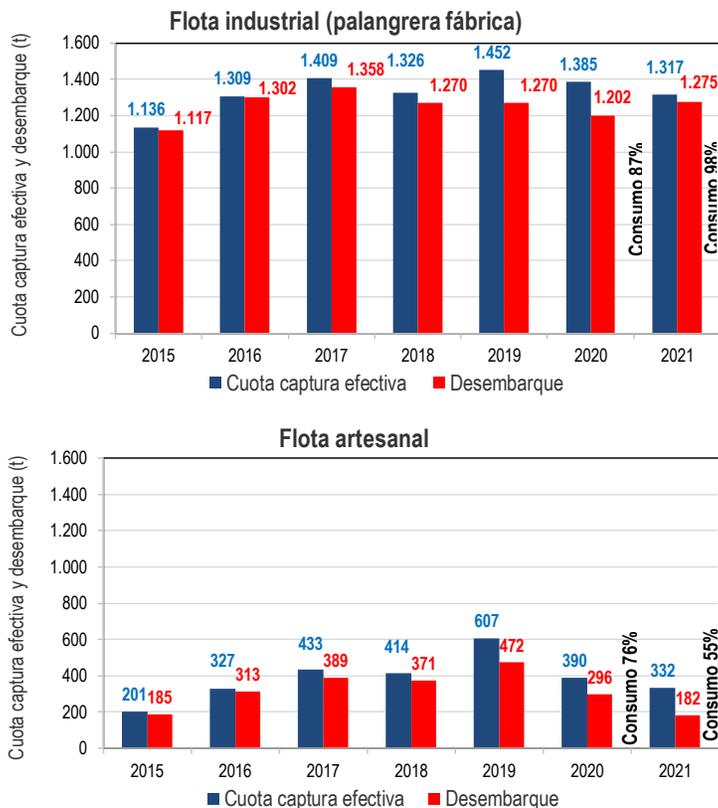


Figura 4 Desembarque (t) de bacalao de profundidad en el 3rea licitada (47°-57°S) por flota y cuota de captura efectiva (t). Per3odo 2015-2021. Fuente: elaboraci3n propia a partir de datos Sernapesca.

Como ha sido habitual en los 3ltimos a3os, los mayores niveles mensuales de desembarques de bacalao de profundidad en la flota industrial se registraron durante el primer semestre (enero-junio), no obstante que se debe tener presente la veda establecida sobre el recurso entre junio y agosto al sur de los 53° L.S. Estos resultados contrastan hist3ricamente con las operaciones de pesca realizadas durante el 2002 y con anterioridad a dicho periodo, en donde los mayores niveles de desembarque fueron registrados durante la segunda temporada (septiembre-diciembre) (**Figura 5**).

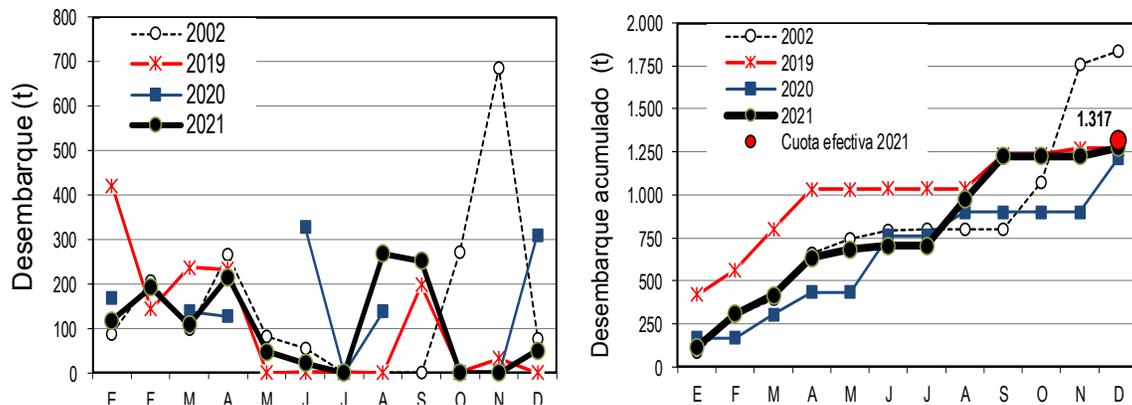


Figura 5 Distribuci3n mensual del desembarque industrial (oficial) y desembarque acumulado (t) de bacalao de profundidad en el 1rea licitada, a1os 2002; 2019, 2020 y 2021. Fuente: elaboraci3n propia a partir de datos Sernapesca. Nota: se incluye la cuota de captura anual efectiva para el grafico de desembarque acumulado.

d) Distribuci3n espacio temporal de la operaci3n de la flota (esfuerzo)

Durante el a1o 2019 y 2021 la distribuci3n espacio temporal del esfuerzo de pesca (n1mero de barandillos) de la flota industrial confirm3 la concentraci3n de la operaci3n en el 1rea al sur del paralelo 55° S (**Figura 6**), especialmente en los 55° y 56° L.S. (aleda1o al l1mite con Argentina). 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 habr1a manifestado de manera notoria a partir del 2011 (C3spedes *et al.*, 2015; 2017 y 2019).

Cabe recordar que en el 2017 fue descrita la modificaci3n al palangre cachalotero (C3spedes *et al.*, 2018), la cual consisti3 en la incorporaci3n de una extensi3n de malla en la boca del cono con el objeto de encerrar la captura de forma m1s efectiva y as1 lograr proteger la pesca de la depredaci3n por parte de orcas y cachalotes. Esta modificaci3n se incorpor3 de manera definitiva a comienzos de la segunda temporada de pesca de 2017 (septiembre-diciembre), estableci3ndose su uso de manera regular en las operaciones de pesca de la flota palangrera hasta la actualidad. No obstante, este cambio de tipo de palangre no ha significado -en gran medida- un cambio en el patr3n de distribuci3n de la operaci3n de pesca por parte de la flota industrial, como se describi3 anteriormente.

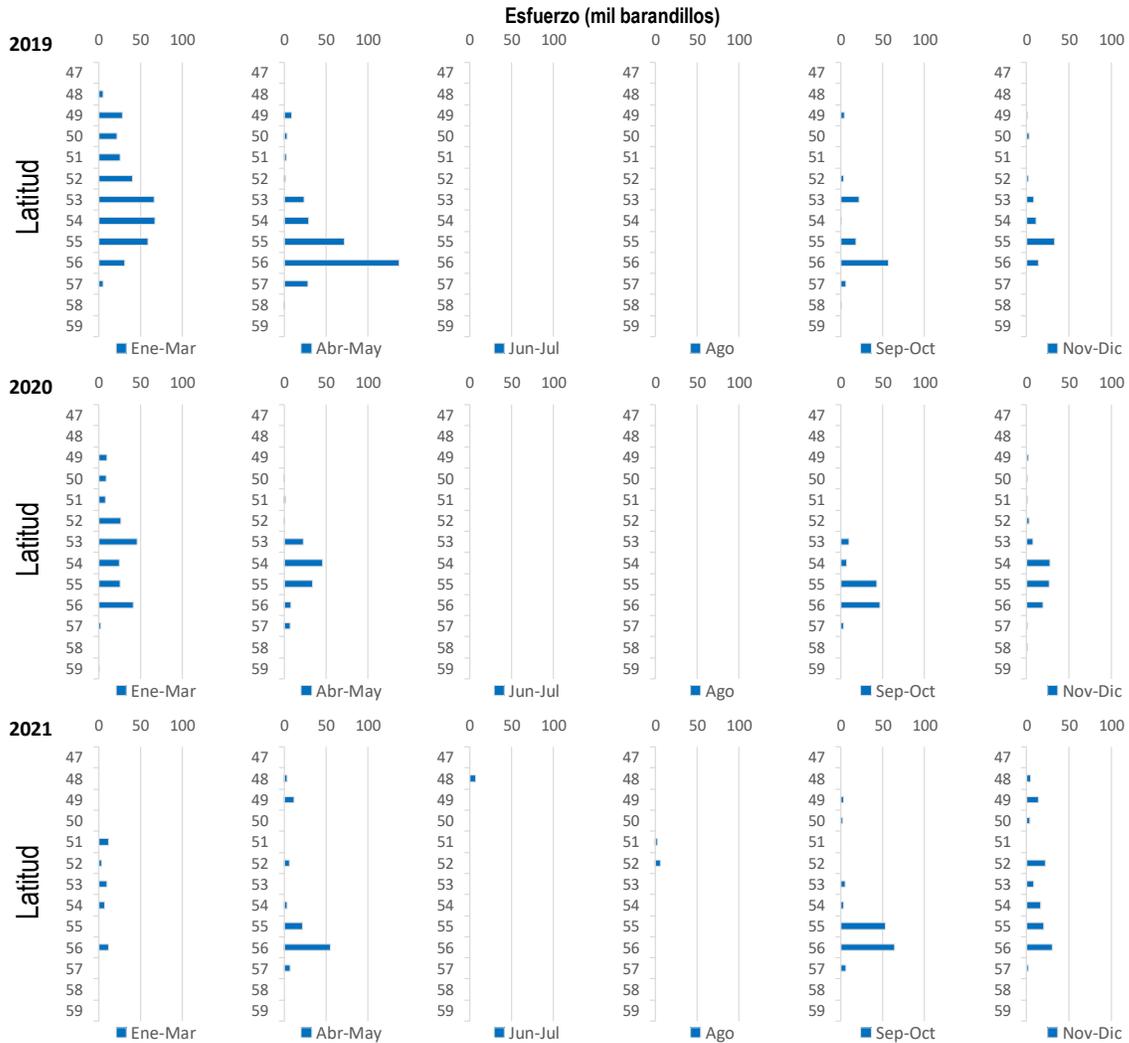


Figura 6 Distribuci3n del esfuerzo de pesca (miles de barandillos) en bacalao de profundidad por periodos mensuales y rango de latitud, periodo 2019 - 2021. Fuente IFOP.

e) Rendimiento de pesca

Entre el 2013 y 2021 el rendimiento de pesca (nominal) experiment3 un incremento gradual, desde 975 (g/bar.) a 1.874 (g/bar.), respectivamente (**Figura 7**). Esta tendencia gradual habr3a propiciado el consumo de las cuotas de captura efectiva, a pesar de la existencia de la depredaci3n de la captura por parte de mam3feros (orcas y cachalotes).

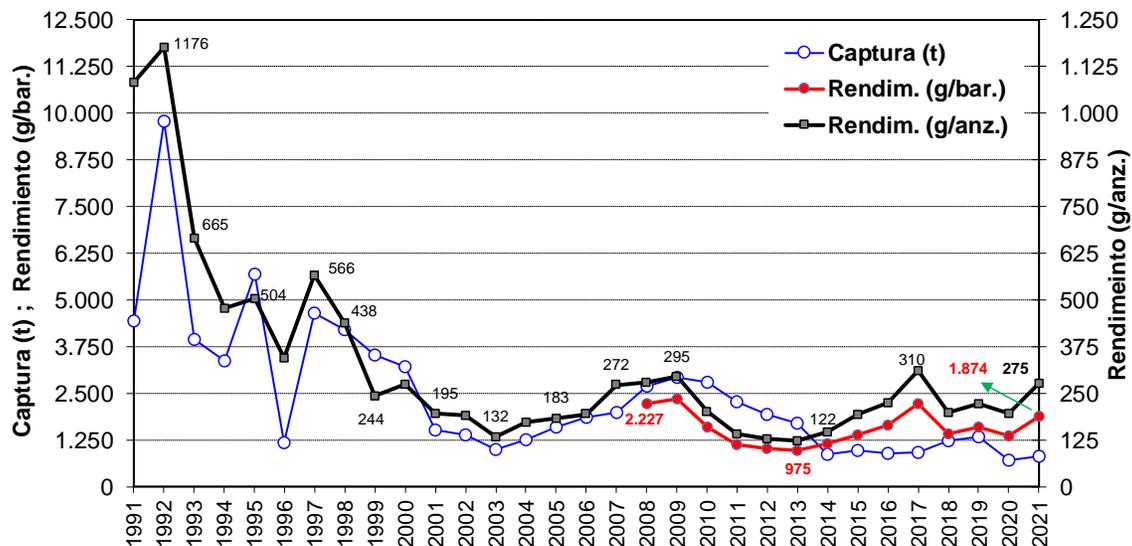


Figura 7 Distribución de la captura (t), rendimiento de pesca por anzuelo (g/anz.) y por barandillo (g/bar.) de bacalao de profundidad en la flota palangrera bacaladera en el área de licitada. Serie histórica 1991 - 2021. Fuente: IFOP.

f) Antecedente de descarte en bacalao de profundidad

Los antecedentes de descarte en bacalao de profundidad en la flota palangrera fábrica -que a continuación se presentan de manera complementaria a los resultados del presente informe- (**Tabla 3**) corresponden a la recopilación de resultados y conclusiones del estudio de descarte de la pesquería para los años 2018, 2019 y 2020 descrito por Bernal *et al.* (2019, 2020 y 2021). El detalle de la metodología empleada, coberturas y estimaciones, además de pesca incidental de aves y mamíferos se reporta en los informes técnicos correspondientes.

Durante el 2018, 2019 y 2020 los valores 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 han tendido a una disminución de 4,2% y 1,6 % (**Tabla 3**), lo que representa un aspecto positivo desde el punto de vista del manejo de la pesquería dado que las estimaciones provienen de una amplia cobertura de viajes observados (Bernal *op cit.*). Estos estudios 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 parte de mamíferos marinos (odontocetos), parásitos y hematomas, entre otros. Dentro de las prácticas adoptadas para reducir el descarte, es posible mencionar, el mejor aprovechamiento de los ejemplares dañados, como por ejemplo para la producción de lomos de peces.



Tabla 3

Porcentaje de descarte de bacalao de profundidad en la flota palangrera fábrica respecto de la captura de la misma especie. Periodo 2018 - 2020.

Año	Palangre fábrica		
	Captura descartada (t)	Captura total (t)	Descarte (%) misma especie
2018	57,0	1.373	4,2
2019	48,0	1.789	2,7
2020	17,4	1.088	1,6

Fuente: IFOP. Resultados elaborados a partir de los resultados descritos por Bernal et al. (2019, 2020 y 2021).

5.1.2 Indicadores biológicos

5.1.2.1 Composición de talla de la captura

a) Estructura de talla

Durante las temporadas 2019, 2020 y 2021 en el área licitada la distribución de talla de la captura de bacalao de profundidad ha registrando 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]), además de una moda secundaria de ejemplares juveniles entorno a los 70 cm (la cual a sido observada durante estos últimos tres años). Cabe destacar que la presencia de esta última moda conformada por ejemplares pequeños no representa una condición habitual en la estructura anual en la captura de la flota industrial y podría representar una señal de un cambio importante en la composición del stock. Otro cambio destacable -aunque más gradual- en la estructura de talla de las capturas hacia los últimos años ha sido el incremento de la presencia de ejemplares adultos superiores a tallas de 110 cm (Talla de madurez sexual estimada por Young et al. 1996), moda que se sitúa durante el 2021 en torno a los 120 cm.

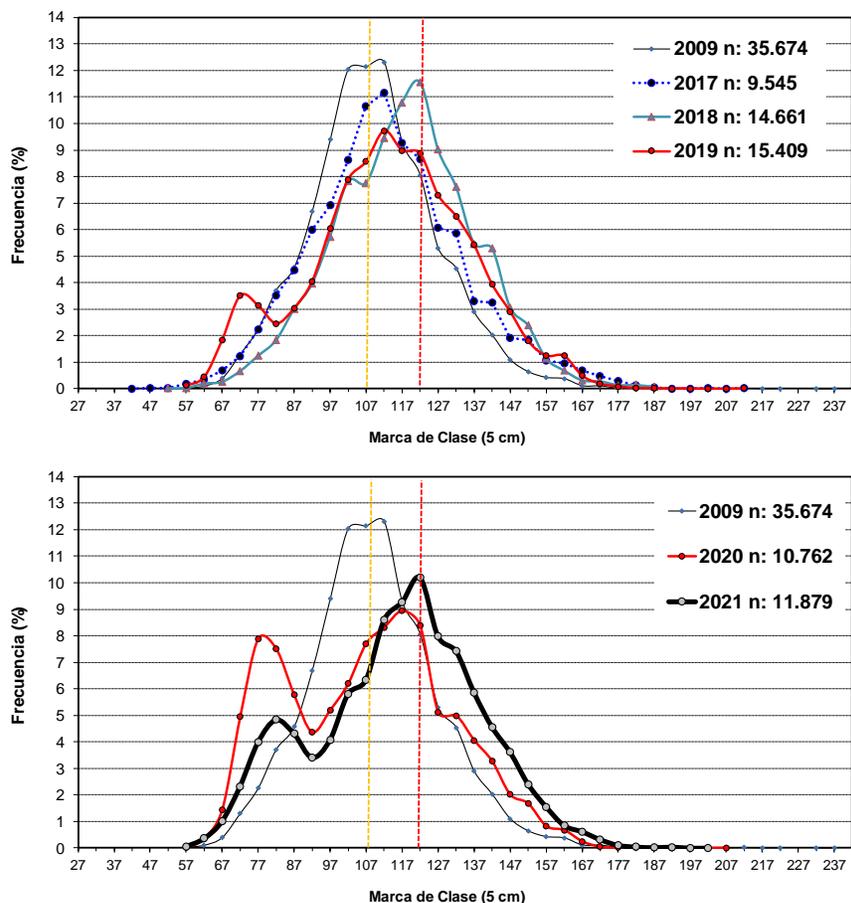


Figura 8 Distribución de frecuencia de talla en la flota palangre industrial, años 2009, 2017-2021. Línea vertical naranja discontinua indica talla de referencia utilizada 110 cm LT (talla de madurez sexual) y la línea vertical roja discontinua indica talla 120 cm (talla referencia de la moda del año 2021). Fuente IFOP.

Mientras, en la zona de pesca al norte del paralelo 54° S se ha registrado una mayor presencia de tallas juveniles (menores a 110 cm); sin embargo la estructura de tallas ha registrado cambios importantes entre 2015 a 2021. La distribución de talla entre 2015 y 2017 fue principalmente unimodal y con ejemplares juveniles (en torno a los 70 cm); no obstante entre el 2018 a 2021 se ha observado un cambio gradual e importante hacia una distribución bimodal; con la presencia de la moda principal de ejemplares juveniles (en torno a los 70 cm), pero con la gradual presencia de una moda secundaria de ejemplares adultos cercano en torno a los 110 cm y 120 cm (**Figura 9** y **Tabla 4**). Esta situación observada en los últimos años, estaría mostrando que en el área de la pesquería industrial ha aumentado la presencia de adultos de tallas mayores en toda el área, como también la presencia de ejemplares juveniles en las capturas, predominando en el año 2021 la moda de ejemplares adultas en torno a los 120 cm en la captura anual.

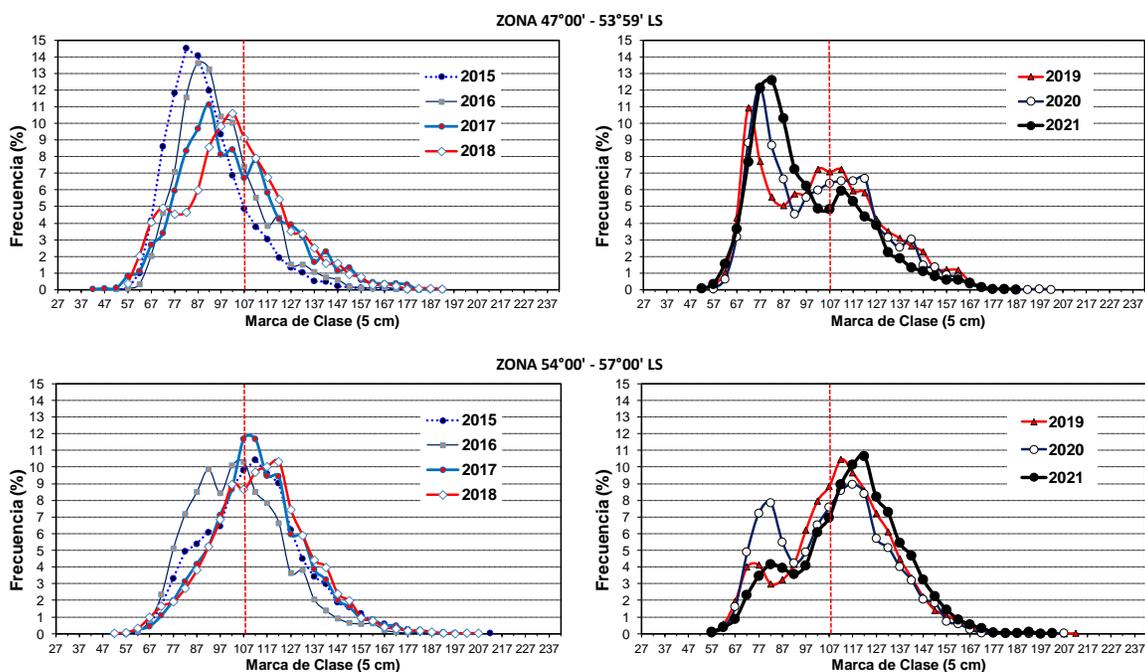


Figura 9 Distribución de frecuencia de talla de bacalao de profundidad en la flota palangre industrial subdividida en dos rangos de latitud (47°00'-53°59' S y 54°00'-57°00' S), periodo 2015-2021. Línea vertical roja discontinua indica talla de referencia utilizada (110 cm LT). Fuente IFOP.

Tabla 4

Talla media y proporción de ejemplares bajo talla de referencia 110 cm LT (*) de bacalao de profundidad entre los 47°00'-53°59' S y 54°00'-57°00' S, periodo 2015-2021 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
2020	101,3	62,6	3.207	2020	107,6	50,6	8.330
2021	96,7	71,4	3.850	2021	115,4	35,8	8.029

Fuente IFOP



b) Talla media

La talla media registrada durante el 2021 fue de 115 cm, valor que se encuentra dentro de los m3ximos valores de la serie hist3rica de la pesquería (Figura 10). En particular, entre 2017 y 2021 se han registrado frecuentemente tallas medias superiores a 110 cm (entre 113 y 115 cm), como tambi3n una menor presencia de ejemplares juveniles (valores inferiores a 50%) en las capturas. Luego, en los 3ltimos a3os los valores de ambos indicadores (talla media y la proporci3n bajo talla de referencia) tienden a ser similares a los valores de inicio de la serie de informaci3n de la pesquería.

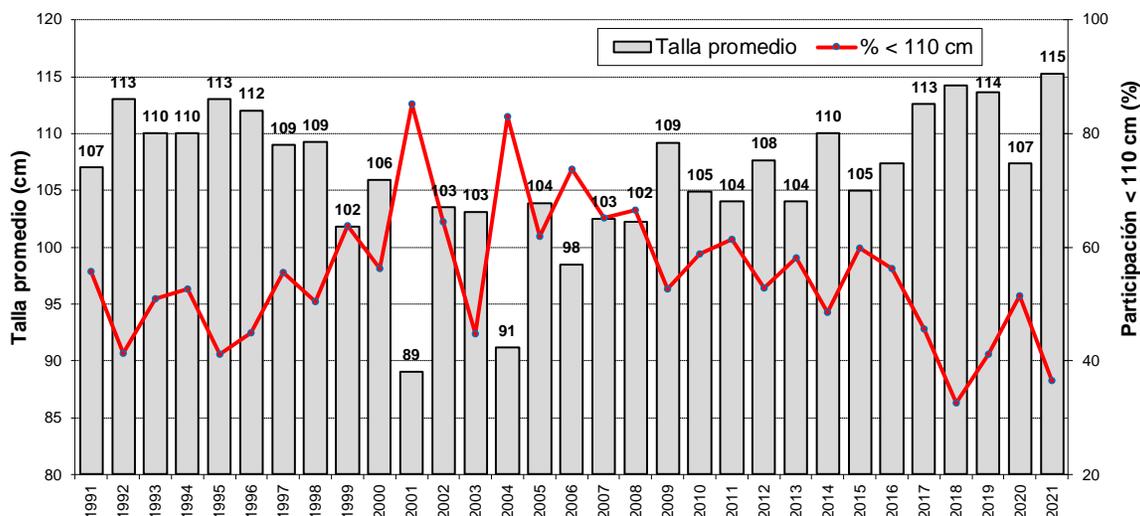


Figura 10 Talla media y proporci3n bajo talla de referencia anual (ambos sexos) de bacalao de profundidad en la flota palangre industrial en el 3rea licitada. Fuente IFOP.

5.1.2.2 Proporci3n sexual

La proporci3n sexual de bacalao de profundidad en el 3rea licitada ha registrado hist3ricamente un predominio de machos en las capturas de palangre industrial, situaci3n que en la temporada 2021 se mantuvo (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. No obstante, en el 3rea al norte del paralelo 54°S la proporci3n sexual tiende a ser relativamente similar entre ambos sexos.

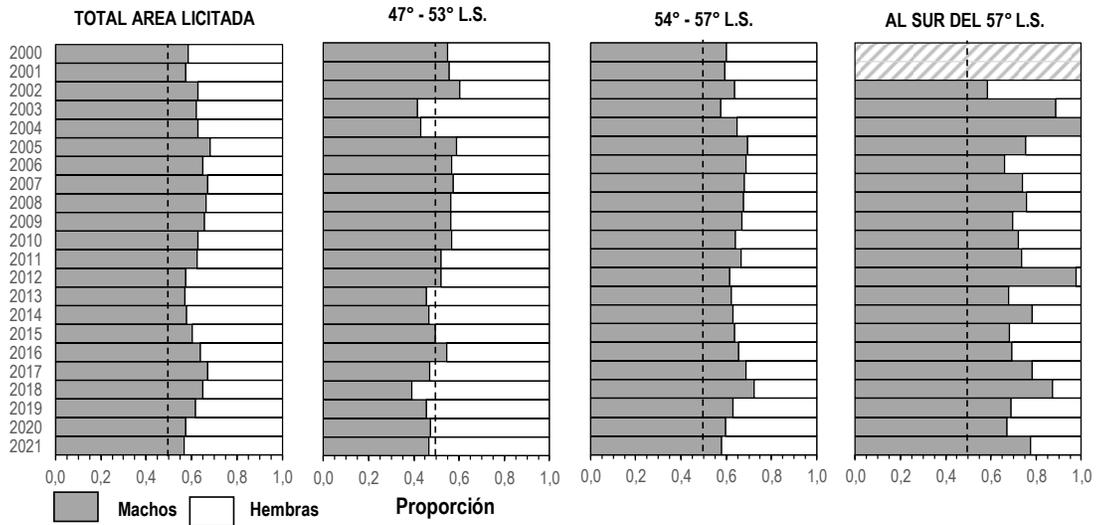


Figura 11 Distribuci3n anual de la proporci3n sexual en las capturas de la flota palangre industrial para el total del 1rea licitada y por zonas de inter3s, a1os 2000-2021. Fuente IFOP.

5.1.2.3 Condici3n reproductiva

a) 1ndice gonadosom1tico (IGS)

En la temporada 2018 y 2021 fue posible observar un incremento del IGS hacia el mes de junio; para posteriormente en septiembre registrar una tendencia descendente de este indicador (**Figura 12**). Este patr3n podr3a estar indicando una posible mayor actividad reproductiva del recurso durante el per3odo de veda en el 1rea austral de la pesquer3a.

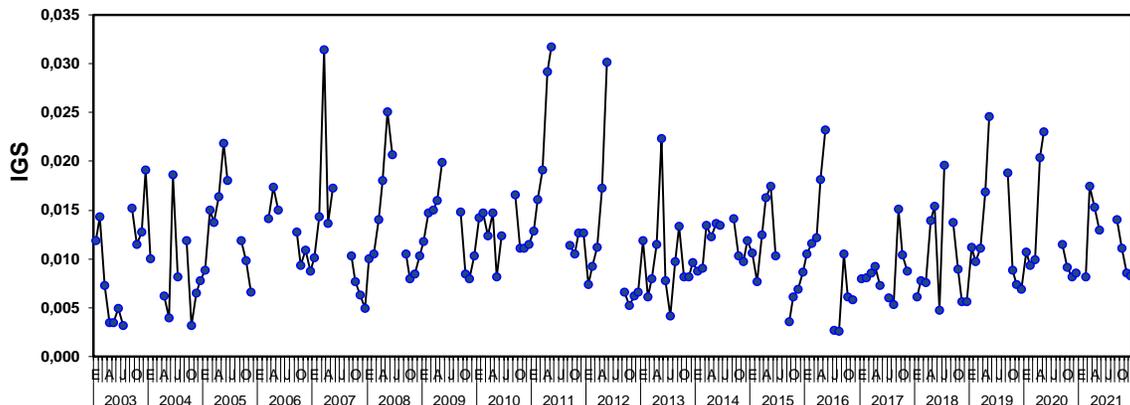


Figura 12 Variaci3n mensual del 1ndice gonadosom1tico (IGS) de las hembras de bacalao de profundidad entre 2003 y 2021 en el 1rea licitada. Flota palangrera f1brica. Fuente IFOP.



b) Estados de madurez sexual (EMS)

La evoluci3n temporal de la proporci3n de estadios de madurez sexual (EMS) evidenci3 el desarrollo del proceso de maduraci3n en hembras durante el primer semestre, toda vez que la presencia de estadios atr3sicos (EMS V) registrado posterior al periodo de veda bil3gica (principalmente en el 3rea al sur del paralelo 54° L.S) indic3 el desarrollo del evento de desove durante la temporada invernal (Figura 13).

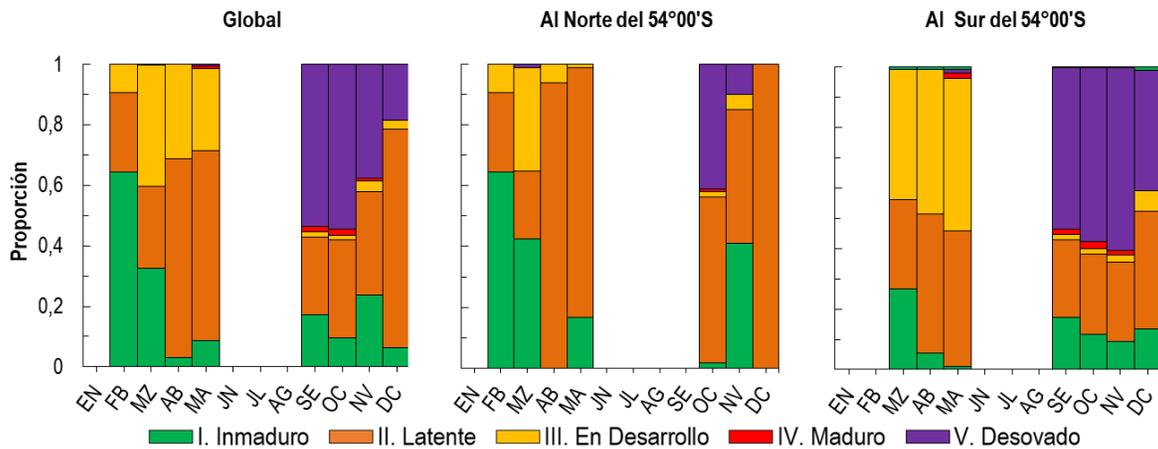


Figura 13 Variaci3n mensual de la proporci3n de estadios de madurez macrosc3picos en hembras de bacalao de profundidad presentes en las capturas industriales, periodo 2021. Fuente IFOP.

c) Ojiva de madurez sexual

La estimaci3n de la curva u ojiva de madurez sexual en hembras de la especie se sustent3 en la asignaci3n macrosc3pica de madurez sexual y consider3 la totalidad de la informaci3n recopilada al sur del paralelo 54° L.S. Al respecto, se consider3 como sexualmente maduro todo ejemplar cuya asignaci3n de madurez fuese mayor a EMS II (Latente), de acuerdo con lo descrito por Everson & Murray (1999); Agnew *et al.* (1999); Young *et al.* (1999); Arana (2009), entre otros, lo cual representa conceptualmente en su g3nesis de acuerdo con los autores de la escala utilizada (Kock & Kellerman, 1991) la "longitud de primer desove". De esta forma, durante la temporada 2021 la longitud media de madurez sexual ($L_{50\%}$) en hembras fue alcanzada a los 110,7 cm LT, restringido por un l3mite inferior y superior de 109 y 112 cm LT, respectivamente (Figura 14).

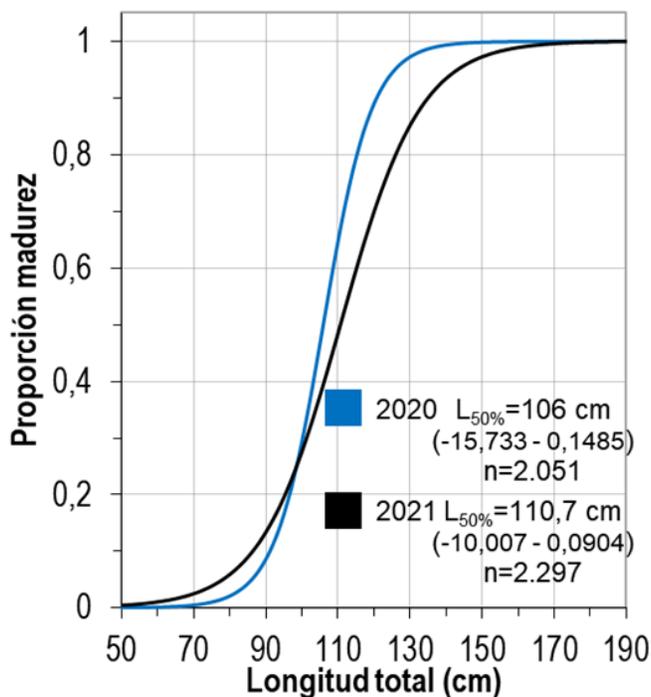


Figura 14 Estimación de talla media de madurez sexual ($L_{50\%}$) en hembras de *D. eleginoides*, periodo 2020-2021. Valores entre paréntesis corresponden a los parámetros b_0 y b_1 del ajuste logístico. Fuente IFOP.

5.1.2.4 Composición de edad del desembarque

a) Estructura de edad del desembarque

Los registros oficiales de desembarque -que rigen esta actividad económica- presentan cifras de extracción que se han mantenido similares en los últimos seis años (entre 1.200 a 1.300 t), registrando en 2021 un desembarque de 1.275 t, cifra un 6 % mayor que el año anterior y que se tradujo en 67.494 individuos desembarcados, representados por 38.183 (56,6%) machos y 29.310 (43,4%) hembras.

En la estructura en número de individuos de la captura por grupos de edad, si bien este recurso presenta un amplio rango etario en la pesquería (edades desde 5 hasta 39), se observa una marcada participación de peces jóvenes, con una importante moda en el grupo de edad (GE) VIII para machos y GE IX en hembras (**Figura 15**). En machos, considerando los GE que contribuyen con aporte de al menos un 5% a la estructura, se tiene que los GE VIII a XI constituyen un 24%, con moda en el GE VIII (6,9%), la cual presenta talla promedio de 78 cm y peso promedio de 4,8 kg. Otro tramo de grupos de aporte similar está constituido por los GE XIII a GE XVIII, los que en su conjunto aportan un 29%. Ya a partir de los GE XXI la participación de los grupos más adultos va declinando.



En hembras, los grupos que aportan 5% o más a la estructura etaria son tres grupos de edad jóvenes, desde GE VIII a X, los cuales conforman un 23 %, con la moda que recae en el GE IX (9,4%), la cual destaca por sobre otros grupos etarios, con una longitud promedio de 86 cm y peso promedio de 6,6 kg. De forma similar a los machos, las hembras presentan un conjunto de grupos de edades más adultos, desde el GE XX al GE XXXI, los cuales en su conjunto aportan con un 49% a la estructura.

A modo de comparación entre sexos se puede mencionar que la estructura etaria mayor a la edad 20, en machos comprende un 34% y en hembras un 51%, o bien tomando edades más adultas los machos mayores a edad treinta corresponden a un 5% y las hembras son un 10% lo que es un reflejo de sus diferencias de crecimiento, toda vez que las hembras alcanzan mayores tallas y edades.

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 IX presenta 2,8 mil ejemplares, los cuales aportan 18 t al desembarque. En cambio, en adultos (GE XXI), aun cuando el número extraído en la pesca (1,5 mil ejemplares) es aproximadamente la mitad (53%) de lo que registra el GE IX, el aporte al desembarque en peso (32 t) es 177% mayor. 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.

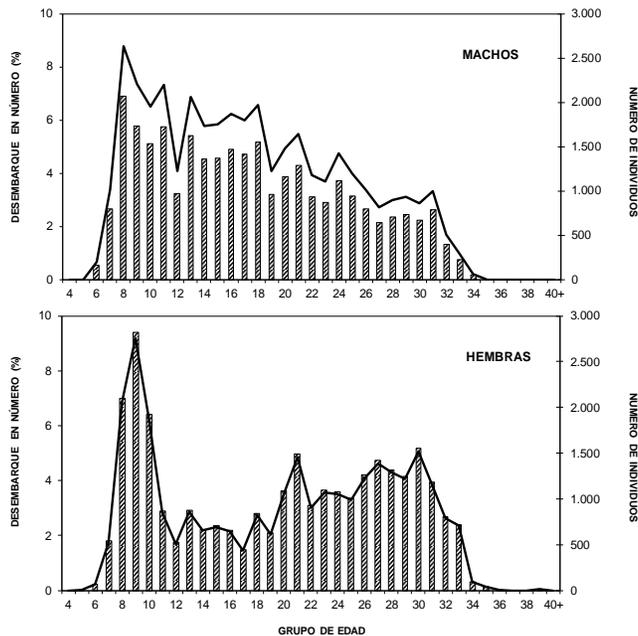


Figura 15 Composición del desembarque industrial en número (línea) y porcentaje (barras) por grupos de edad de bacalao de profundidad para el área sur-austral, 2021. Fuente: IFOP.

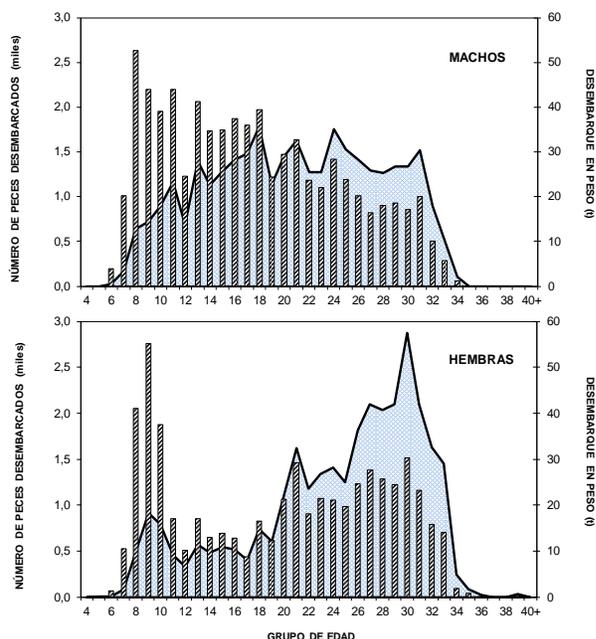


Figura 16 Composición de desembarque industrial en peso (línea) y número de peces desembarcados (barras) por grupos de edad de bacalao de profundidad para el área sur-austral, 2021. Fuente: IFOP.

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 7.464 registros en el año 2021. 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 2021.

PALANGRE	a	b	r ²	N
Zona Sur Machos	0,0043572	3,1915852	0,968	3.935
Lim. Inferior	0,0040052	3,1735484		
Lim. Superior	0,0047402	3,2096219		
Zona Sur Hembras	0,0043389	3,1956984	0,980	3.529
Lim. Inferior	0,0040467	3,1807606		
Lim. Superior	0,0046523	3,2106361		
Zona Sur Ambos	0,0043464	3,1936364	0,975	7.464
Lim. Inferior	0,0041191	3,1821357		
Lim. Superior	0,0045861	3,2051370		

Fuente: IFOP



En la pesca industrial, en promedio, los machos presentaron 17,0 kg y hembras 21,3 kg, valores superiores a aquellos registrados en 2020 y que se ubican entre los mayores pesos promedios de la serie. En la **Figura 17** se ilustra el comportamiento de este indicador en los 3ltimos diecinueve a3os 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 manifestado (aproximadamente) fluctuaciones con la misma direcci3n ya sea en ganancia o p3rdida de peso medio.

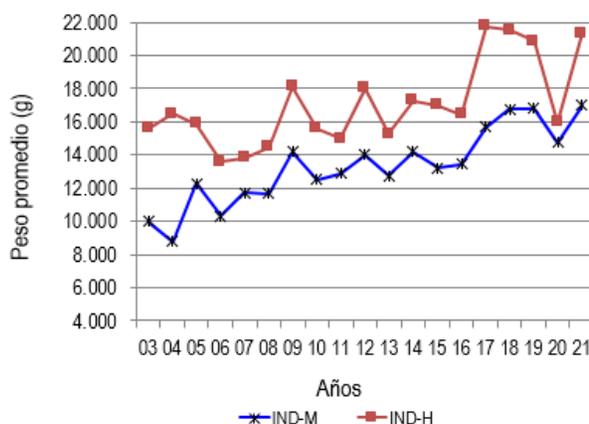


Figura 17 Pesos promedios (g) de bacalao de profundidad en el desembarque, serie hist3rica 2003 – 2021 IND: Industrial M=Machos H=Hembras. Fuente: IFOP

c) Serie hist3rica

Un factor que incide en la composici3n de individuos por grupos de edad en los desembarques anuales es la proporci3n de machos y hembras que se presenta. Considerando la pesquer3a industrial, se puede mencionar que en su composici3n interna siempre se registra mayor n3mero de machos. En la **Tabla 6** se incluye la raz3n entre sexos en esta 3ltima d3cada, en donde se aprecia que por cada macho se registra 0,5 a 0,8 hembras seg3n el a3o que se observe.

Tabla 6
Raz3n entre sexos (macho:hembra) en el desembarque en n3mero de bacalao de profundidad, flota palangrera. Periodo 2010 – 2021.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
MACHO:HEMBRA	1:0,6	1:0,6	1:0,7	1:0,7	1:0,7	1:0,7	1:0,6	1:0,5	1:0,5	1:0,6	1:0,7	1:0,8

Fuente: IFOP

En el estudio del bacalao de profundidad, desde los proyectos iniciales en la d3cada de los noventa hasta el 2006 se emple3 el an3lisis de escamas para la estimaci3n de la edad y desde 2007 al presente se utiliz3 an3lisis de otolitos (C3spedes *et al.*, 2018; 2019, 2020; San Juan *et al.*, 2021).



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 láminas finas de su sección transversal, dan facilidad de observación desde peces muy jóvenes a peces de las edades más adultas (Ojeda y Bravo, 2019; Céspedes *et al.* 2018, 2019, 2020; San Juan *et al.*, 2021).

A partir de la moda observada durante el año de referencia 2010 (GE X), es posible apreciar para los años más recientes no solo la disminución del desembarque en número para los GE X-XV, sino que además una disminución gradual de la moda en torno al GE IX, toda vez que durante el 2020 se registró el desplazamiento de la moda principal hacia edades más tempranas (GE VIII). Para la presente temporada 2021 destaca una moda conformada por los GE VIII y IX tanto en la estructura etaria industrial como en la estructura que presenta la pesca artesanal, pese a desarrollarse ambas faenas pesqueras en ámbitos de acción diferentes (**Figura 18**).

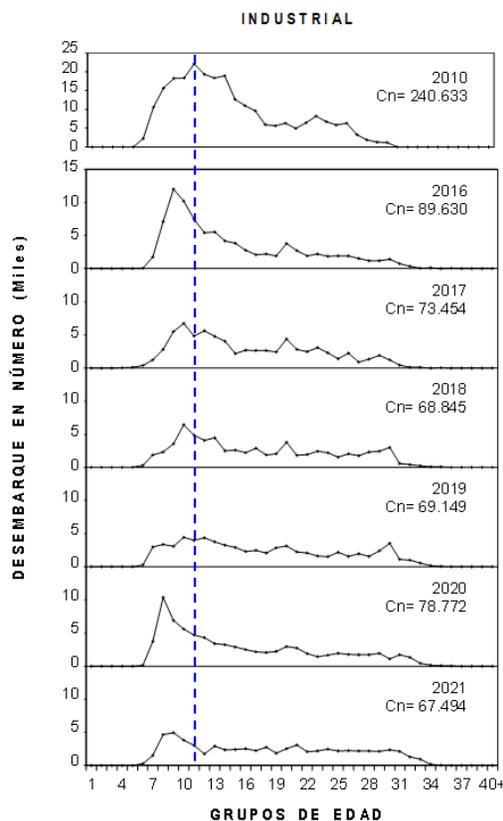


Figura 18 Composición del desembarque en número de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquería demersal industrial para el período 2010 y 2015-2021. Fuente IFOP.



5.1.3 Indicadores ecosistémicos

a) interacción con mamíferos marinos

Según lo descrito por Céspedes *et al.* (2008, 2016, 2018, 2020) y San Juan *et al.* (2021), la distribución espacio temporal de la presencia de orca y cachalote se presenta en toda el área de la actividad de pesca de la flota industrial; pero principalmente en los caladeros localizados al sur del paralelo 54° S., zona que registra los mayores niveles de captura y rendimiento de pesca para este recurso. Estos estudios indican que al sur del paralelo 54°S (entre marzo-mayo y septiembre-noviembre) se registran las mayores interacciones de orcas y cachalotes en la pesquería, y reportan que la presencia de orcas 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. No obstante, pese a la introducción del uso del palangre cachalotero en esta pesquería, la interacción en la pesquería muestra que estos mamíferos han logrado consumir la captura aun frente a esta modificación (Céspedes *et al.* 2008, 2016, 2018 y 2020).

Durante el 2021 fue posible recopilar información de presencia-ausencia de mamíferos (orcas y cachalotes) en 6 viajes de pesca, lo cual se tradujo en la observación de 559 lances (**Tabla 7**), con lo cual fue posible estimar la depredación 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. Por otro lado, es posible observar que la variabilidad del rendimiento de pesca de los viajes con ausencia y presencia de mamíferos ejemplifica que el efecto de depredación (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, año 2021.

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 feb-jun	64	54	118	47.532	39.720	87.252	2.043,7	2.442,8	2.225,4
Barco 2 abr-jun	10	69	79	8.000	55.450	63.450	1.414,6	2.198,4	2.099,6
Barco 3 ago-nov	59	88	147	37.510	54.920	92.430	1.155,4	1.521,7	1.373,0
Barco 1 ago-dic	30	77	107	21.035	54.140	75.175	1.036,1	1.870,0	1.636,6
Barco 2 sep-dic	36	44	80	26.850	35.100	61.950	1.369,5	1.710,7	1.562,8
Barco 3 dic	21	7	28	12.700	4.300	17.000	1.116,4	1.155,6	1.126,3
Total	220	339	559	153.627	243.630	397.257	1.461,6	1.924,0	1.745,2

Fuente IFOP.

La depredación (D₂) estimada para los 6 viajes fueron entre 3% y 45%, señaladas en la **Tabla 8**. Efectuando un cálculo ponderado de la depredación, según el peso relativo de la captura perdida, la depredación estaría en 28%; valor superior al año 2020 (33,8%) y superior al año 2019 (17,6%). La captura total perdida por efecto de los mamíferos en los 6 viajes fue de 66,2 t, cifra muy importante de pérdida de ingreso a los usuarios debido al alto valor comercial que caracteriza el mercado de este recurso.



La diferencia de los valores de depredaci3n (D_2) en los viajes (como se ha registrado entre los a1os 2017 a 2020) confirma que su estimaci3n se debe hacer al viaje de pesca, por las diferencias operacionales de pesca de cada viaje, las diferencias de interacci3n por parte de los mamíferos y diferentes tácticas de evasi3n realizadas durante un viaje de pesca por parte del patr3n de pesca. Luego, contar con una mayor cobertura de observaci3n en la pesquería permitiría evaluar de mejor forma la magnitud de la interacci3n y de la depredaci3n que est1 afectada, como tambi3n las implicancias en el ámbito econ3mico.

Tabla 8

Rendimiento de pesca perdido, depredaci3n (D_2), captura perdida (kg) y captura total en los barcos y viajes analizados con interacci3n de mamíferos, 2021.

Viaje (barco y meses)		Rendim. perdido (g/bar)	Depredaci3n 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	399,1	16,3	18.969,2	97.142,0	97.028,0	213.139,2	194.170,0
Barco 2	ene-abr	783,8	35,7	6.270,2	11.317,2	121.902,7	139.490,0	133.219,8
Barco 1	mar-may	366,3	24,1	13.740,1	43.339,0	83.572,0	140.651,1	126.911,0
Barco 3	mar-may	833,9	44,6	17.541,4	21.793,7	101.240,8	140.575,9	123.034,5
Barco 1	ago-dic	341,2	19,9	9.160,1	36.771,3	60.044,4	105.975,8	96.815,7
Barco 3	sep-dic	39,2	3,4	497,5	14.178,4	4.969,0	19.644,9	19.147,4
Total				66.178,4	224.541,6	468.756,9	759.476,9	693.298,5
				D_2 ponderado por Cp =	27,7			

Fuente: IFOP

Entre los a1os 2016 y 2021 se ha logrado estimar la depredaci3n bajo la metodología de ausencia y presencia (**Figura 19**). Los valores de depredaci3n registrados por viaje muestran una amplia variabilidad y que en general la mayoría de ellas fluctúa entre el 2% y 55% de depredaci3n; no obstante, durante 4 a1os (de los 6 a1os observados) el valor ponderado de indicador ha variado entre 25% y 35%. Por tanto, estos resultados muestran que es posible estimar la captura total de bacalao de profundidad y la captura perdida por depredaci3n por mamíferos (orcas y cachalotes); en donde esta interacci3n generaría pérdidas econ3micas importante en un viaje de pesca.

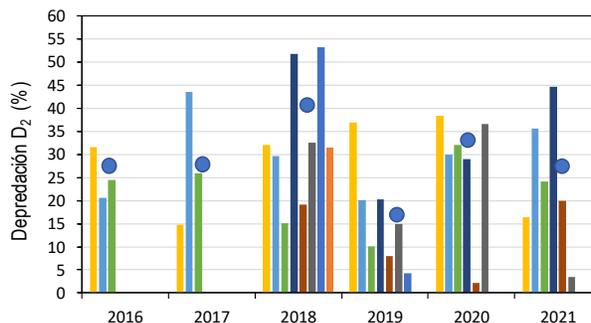


Figura 19 Valores de depredaci3n (D_2) por barco y viaje estimadas para el 2016-2020 (tres viajes en 2016 y 2017, 8 viajes 2018, 7 viajes 2019, 6 viajes 2020 y 2021). El círculo indica en valor ponderado de la depredaci3n. Fuente IFOP.



b) Indicadores de fauna acompañante

A continuación, se entrega la fauna acompañante asociada a la pesquería industrial dirigida a bacalao de profundidad en el área licitada; para la flota palangrera fábrica para el año 2021 (**Tabla 9**). Como es habitual en esta pesquería, la fauna acompañante fue escasa con menos del 6% respecto de la participación en la captura. La especie objetivo de la actividad de pesca fue dominante (94,3%); situación habitual de esta pesquería (Céspedes *et al.*, 2019 y 2020; San Juan *et al.*, 2021). Dentro de la fauna acompañante destacaron las especies las pejeratas, como también la antímora, 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 en la pesca informada como especie objetivo bacalao de profundidad en el área licita en la flota palangrera, 2021.

Nombre común	Participación en la captura %
Bacalao de profundidad	94,31
Granadero ojos grandes	4,38
Antímora	0,61
<i>Hexanchus griseus</i>	0,08
Raya volantín	0,08
Raya espinosa	0,15
<i>Raja sp.</i>	0,05
<i>Lithodes santolla</i>	0,03
Marrajo sardinero	0,02
<i>Psammobatis sp.</i>	0,01
Otras especies	0,29
	100,00

Fuente: IFOP

Respecto de los resultados de captura incidental de aves y mamíferos en esta flota industrial, como es habitual, se entrega en el informe final de la Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial, 2021. Dicho informe menciona que la captura incidental de aves es muy escasa, debido principalmente a la velocidad de hundimiento que presenta el aparejo empleado, calado nocturno y al uso de dispositivos que mitigan la interacción de aves. Como es habitual, respecto a la mortalidad de mamíferos en el informe antes mencionado, esta pesquería no reporta mortalidades de estas especies.



5.1.4 Análisis y discusión de la pesquería

En los últimos 12 años el sector industrial ha registrado una serie de cambios importantes como por ejemplo salida de naves pesqueras, reducción de la actividad extractiva y disminución importante de la cuota de captura acaecido el 2013; los cuales han tenido posibles consecuencias en la cadena de empleo y servicios requeridos para la operación. A lo anterior, se suma las pérdidas económicas producto de la interacción de mamíferos marinos (orcas y cachalotes); que mediante el uso del palangre (denominado “cachalotera”) la flota industrial ha buscado reducir los efectos de consumo de la captura de bacalao de profundidad por parte de estos mamíferos. En efecto, los resultados obtenidos de la interacción de mamíferos durante el año 2016 a 2021 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 de bacalao de profundidad.

Al respecto, los valores de depredación entre 2016 y 2021 fluctuaron entre 2% y 55%, con valores que tienden a estar en un valor de depredación ponderada entre un 25% y 35%. En el caso del valor ponderado en el año 2020 y 2021 fue de 34% y 28% (respectivamente, valores superiores al año 2019 de 18%). Estos valores de depredación 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 *et al.* (2019a) que muestran para Chile en bacalao de profundidad una depredación por mamíferos en torno al 12%.

Es importante destacar que la variabilidad de este indicador entre viajes y barcos ratifica que estimar la depredación conlleva reconocer la variabilidad operativa de la pesca de cada uno de los viajes efectuados por toda la flota industrial, con el propósito de reducir la incertidumbre asociada a la captura perdida por depredación, y en consecuencia contar con una aproximación de la captura total anual del recurso. Esta consideración fue mencionada por Tixier *et al.* (2019a), Tixier *et al.* (2019b), Tixier *et al.* (2010), Tixier (2012), Gasco *et al.* (2015) y Moreno *et al.* (2003) quienes describen la alta variabilidad de la interacción de mamíferos en esta pesquería. Por ejemplo, entre los posibles factores mencionan las variaciones de operación de los barcos, época del año, decisiones tomadas por los patrones cuando se enfrentan o evitan la depredación, factores específicos de la zona aún desconocidos, comportamiento de los mamíferos, tamaños de las manadas, y mamíferos que se “especializan” en alimentarse de la pesca y menos de forma natural. Registrar la amplitud de factores escapa las posibilidades de ser incorporadas en el programa de monitoreo, salvo si se incorpora financiamiento y programa específico de monitoreo de la interacción de mamíferos. En esta línea, registrar la diferencia la presencia y ausencia de mamíferos en los lances de pesca ha permitido contar con una aproximación de estimar el índice de depredación en los viajes observados asociada al viaje de pesca.

Otro factor que en las pesquerías genera incertidumbre en las capturas es el descarte (captura descartada versus captura total de la misma especie). En el caso de la pesquería industrial de bacalao de profundidad -lo positivo- ha sido que los valores de descarte han tendido a disminuir y actualmente son de baja o escasa magnitud (4,2% en 2019 a 1,6% en 2021). Esta información significa que en esta



pesquería la devolución al mar o descarte de la captura es escasa, aspecto que reduce la incertidumbre por esta causa. No obstante, entre las principales causas de descarte se identifica la calidad (Bernal *et al.*, 2019, 2020 y 2021), respecto de atributos relacionados con el daño que registra la materia prima por predación de mamíferos, parásitos, hematomas, entre otros. Al respecto, los usuarios de esta pesquería han optado por el aprovechar estos ejemplares dañados; medida adecuada para reducir aún más el descarte. En este sentido, la magnitud de la captura predada por mamíferos muestra efectos mayores en la pesca que respecto del descarte.

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 son inferiores respecto de las capturas logradas al sur del paralelo 54° S; además que entre los 47° y 53°59' S) se encuentran representadas principalmente por ejemplares juveniles (menores de 110 cm) (Céspedes *et al.*, 2015, 2016, 2019 y 2020; San Juan *et al.*, 2021).

No obstante, 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 *et al.*, 2012 y Tascheri *et al.*, 2014; Tascheri, 2022). 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 presente 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 un incremento gradual del rendimiento de pesca durante el periodo 2013-2021 (975 g/bar. y 1874 g/bar., respectivamente). 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. Por otro lado, no se descarta que estos incrementos del rendimiento de pesca en los últimos años podrían responder a una mayor presencia del recurso en el área de operación de la pesquería en el área lícitada, posiblemente producto de los efectos que habrían tenido algunas medidas de regulación adoptadas, no solo por Chile, sino que también por Argentina. A lo cual, además de los niveles bajo de la cuota de captura anual fijada entre 2013 a 2021, la veda reproductiva, el cierre de operaciones de pesca localizadas en el Parque Marino Islas Diego Ramírez y Paso Drake (Diario Oficial del 21 de enero de 2019, Norma General del Ministerio de Medio Ambiente; 1443,906 km²) y la disminución de la flota operativa, podrían todas sumar factores que beneficien a la población del recurso. Al respecto, Tascheri (2022), en su estudio de evaluación del recurso, describe un gradual aumento de la biomasa desovante en los últimos años.



Por su parte, la composición anual de tallas en las capturas industriales en el año 2019 y 2021 ha registrado un cambio a una distribución bimodal (Céspedes *et al.*, 2020 y San Juan *et al.*, 2021), que se diferencia de las estructuras unimodales observadas de forma histórica en la pesquería (Céspedes *et al.*, 2005, 2010, 2015 y 2020). La diferencia principal es la presencia en toda el área de la pesquería industrial de una segunda moda de ejemplares juveniles en torno a los 70 cm, que en el año 2019 fue observada, pero que en la temporada año 2020 y 2021 mantuvo su presencia en el área lícitada. A lo cual se agrega que entre el año 2018 y 2021 la principal moda de ejemplares adultos ha tendido a desplazarse a tallas mayores de 110 cm a 120 cm aproximadamente; además que la presencia de ejemplares adultos se ha extendido en toda el área de la pesquería. Esta situación bimodal de la estructura de talla es coincidente con la estructura de talla registrada en los primeros estudios exploratorios efectuados por IFOP en el recurso a bordo del Friosur 18 entre 1989 y 1990 (Aguayo y Cid, 1990); años que el recurso no estaba bajo ningún tipo explotación. En este sentido, el aumento de la presencia de ejemplares adultos de mayor talla y el aumento de la presencia de juveniles muestran un grado posible de señales de una tendencia positiva a la población del recurso, que sin embargo esta tendencia requiere ser monitoreada si se mantiene en el tiempo.

Lo anterior se muestra en las estructuras de edad en los últimos años (2019, 2020 y 2021) con una importante presencia en las capturas de ejemplares de GE VIII, IX y X, como también una mayor presencia de grupos etarios superiores a GE XX, y sobre todo edades superiores a GE XXVIII, destacando el aumento de la presencia en la pesquería de ejemplares superiores a GE XXX (treinta años); situación no registrada anteriormente (Tascheri, 2022). Al respecto, un reflejo del mayor aporte de los ejemplares adultos ha sido el gradual aumento peso medio del ejemplar registrado en los últimos 15 años de la pesquería. Luego, estos cambios observados en la composición de edad y talla en estos últimos años requieren ser monitoreados de cerca, debido a la importancia que podría significar en la condición futura del recurso.

En relación con la proporción sexual, es habitual en esta pesquería 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 varía espacialmente al norte del paralelo 54 ° S, zona en la que la proporción de machos entre 2010 y 2021 se aproxima a 0,5; sin embargo, para el mismo período al sur de dicho paralelo los machos aumentan su presencia respecto de las hembras en el desembarque, con valores de proporción entre los 0,6 y 0,8.

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 separa 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 desfasadas temporalmente.

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 larvianas (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.

El estimado de madurez sexual obtenido para la presente temporada resultó ser mayor al valor registrado durante la temporada anterior, No obstante que este se encontró dentro de la variabilidad anual esperada para este indicador (Céspedes *et al.* 2019). Si bien análisis anteriores (Céspedes *et al.*, 2018,2019) han mencionado al estado 2 “Latente” como una fuente importa de sesgo en la estimación de L50% dada la presencia de ejemplares maduros reincidentes dentro de la fracción juvenil (inmaduro), es importante avanzar en corregir errores de asignación dada la subjetividad de la escala empleada, la 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 (Everson, 1970; Shandikov & Faleeva, 1992; Trippel & Morgan, 1997; Saborido-Rey & Junquera 1998; Hunter & Macewicz, 2001; Junquera *et al.*, 2003; Rideout *et al.*, 2005).

Por último, 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

Actualmente, Subpesca (2022) y Tascheri (2021 y 2022) describen al recurso en estado de sobreexplotación. En los primeros años de esta pesquería registró una caída en el índice de abundancia por el alto nivel de explotación de parte de la flota industrial compuesta por naves palangreras fábricas y palangreras hieleras. Tascheri (2022) hace mención que la población fue sometida a una situación de sobrepesca que mantuvo al recurso por debajo del objetivo de manejo y próxima al valor de la biomasa límite. Además, Tascheri (op cit.) describe que entre los años 1993 y 2004 el potencial desovante del stock experimentó una rápida disminución; no obstante, en el período 2005-2020 la reducción del potencial desovante continuó, a una menor velocidad, estabilizándose alrededor de un 30% del su potencial reproductivo máximo. Lo anterior, describe en gran medida la delicada condición del recurso; aspecto que significó, como medida de manejo, una importante reducción de la cuota de captura anual en el área lícitada en el año 2014 (1.098 t) a un tercio respecto del año 2013; para posteriormente a ascender gradualmente para llegar entre 2017 y 20221 a alrededor de las dos mil toneladas anuales.

De forma paralela a la condición del índice de abundancia del recurso, la flota ha experimentado una importante reducción en el número de naves. Entre el 2010 a 2021 dejaron de operar 7 naves, siendo actualmente 5 naves palangreras fábricas operativas.

No obstante, el estado del recurso, los indicadores pesqueros y biológicos reportados en el presente informe estarían indicando que a partir del año 2018 se ha estado observando un cambio en la estructura de las capturas a una mayor presencia de ejemplares adultos de mayor talla y edad en la pesquería, como también una mayor presencia de juveniles, en toda el área que opera la flota industrial (área lícitada), a lo cual también se ha registrado un aumento gradual del peso medio (anual) por ejemplar en las capturas. Esta condición reciente no había sido observada en la serie histórica; salvo en la estructura de talla de las primeras estudio de exploración del recurso efectuada por IFOP en los años 1989 y 1990 (Aguayo y Cid, 1990). Por otro lado, el indicador pesquero del rendimiento de pesca nominal entre 2013 a 2021 ha estado en leves y graduales incrementos. Estas señales de estos indicadores podrían estar mostrando una cierta condición del recurso más favorable a una recuperación; sin embargo, es muy pronto como para aseverar esta situación. Luego, es probable que las medidas de manejo adoptadas (reducción de las cuotas de capturas y veda reproductiva), y probablemente sumado a la protección de caladeros importantes de la pesquería debido al Parque Marino (Cabo de Hornos) y las medidas de manejo adoptadas por Argentina en el lado Atlántico (muy



contiguo a aguas chilenas), todas ellas en conjunto, estén permitiendo un cambio que favorezca al recurso. Por otro lado, los análisis de composición de edad de las capturas del recurso sugieren una probable condición favorable de desove del recurso entre los años 2011-2013 para posteriormente observar un importante ingreso de contingente de ejemplares juveniles de Grupo Edad VIII, IX y X en la composición de edad de las capturas del año 2021. Esto que se describe anteriormente, Tascheri (2022) sugiere que la condición del recurso es estable y que al considerar en la evaluación del recurso solamente con la data chilena (sin incluir la data Argentina), la biomasa ha exhibido un incremento en los últimos 7 años, algo menores pero consistentes en el tiempo.

Es importante destacar que las variables pesqueras y biológicas de la actividad operacional de pesca en la flota industrial están sujetas a incertidumbre, debido 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 en mejorar la cooperación y comunicación con los armadores de la pesquería, sino que además contar con los recursos adecuados.

Por otro lado, cada vez toma mayor relevancia incorporar al programa de monitoreo a la pesquería un programa de marcaje y recaptura en el recurso con objeto en dilucidar -de mejor forma- los patrones migratorios. A lo cual se debiera sumar estudios parasitológicos que permitan dilucidar el impacto que ellos tienen en el descarte y como indicadores del estado de condición del recurso.

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.

Las brechas de estudios anteriormente mencionadas pueden ser incorporadas al presente programa de monitoreo de la pesquería como parte de los objetivos; no obstante, se requieren adecuar y proveer con mayor financiamiento para poder llevar a cabo.

5.2

PESQUERÍA ARTESANAL DE BACALAO DE PROFUNDIDAD

- 5.2.1 Indicadores pesqueros**
 - a) Desembarque oficial
 - b) Operación, 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 de hembras en las capturas**
 - 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

La actividad pesquera artesanal sobre este recurso se regula por el establecimiento de cuotas de captura en el área de operación exclusiva de la flota artesanal (al norte del paralelo 47° L.S.), sobre la cual, de acuerdo a lo establecido en la Ley de Pesca y Acuicultura (N° 20.657), la autoridad pesquera, estableció mediante Decreto Exento Folio N°202000101 del 2020 (Minecon), una cuota para la temporada 2021 de 1.791 t, a ser extraídas en todo el territorio marítimo de jurisdicción nacional localizado al norte del paralelo indicado. Dicha cifra representó una reducción del 10% respecto de lo autorizado para el 2020, toda vez que 35 t fueron reservadas para investigación y 7 t. para capturas como fauna acompañante, lo que dejó un remanente de 1.749 t. como pesca objetivo.

Adicionalmente, con la finalidad de adoptar mecanismos de ordenamiento para la pesquería al norte de los 47° L.S, mediante la Resolución Exenta N°16 del 8 de enero del 2021, se distribuyó dicha cuota por zonas y periodos, en donde, para el área comprendida entre las regiones de Arica y Parinacota y de Coquimbo (Macrozona Norte) fueron asignadas 201 t (11,5%), mientras que a la Macrozona Centro-Sur (desde la Región de Valparaíso hasta los 47° L.S.), le correspondió 1.548 t (88,5%). En ambas macrozonas, cada fracción se distribuyó en cifras iguales para los periodos 1 y 2 de la temporada, esto es, desde el 04 de enero al 31 de mayo y desde el 02 de agosto al 31 de diciembre del 2021, respectivamente.

Asimismo, en el área de pesca licitada —al sur de los 47° de L.S.— en consideración de las cuotas adjudicadas por licitación pública y por traspasos desde armadores industriales, la flota artesanal tuvo a disposición de 331,7 t a ser capturadas en dicha área.

a) Desembarque oficial

En la **Figura 20** se resume la historia de la pesquería en base al desembarque anual por región, en donde se identifican claramente los patrones espacio temporales del desarrollo y agotamiento de los caladeros de pesca de este recurso en sentido norte a sur. Efectivamente, a partir de mediados de la década del 2000, sumado a una reducción importante del desembarque nacional artesanal, se evidenció una mayor concentración de este indicador en las regiones más australes, particularmente desde la Región del Biobío hacia el sur, en donde destacan las regiones de Los Ríos y De Los Lagos como las principales áreas de desembarque.

Hacia las últimas temporadas de pesca, a pesar del aumento de cuota registrado a partir del 2015, los desembarques han tendido al descenso desde el año 2018, en donde el 2020 significó la cifra más baja de la historia de la pesquería artesanal de este recurso, incluso considerando los desembarques logrados de las cuotas licitadas al sur de los 47° L.S (**Figura 20**). Sin embargo, hacia el año 2021, temporada relacionada a este reporte, el indicador mostró una importante recuperación, lo que se evidencia en casi todas las regiones del área de la pesca artesanal.



Con todo, el desembarque anual para la flota artesanal en el 2021 significó un consumo del 94% de la cuota asignada para este sector a ser capturado en el Área de la Pesquería Artesanal (APA). Por su parte, el desembarque a partir de actividades realizadas en el área licitada fue de 168 t, inferior a lo reportado en el 2020.

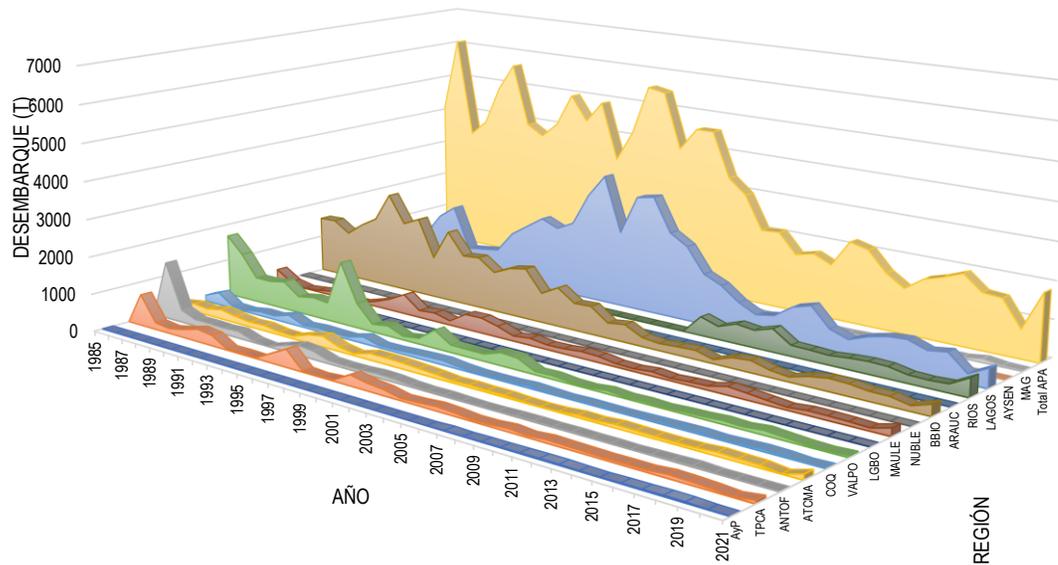


Figura 20 Captura (t) artesanal de bacalao de profundidad, por región de desembarque. Periodo 1985-2021. Total APA: Desembarque nacional menos desembarque área licitada. Fuente: Elaboración propia a partir de datos Sernapesca.

En virtud de la vasta extensión espacial de la pesquería, a partir del año 2016 se establecieron unidades de análisis de menor extensión geográfica dentro del APA (al norte del 47° LS), más el área de pesca licitada al sur del paralelo 47° LS. Sobre dicha zonificación, se realizó un análisis descriptivo referencial del desembarque, del número de viajes y rendimientos de pesca obtenidos por las lanchas artesanales, indicadores levantados desde los datos del control captura del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), información disponible en IFOP a través de un convenio interinstitucional.

Como se mencionó anteriormente, a diferencia de lo reportado en la temporada 2020, para el año 2021 el desembarque evidenció una recuperación importante, lo que se reflejó en casi todas las zonas, salvo en el área licitada (AL). La zona 1 destacó con un incremento de casi siete veces lo registrado en el 2020, mientras que las zonas 2 y 3 el incremento fue de dos veces y una vez, respectivamente. En el caso de la zona 4 (AL) la reducción fue de un 24%. (Figura 21). El aumento en el desembarque en el APA es consistente con una recuperación del esfuerzo de pesca (número de viajes), respecto del 2020 y con la tendencia incremental observada desde el año 2019 del



rendimiento de pesca en todas las zonas, con una pendiente similar, inclusive en la zona 4 (Figura 21).

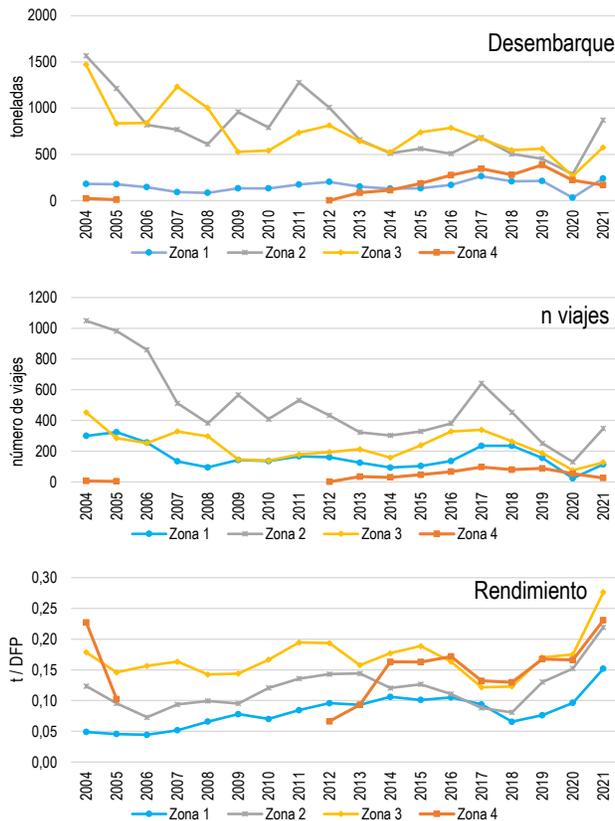


Figura 21 Desembarque (t), número de viajes totales y rendimiento de pesca en toneladas por días fuera de puerto por zona. Periodo 2004-2021. Fuente: Elaboración propia a partir de datos Sernapesca.

b) Operación, captura, esfuerzo y rendimiento de pesca

Sobre la base de la información colectada por observadores científicos de IFOP, tanto en puerto (al momento del desembarque), como a bordo de las naves comerciales durante la ejecución de viajes de pesca, la **Figura 22** resume la dispersión espacial de las operaciones artesanales monitoreadas en este estudio, en donde destaca una concentración mayor en la zona 2. Se aprecia de igual forma el incremento de operación de pesca en la zona 1, dada la reactivación de las actividades para el 2021, respecto del 2020. Asimismo, en esta zona se destaca el logro del embarque de un observador científico en un viaje de pesca que operó en la Región de Antofagasta, lo que permitirá en el mediano plazo mejorar el entendimiento de la operación de pesca en dicha área.

Por su parte, la información disponible para el levantamiento de indicadores de las zonas 3 y 4 para la temporada fue escasa, dada las limitaciones para el monitoreo causada por las restricciones de acceso por la pandemia Covid-19, escenario similar a lo reportado en el 2020.

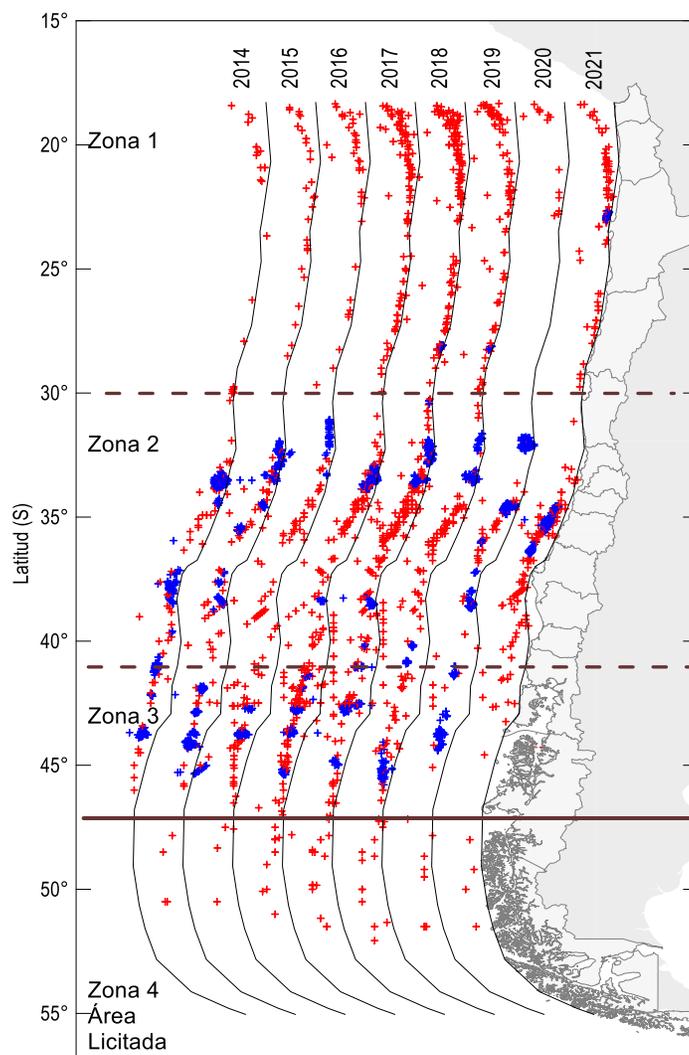


Figura 22 Distribución espacial de los viajes y lances de pesca de bacalao de profundidad monitoreados en la flota artesanal. En color azul los lances registrados en actividad de embarque con observador científico (OC) y en color rojo los viajes registrados a partir de información aportada por los armadores en los puertos de desembarques, periodo 2014-2021.

Conforme a la reactivación de la pesquería en el 2021, el monitoreo de las actividades dio cuenta del registro de 232 viajes de pesca, con una captura total de 610 t desembarcadas (**Tabla 10**), una mejora sustantiva, en términos de viajes y captura, respectivamente, en relación con lo registrado en el 2020. Es importante destacar que esta mejora se evidenció hacia el segundo periodo de la pesquería, desde



agosto a diciembre, en todas las zonas de pesca monitoreadas, lo que se refleja igualmente en el desembarque oficial del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (**Tabla 10**).

En el contexto anual, las coberturas del monitoreo, en términos de viajes y de captura, fueron de 38% y 33%, respectivamente, superiores en ambos casos respecto de la temporada anterior (**Tabla 10**). Al analizar las condiciones por zona, los resultados reflejaron que el monitoreo fue consistente con la reactivación de la pesquería en la temporada, en donde en las zonas 2 y 3, la captura muestreada se incrementó en un 200% y 100%, respectivamente; mientras, en la zona 1 la captura fue superior en casi 900%, lo que refleja no solo la recuperación de la actividad, sino también las mejoras en el monitoreo en dicha zona. Con todo, la cobertura de muestreo lograda (total y por zona), puede ser considerada suficiente para el levantamiento de indicadores, pero con debilidades evidentes, especialmente de las operaciones artesanales en la zona lícitada.

Tabla 10

Número de viajes y captura monitoreada en la flota artesanal de bacalao de profundidad, temporada 2021.

Mes	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4		Total monitoreado		Total oficial (*)		Cobertura (%)	
	n viajes	Captura	n viajes	Captura	N viajes	Captura	N viajes	Captura						
Ene											15	48,9	0,0%	0,0%
Feb			2	6,1					2	6,1	25	97,6	8,0%	6,2%
Mar			8	25,0	1	5,0			9	29,9	28	108,6	32,1%	27,6%
Abr	2	4,6	17	40,4					19	45,1	37	122,2	51,4%	36,9%
May	8	18,6	11	29,7	1	3,3	1	5,1	21	56,8	38	116,7	55,3%	48,6%
Jun											2	11,4	0,0%	0,0%
Jul											1	4,6	0,0%	0,0%
Ago	14	34,5	2	9,1			1	6,6	17	50,2	75	220,9		
Sept	13	31,8	22	70,1	2	8,6	1	6,1	38	116,6	83	276,8	45,8%	42,1%
Oct	14	24,7	22	53,1	3	16,0			39	93,9	99	327,4	39,4%	28,7%
Nov	6	14,4	23	51,3	2	10,5	3	12,9	34	89,0	122	384,8	27,9%	23,1%
Dic	15	31,9	22	39,3	7	51,5			44	122,7	58	134,3	75,9%	91,3%
Total 2021	72	160,6	129	324,0	16	94,9	6	30,8	223	610,2	583	1854,2	38,3%	32,9%
Total 2020	13	16,5	48	108,4	10	46,6	9	28,1	80	199,6	281	928,2	28,5%	21,5%
Variación	454%	873%	169%	199%	60%	104%	-33%	9%	179%	206%	107%	100%		

Nota: Indicadores por mes, zona y total. Se muestra el número de viajes y captura oficial en base a la información del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (*), así como las coberturas de monitoreo alcanzadas.

Los resultados operacionales monitoreados —analizados a través del rendimiento de pesca— mostraron una tendencia incremental para las zonas del área de la pesca artesanal (APA), cuyo patrón se ha observado desde el año 2019 (**Figura 23**). Es importante consignar que hacia las últimas dos temporadas se ha reforzado la estratificación espacial de este indicador de rendimiento de pesca, en donde los valores más bajos se reportan en la zona 1, en tanto los valores más altos se asociaron a la zona 3, con diferencias entre zonas para las temporadas 2020 y 2021 (**Figura 23**). Por su parte, en la zona de pesca 4 (área lícitada), el rendimiento de pesca se mantuvo en un valor estadísticamente similar a lo registrado en las temporadas 2017 y 2020, pero inferior a lo obtenido en el resto de los años de la serie 2015-2019.

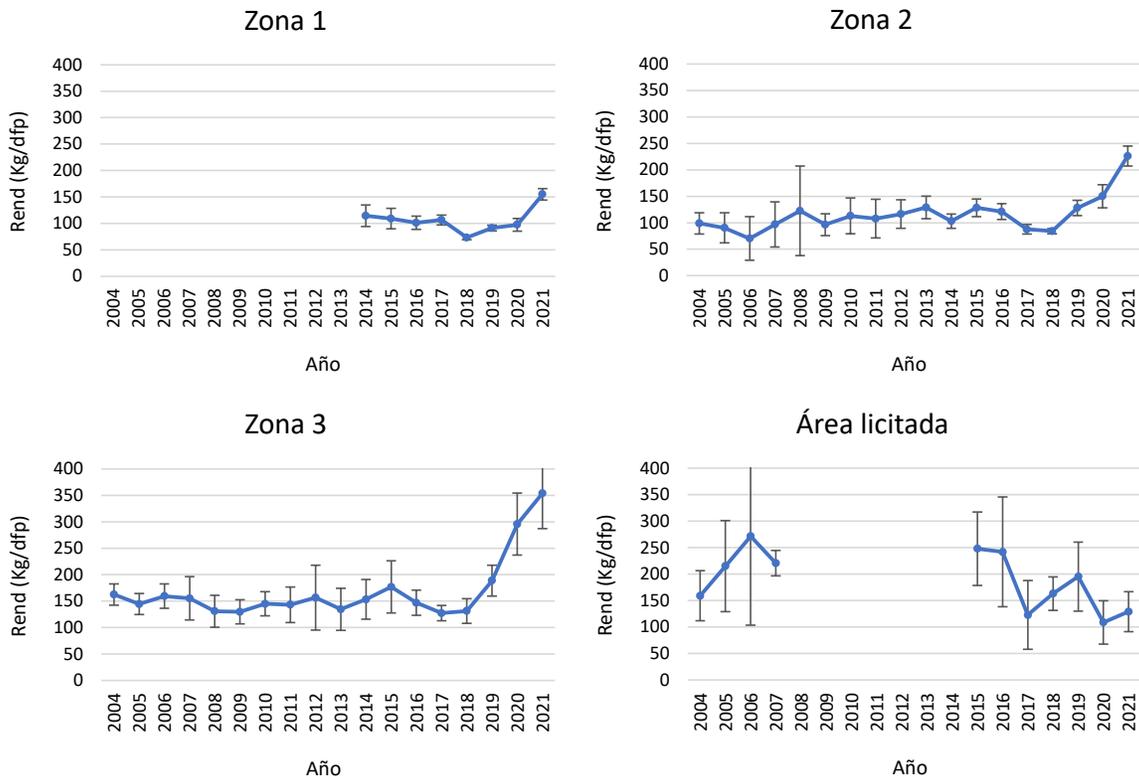


Figura 23 Rendimiento de pesca nominal (kg/dfp) monitoreado e intervalos de confianza (95%) de bacalao de profundidad en la flota artesanal por zona. Período 2004-2021. Fuente IFOP.

El análisis de los datos provenientes de los embarques de observadores científicos a bordo de la flota de lanchas que operó en la pesquería, dio cuenta del registro de 9 viajes, uno de los cuales correspondió a operaciones en la zona 1, con lances (25) localizados entre la latitud 22°38' y 23°03' S (**Figura 22**), a una profundidad promedio fue de 841 m. Este viaje tuvo una duración de 19,5 días y se calaron un total de 30.000 anzuelos (promedio 1.200 por lance).

El rendimiento de pesca promedio por lance para la zona 1 fue de 110 gramos por anzuelo (g/anz), mientras que para la zona 2 osciló entre 73 y 177 g/anz (**Figura 24**) y en general, con una distribución por viaje con una asimetría positiva.

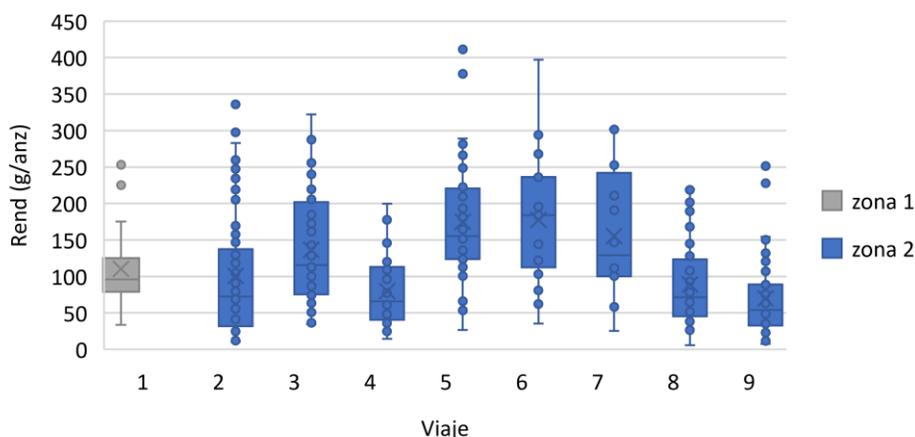


Figura 24 Diagrama de caja del rendimiento de pesca (g/anzuelo) de bacalao de profundidad por zona y viaje con personal IFOP embarcado, temporada 2021. Fuente bitácoras de pesca IFOP.

5.2.2 Indicadores biológicos

5.2.2.1 Composición de talla de las capturas

a) Estructura de talla

El levantamiento de datos para la composición de tallas en el 2021 resultó particularmente exitoso en las zonas de pesca 1 y 2, mientras que en las zonas 3 y 4 (área licitada) el desempeño del muestreo fue menor. Con esto y a pesar de las diferencias en los tamaños muestrales logrados, la composición de tallas de los ejemplares monitoreados en las operaciones artesanales de bacalao de profundidad para la temporada presentó las características típicas registradas en las capturas artesanales, en donde destaca una distribución con una importante asimetría positiva en todas las zonas, con modas situadas por debajo de la talla de madurez sexual de 110 cm LT (**Figura 25**).

Las composiciones de tallas en las capturas por zona fueron similares, con moda en torno a la marca de clase de 82 cm LT. Sin embargo, como ha sido reportado en temporadas anteriores, la zona 1 mostró una mayor representación de ejemplares por sobre la talla de madurez sexual que el resto de las áreas del sur. Al respecto, es importante notar que la representación de adultos en las composiciones de tallas en las zonas 1, 3 y 4 fue menor respecto de lo registrado en el 2020, lo que fue más importante en las zonas de pesca 1 y 4, esta última, donde la presencia de ejemplares adultos sobre 137 cm LT fue nula (**Figura 25**).

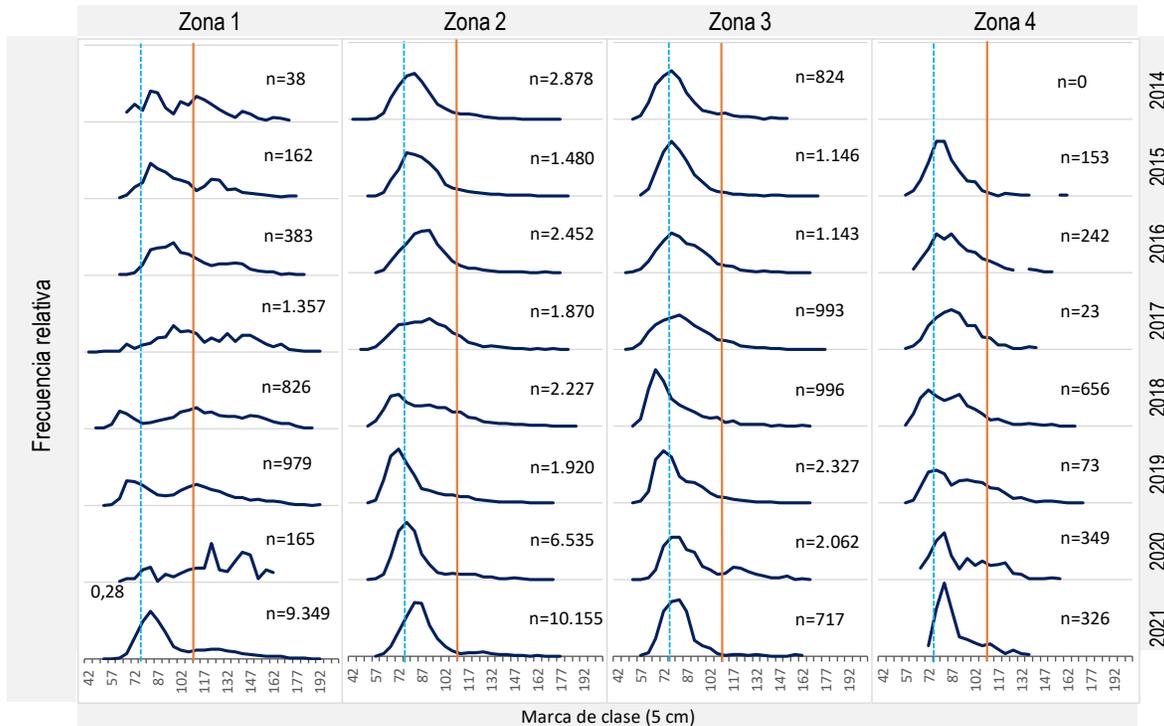


Figura 25 Distribución de frecuencia relativa de tallas de bacalao de profundidad en las capturas artesanales por zona, periodo 2014-2021. La línea vertical naranja indica la talla de madurez sexual (110 cm LT), mientras la línea punteada celeste muestra una talla de referencia de 75 cm LT.

b) Talla media

Consistente con las estructuras de tallas en las capturas, el indicador de tamaño medio de los ejemplares capturados por zona para el 2021, evidenció caídas respecto del 2020 en las zonas 1, 3 y 4, siendo significativo este descenso solo en la zona 1 (**Figura 26**): Por su parte, la zona de pesca 2 mostró un aumento no significativo respecto del 2020, pero si del año 2019, reflejando una tendencia ascendente desde dicha temporada. Con todo, a pesar de las variaciones observadas, los tamaños medios del bacalao de profundidad capturado por la flota artesanal mostraron el patrón espacial característico de esta pesquería, esto es, un gradiente latitudinal negativo, en donde los valores mayores se han reportado en la zona de pesca 1 (año 2021=97 cm LT), mientras que en la zona 3 se han registrado los menores valores medios (año 2021=83 cm LT).

En el caso de las capturas reportadas del área licitada (zona 4), se reportó una talla media de 90 cm LT, valor similar estadísticamente al de la zona 2 (88 cm LT), pero con una leve tendencia a disminuir respecto de lo registrado en las temporadas 2019 y 2020 (**Figura 26**).

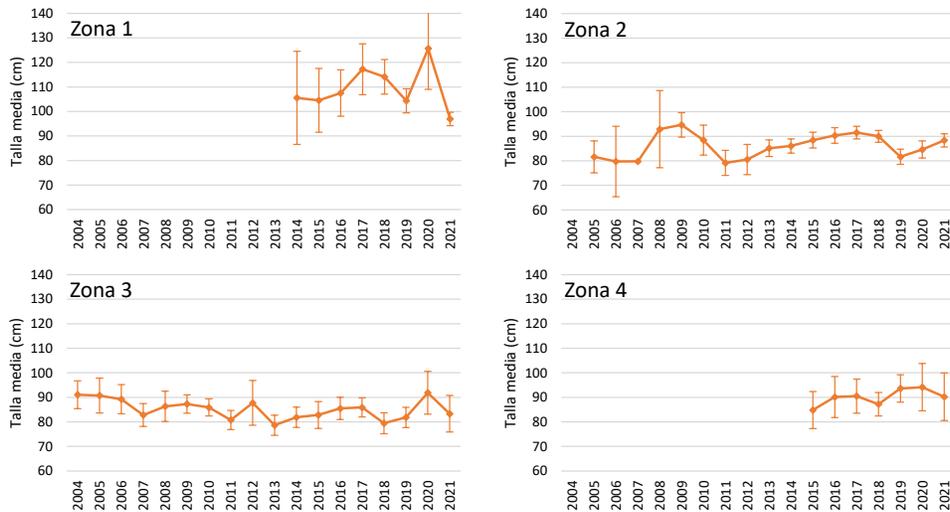


Figura 26 Variación anual de la talla media de bacalao de profundidad (cm) e intervalos de confianza (95%) en las capturas artesanales. Indicadores por zona y sexos combinados, periodo 2004 - 2021. Fuente IFOP.

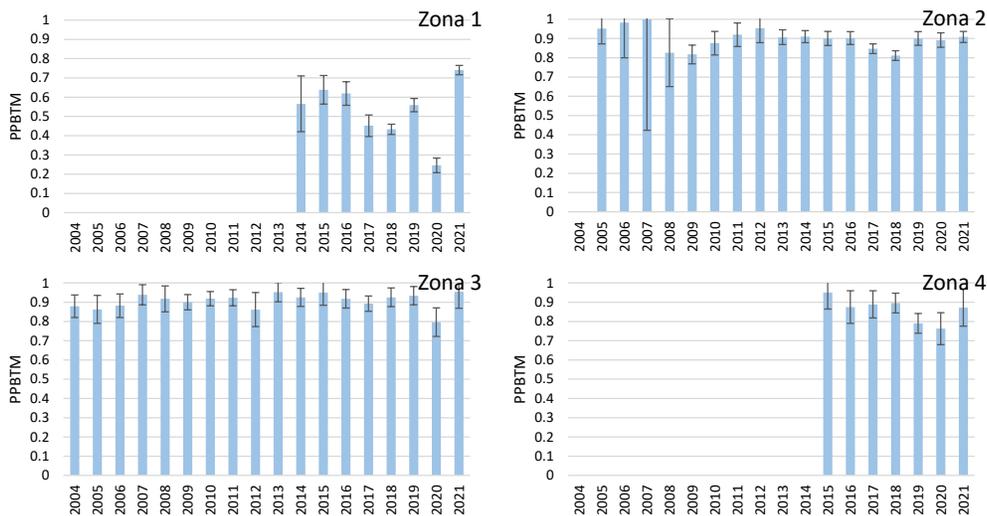


Figura 27 Variación anual del porcentaje de ejemplares de bacalao de profundidad bajo la talla de madurez sexual, PPBTM (110 cm LT) e intervalos de confianza (95%) en las capturas artesanales. Indicadores por zona y sexos combinados, periodo 2004 - 2021. Fuente IFOP.



5.2.2.2 Proporción de hembras en las capturas

La proporción trimestral de hembras de bacalao de profundidad en las capturas artesanales señaó una representaci3n mayoritaria de este grupo en la zona 2, área donde se logró realizar embarques de observadores, único mecanismo que permite levantar datos para este indicador. En general, la representaci3n de este grupo estuvo invariante en toda la temporada, con un valor medio en torno al 60% de la captura, cifra cercana a lo registrado en temporadas previas (**Figura 28**). En la zona de pesca 1 (datos no presentados gráficamente), el valor de la proporción de hembras alcanzó a un 72%, cifra superior a lo reportado en reportes anteriores para las zonas 2 y 3 (San Juan *et al.*, 2021).

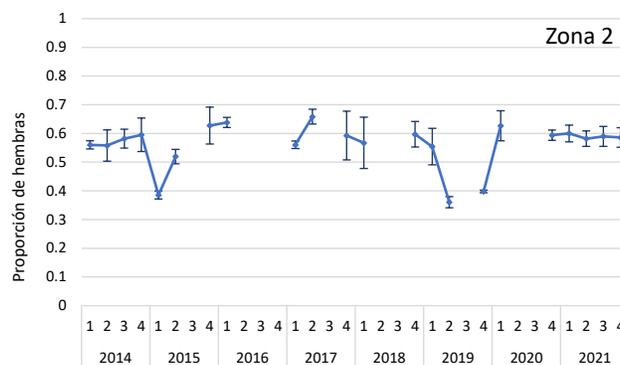


Figura 28 Proporción mensual de hembras de bacalao de profundidad e intervalos de confianza (95%), en las capturas monitoreadas en embarques en la flota artesanal. Indicadores zona 2, periodo 2014-2021.

5.2.2.3 Condici3n reproductiva

a) Índice gonadosomático

Al igual que la proporción sexual en las capturas, el índice gonadosomático en la zona 2 reflejó un valor estable y bajo en toda la temporada 2021, con una media en torno al 0,4%, lo que es seña de un nivel bajo de desarrollo gonadal de las hembras (**Figura 29**), situaci3n que puede ser considerada como el patr3n esperado para la especie en el área donde se desarrolla la actividad pesquera artesanal. Esto es consistente, en general, con lo observado en temporadas previas, en donde se han registrado algunas variaciones menores en esta misma zona a fines del 2018, pero en valores que no superaron el 1%, lo que es indicativo de una actividad reproductiva prácticamente nula en los caladeros en los que ha operado esta flota.

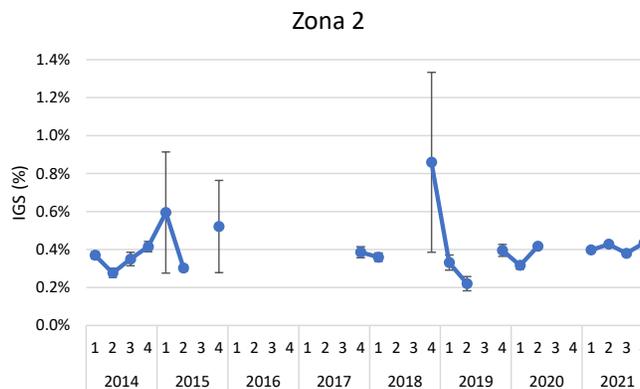


Figura 29 Variaci3n trimestral del 3ndice gonadosom3tico (IGS) de hembras de bacalao de profundidad e intervalos de confianza (95%), en las capturas monitoreadas en embarques en la flota artesanal. Indicadores para la zona 2, periodo 2014-2021.

5.2.2.4 Composici3n de edad del desembarque

a) Estructura de edad del desembarque

El desembarque artesanal registrado durante el 2021 (1.852 t) represent3 un incremento cercano al 100% con respecto a la temporada anterior (928 t), periodo que, al igual que otras actividades pesqueras, se vio afectado por la situaci3n de pandemia generada por el virus Sars Cov-2.

Al respecto, el desembarque en n3mero alcanz3 los 207.099 ejemplares, lo cual fue un 92% mayor que el a3o anterior (108.025). La diferencia que se produce entre los porcentajes de aumento del desembarque en peso versus el de aumento de desembarque en n3mero, se debe al cambio en el peso promedio de los ejemplares el cual en el 3ltimo a3o se vio aumentado.

Si bien el desembarque nacional de este recurso representa un amplio rango etario, la pesca artesanal registra una estructura de edades concentrada en GE j3venes. Considerando los GE que contribuyen a la estructura etaria en n3mero con un aporte de al menos 5%, se observ3 durante el 2021 un 79% constituido por cuatro grupos de edad (GE VII a X) con una moda relevante en el GEVIII, la cual a su vez represent3 el 29% (60 mil ejemplares) de la estructura etaria (**Figura 30 A**), clasificando esta como sumamente joven e intensa, del mismo modo que se present3 el a3o anterior.

En el desembarque en peso por grupos de edad (**Figura 30 B**), se puede apreciar que un solo grupo de edad (GE VIII) aporta 305 t al desembarque total. Si se considera tanto los peces de los grupos de edades ocho y nueve, se presenta que, en solo un a3o de crecimiento, si bien el n3mero de peces ha disminuido en un 5% en la edad nueve (57 mil ejemplares), estos proporcionan un aporte en peso (385t) a la captura, cifra mayor que la edad inmediatamente anterior, aportando 80 t m3s lo que equivale a un 26% m3s de peso en solo un a3o de crecimiento.



Los peces de las edades más adultas que GE XV si bien en número de peces corresponden a un 11 %, en su aporte en peso corresponden al 35% del desembarque total artesanal.

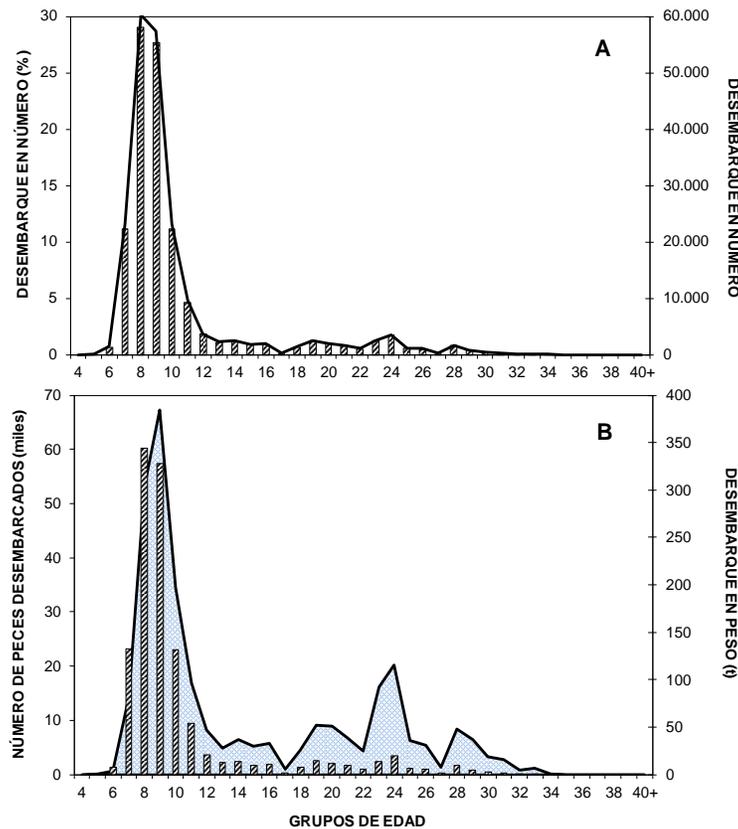


Figura 30 Estructura interna del desembarque por grupos de edad de bacalao de profundidad para el área sur-austral, 2021. A: Composición en número (línea) y porcentaje (barras) B: Desembarque en peso (línea) y número de peces desembarcados (barras). Fuente: IFOP.

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 present3 tendencia hist3rica descendente desde 2005 a 2011, en donde, este 3ltimo a3o registr3 el valor m3s bajo en los ejemplares extra3dos por la pesca artesanal (5,8 kg). En los a3os 2012 a 2014 este indicador present3 valores cercanos a los 7 kg, observ3ndose que en el a3o 2015 ascend3 considerablemente a 9,2 kg (**Figura 31**). Desde 2016 a 2018, este par3metro nuevamente present3 una tendencia decreciente, el que lleg3 a un valor promedio levemente superior a los 7 kg. En 2019 present3 un notable ascenso (9,4 kg), comparable al registrado en 2015, despu3s del cual se presentan pesos promedios algo menores que se registran en 8,6 kg y 8,9 kg estimados en 2020 y 2021 respectivamente.

Si se compara los valores del peso promedio de los ejemplares capturados por la flota artesanal, respecto de lo capturado por la flota industrial en el 2021, queda en evidencia que el valor artesanal es significativamente menor que lo reportado para los ejemplares capturados por la flota industrial, cuyo valor en este mismo a3o se present3 entre 17 kg - 21 kg, para machos y hembras, respectivamente, lo que da cuenta del tramo a que acceden en cada actividad seg3n el arte en uso y 3rea de pesca (**Figura 17 y Figura 31**).

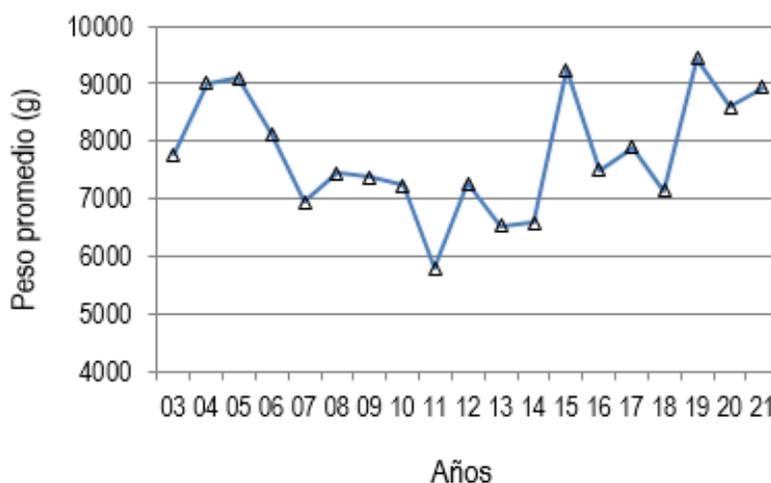


Figura 31 Pesos promedios (g) de bacalao de profundidad en el desembarque artesanal. Serie hist3rica 2003–2021. Ambos sexos. Fuente. IFOP.

c) Serie Hist3rica

En la serie artesanal, se aprecia que su captura accede hist3ricamente a la fracci3n de ejemplares m3s j3venes. En general se observa en la secuencia de a3os (**Figura 32**) el cambio en la intensidad en la pesquer3a artesanal en n3mero de peces desembarcados. Se aprecia en particular el cambio en la estructura que se experiment3 en el a3o 2018 con intensa moda. En los 3ltimos a3os se destaca grupo modal en GE VIII desde 2016 a 2017; GE VII en 2018 – 2019; GE VIII en 2020 y GE VIII-IX en 2021. Los grupos de edad m3s adultos est3n 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 33** para un período de 26 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 1:3,1 en 2021.

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, 2021) llegando a concluir recomendaciones de las capturas biológicamente aceptables para el recurso y su estado de explotación.

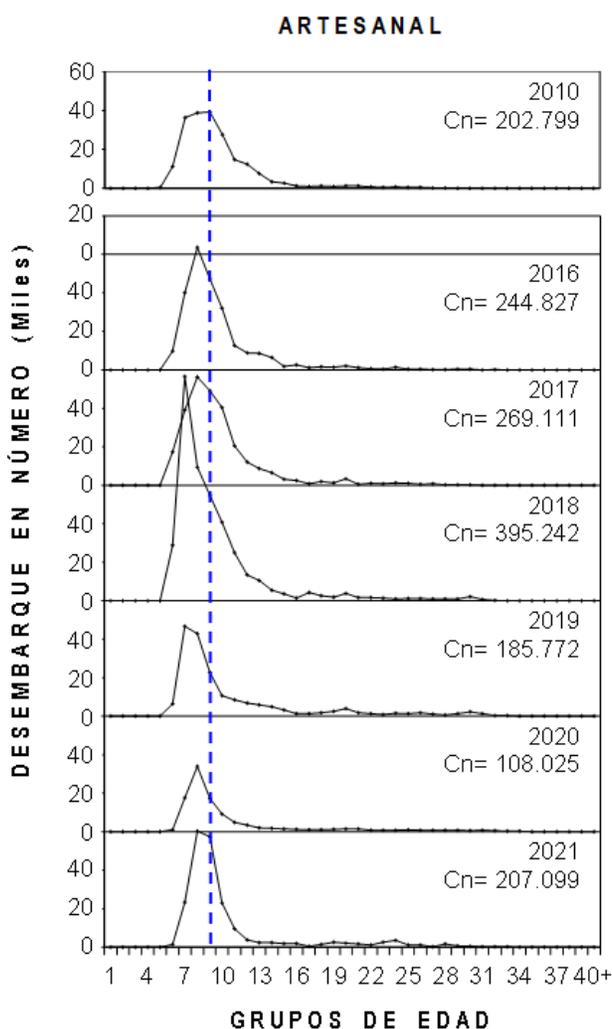
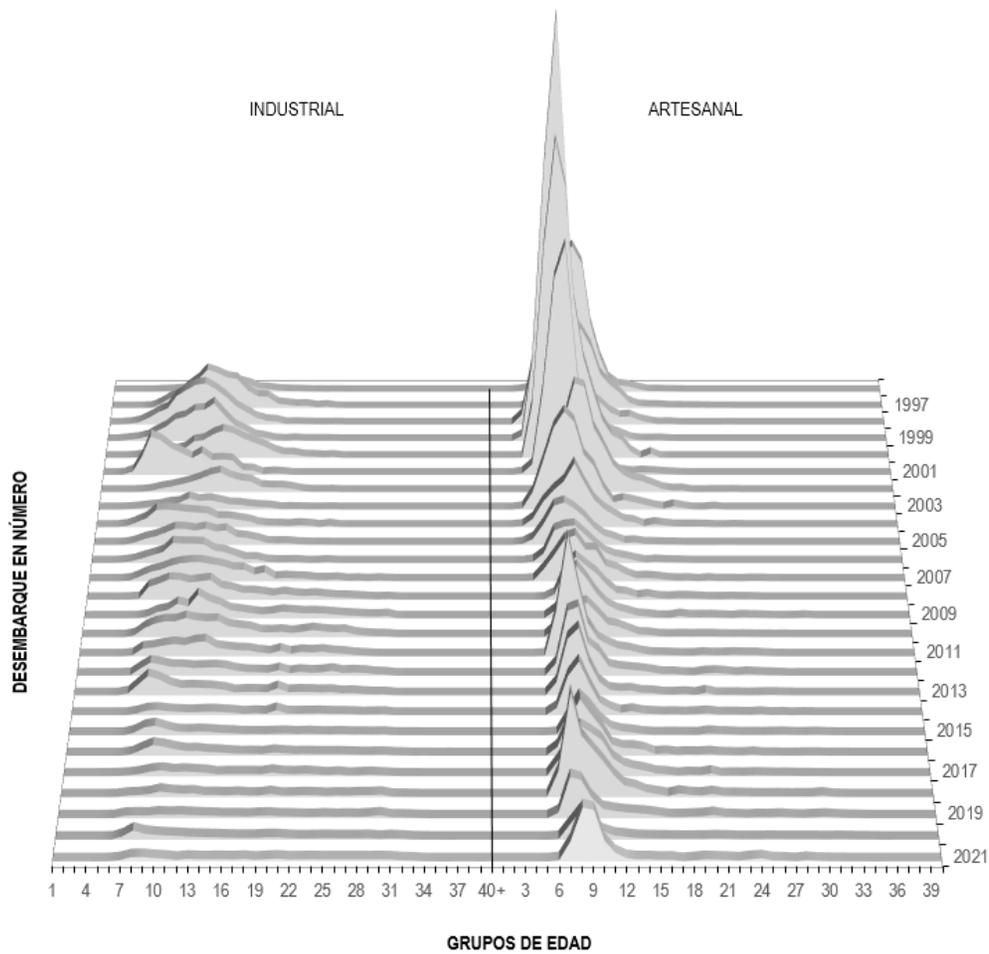


Figura 32 Composición del desembarque en número de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquería demersal artesanal. Años 2010 y 2016 - 2021. Fuente: IFOP.



Desembarque en n3mero					
A3o	Industrial	Artesanal	A3o	Industrial	Artesanal
1996	84.893	753.249	2009	194.460	224.070
1997	312.927	602.939	2010	240.633	202.799
1998	339.358	799.929	2011	168.041	378.353
1999	282.436	1.454.743	2012	151.898	285.030
2000	245.443	1.427.723	2013	159.079	241.160
2001	280.737	842.796	2014	67.175	194.317
2002	159.944	595.689	2015	75.743	150.651
2003	88.848	566.951	2016	89.630	244.827
2004	179.234	350.411	2017	73.454	269.111
2005	170.635	245.612	2018	68.845	395.242
2006	169.588	221.929	2019	69.149	185.772
2007	216.092	273.041	2020	78.772	108.025
2008	228.695	208.545	2021	67.494	207.099

Figura 33 Composici3n del desembarque en n3mero de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquer3a demersal industrial y artesanal. Per3odo 1996 - 2021. Fuente IFOP.



5.2.3 Indicadores ecosistémicos

a) Precio de comercialización

Durante la temporada 2021 el registro de los precios de comercialización (precio playa) de bacalao de profundidad por zona, dio cuenta de valores medios anuales entre \$8.900 (zona 1) y \$10.500 (zona 3), con una mayor dispersión en las zonas 1 y 2 (**Figura 34a**). El análisis temporal de estos indicadores (por año y trimestre), señalan claramente que a partir de la temporada 2017 y hasta el 2020, el precio de transacción en playa de bacalao (valor nominal), cayó sistemáticamente hasta niveles levemente menores a lo reportado en el primer trimestre del 2014 (**Figura 34b**). Estos valores se mantuvieron durante los dos primeros dos trimestres del 2021, con valores medios entre \$5.400 y \$7.000; sin embargo, para el segundo periodo de la pesquería —trimestres 3 y 4— este indicador se incrementó sustantivamente, hasta alcanzar precios desde \$8.300 hasta \$11.400 por kilogramo.

Al estimar el valor medio nominal anual y contrastarlo con el valor medio deflactado por IPC (**Figura 34c**), se aprecia que el precio medio corregido del 2021 (\$7.051), es menor en un 22% del valor nominal del mismo año (\$9.025) y menor en un 5% respecto del precio al inicio de la serie analizada (año de referencia 2014 = \$7.040).

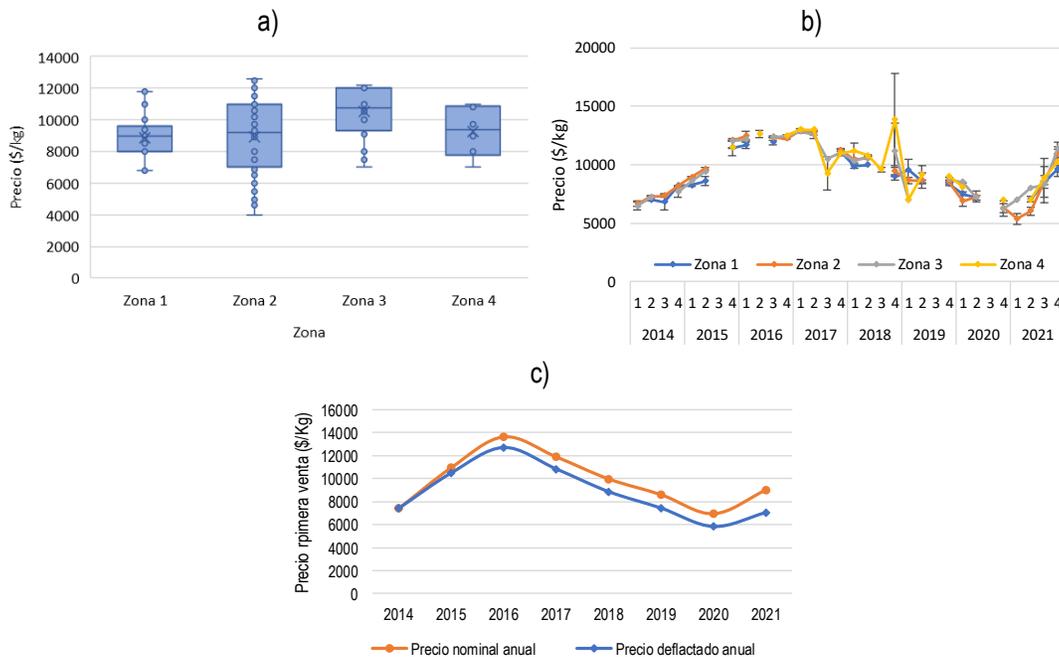


Figura 34 Diagrama de caja del precio nominal en playa en el 2021 (a); precio promedio nominal en playa e intervalos de confianza $\alpha=95\%$, por trimestre y zona, periodo 2014-2021 (b) y precio promedio nominal en playa y deflactado por IPC por año, serie 2014-2021 (c), del recurso bacalao de profundidad capturado por la flota artesanal. Fuente IFOP.



b) Costos econ3micos por viaje

Para la temporada 2021 fue posible el embarque de observadores solo en las zonas 1 y 2, por lo que los datos reportados reflejan una aproximaci3n a los costes reales de dichas zonas. En general, el costo de la zona 2 mostr3 niveles similares a lo reportado en el 2020, el que estuvo en torno a 4,5 millones de pesos por viaje (**Figura 35**). Mientras, en la zona 1, el costo del 3nico viaje realizado con observador cient3fico embarcado fue de 3 millones, valor superior a lo registrado en las temporadas 2018 y 2019, diferencia que podr3 explicarse, entre otras cosas, a la diferencia en el precio del petr3leo entre estas temporadas. A este respecto, es importante recordar que el 40% de la estructura de costos corresponde a combustible.

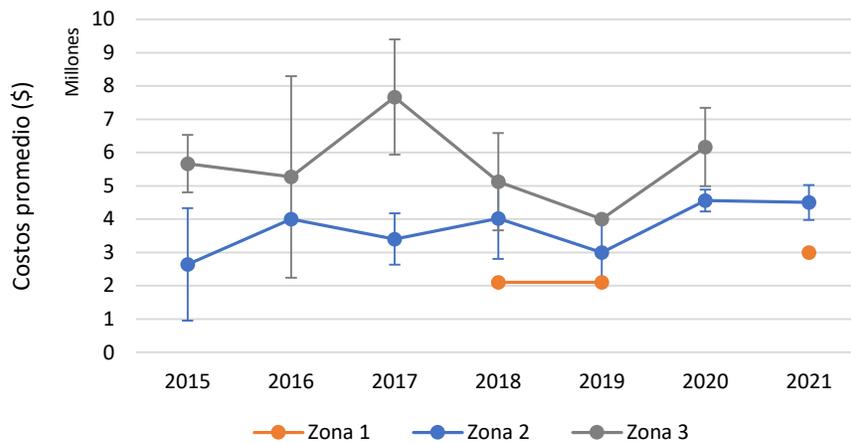


Figura 35 Costo promedio de los viajes de pesca artesanales (millones de pesos) de bacalao de profundidad, por a3o y zona. Per3odo 2015-2021. Fuente IFOP.



c) Fauna acompañante

La determinación de la fauna acompañante en las operaciones dirigidas a bacalao de profundidad solo puede ser determinada a través de la observación directa con personal técnico a bordo de las lanchas que realizan actividades comerciales. Para la temporada 2021 se logró la cobertura en 9 viajes de pesca, en los cuales se desarrollaron 341 lances y cuya observación dio cuenta de la presencia de 11 especies como fauna acompañante en esta pesquería, en donde destaca la presencia de *Antimora rostrata* y *Macrourus holotrachys* en el 84% y 58% de los lances monitoreados, respectivamente (Tabla 11).

Tabla 11

Presencia de especies fauna acompañante en las operaciones artesanales de bacalao de profundidad, en el área entre 22°38' y los 36°28'S, año 2021 (n lances observados= 341; n viajes =9).

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FA (n°)	FO(%)	CV(FO%)	Lim. inf (FO%)	Lim. sup (FO%)	Captura media por lance (t)	Frec. Abs. de viajes
Antimora	<i>Antimora rostrata</i>	287	84,2%	2,3%	80,3%	88,0%	4,47	8
Granadero de ojos grandes	<i>Macrourus holotrachys</i>	197	57,8%	4,6%	52,6%	63,0%	4,88	6
Pejegato de profundidad	<i>Apristurus brunneus</i>	146	42,8%	6,2%	37,6%	48,0%	24,73	6
Tollo negro	<i>Aculeola nigra</i>	128	37,5%	6,9%	32,4%	42,6%	24,37	5
Tollo gato	<i>Bythaelurus canescens</i>	89	26,1%	9,1%	21,5%	30,7%	15,46	3
Tollo negro peine	<i>Centroscyllium nigrum</i>	56	16,4%	12,1%	12,5%	20,3%	19,82	3
Quimera negra	<i>Chimaera fulva</i>	20	5,9%	21,6%	3,4%	8,3%		1
Raya espinosa	<i>Dipturus trachyderma</i>	5	1,5%	44,1%	0,2%	2,7%		1
Raya volantin	<i>Zearaja chilensis</i>	5	1,5%	44,1%	0,2%	2,7%		1
Tollo negro raspa	<i>Centroscyllium granulatum</i>	4	1,2%	49,4%	0,0%	2,3%	6,00	1
Reineta	<i>Brama australis</i>	1	0,3%	99,2%	0,0%	0,9%		1

FA: frecuencia absoluta de lances; FO(%): frecuencia relativa de lances (%); CV: Coeficiente de variación de la frecuencia relativa; Lim. Inf, Lim.sup.: Límites con intervalos de confianza del 95%; Frec. Abs. de viajes: frecuencia absoluta de viajes con presencia. Fuente: IFOP.



5.2.4 Análisis y discusión de la pesquería

Las actividades pesqueras sobre el bacalao de profundidad se vieron afectadas en el año 2020 por una profundización de la caída en la demanda internacional debido a la Pandemia Covid 19 (San Juan *et al.*, 2021). Los efectos fueron agudos, puesto que esta menor demanda desencadenó también una caída importante en los precios de comercialización en playa, tendencia observada desde el año 2017, lo que condicionó el interés de los armadores en realizar operaciones de pesca. Esta condición se mantuvo de forma importante en el primer semestre del 2021, a pesar del esfuerzo de los pescadores en reactivar la actividad.

Efectivamente, a inicios de la temporada 2021 algunos grupos de armadores solicitaron a la autoridad modificaciones de manejo a fin de mejorar las condiciones de operación, principalmente asociadas al adelantamiento del inicio de la temporada de pesca, lo que fue recogido por la autoridad. Este hecho condicionó en un principio, la coordinación efectiva del equipo de muestreadores con los operadores, para realizar una cobertura de muestreo eficiente de las operaciones comerciales. Esta descoordinación se explica por la falta de un procedimiento de transferencia desde Subpesca al IFOP frente a este tipo de ajustes, sobre todo cuando se trata de cambios en el corto plazo. Esto forzó a desarrollar reuniones de gestión interinstitucional entre IFOP y Subpesca, sumándose posteriormente el Sernapesca, a fin de agilizar la transferencia de cambios en el manejo y facilitar con esto, el proceso de colecta de información de la pesquería.

Estas reuniones tuvieron como objetivo actualizar antecedentes sobre el manejo de la pesquería artesanal de bacalao de profundidad para el 2021, adoptar un plan de trabajo conjunto para la temporada y mejorar los canales y medios de comunicación entre IFOP, Subpesca y los agentes que operan en esa pesquería, con el fin de optimizar la cobertura del monitoreo y el embarque de los observadores científicos en esta pesquería.

Sobre este marco, la gestión de muestreo durante el 2021 resultó exitosa particularmente en las zonas de pesca 1 y 2, en donde, una mayor actividad de la flota y una mejor articulación de sus operaciones con el proceso de monitoreo, permitieron un incremento en las coberturas de muestreo respecto de temporadas previas. Particularmente importante fue la zona norte, entre las Regiones de Arica y Parinacota y la Región de Coquimbo, en donde la mejora fue sustantiva, no solo en el número de viajes observados, sino también en el número de ejemplares medidos. Se debe destacar que este logro fue gracias a la buena recepción de los operadores en dicha zona, quienes facilitaron sin inconvenientes los datos y muestreos de las capturas. Asimismo, en la zona 2 se debe destacar la colaboración de los armadores que operan desde Constitución en la Región del Maule, quienes se han mostrado proactivos a mejorar la colecta de datos y al embarque de observadores en viajes de pesca.

Sin embargo, en las zonas australes, a pesar de los esfuerzos en gestión, no ha sido posible mejorar el monitoreo, por razones no solo debidas a restricciones por pandemia, sino por una creciente reticencia al muestreo por parte de los pescadores, lo que ha limitado el crecimiento de la cobertura



de viajes. Esto ha conducido a abordar el problema a través de la mediación del comité de manejo de la pesquería, lo que no ha dado los resultados esperados.

Conforme a lo señalado, los resultados de los análisis pesqueros de la temporada señalaron un inicio de año similar a lo registrado a fines del 2020, con bajos niveles de operación y desembarque, debido a una demanda disminuida, bajos precios de comercialización y altos costos de operación, estos últimos con una tendencia creciente. Sin embargo, el panorama cambió hacia el segundo semestre de la temporada, cuando fue evidente una reactivación de la pesquería, lo que podría ser explicado por un aumento sustantivo de los precios medios de transacción en playa impulsada por una mayor demanda de los mercados de Estados Unidos y China, este último con una tendencia incremental hacia fines de año, lo que revirtió el patrón inicial. Esto significó que en ese periodo se desembarcara el 73% de la captura de la temporada, el valor más alto para el segundo semestre de la serie 2004-2021, toda vez que, en general los mayores niveles de desembarque y operación se han observado durante los primeros semestres de la serie analizada.

A este aumento de la operación de pesca, le acompañó una mejora del desempeño de la flota (medido en rendimiento de pesca) en todas las zonas del área de la pesca artesanal (APA), dando continuidad a lo registrado a partir del año 2019 (San Juan *et al.*, 2021). En general, en todas estas zonas (de la 1 a la 3), las diferencias son significativas respecto de lo observado en el 2018, lo que es indicativo de una mayor disponibilidad de bacalao en los caladeros de pesca de esta flota en las últimas temporadas.

Este patrón es diferente a los resultados de rendimiento logrados en el área licitada por la flota artesanal, en donde se registró el segundo valor más bajo de la serie 2004-2021, lo que podría sugerir una menor disponibilidad en esta área. Sin embargo, los resultados artesanales se contraponen con los obtenidos para la flota palangrera industrial, la que ha evidenciado un incremento del rendimiento en las últimas temporadas, diferencia de tendencia que podría ser explicada por la distribución geográfica de los caladeros de pesca empleados por ambas flotas. Así, por ejemplo, la flota palangrera centró mayoritariamente sus esfuerzos al sur de los 54° LS, mientras que la flota artesanal monitoreada operó desde los 47° LS hasta los 53° LS aproximadamente. Por lo tanto, los resultados sugieren una estratificación espacial de la disponibilidad/abundancia de bacalao de profundidad en el área licitada, lo que es consistente con lo descrito por Young *et al.* (1998), para estimaciones de índices de abundancia relativa con datos de la flota industrial en dicha área. Estos autores señalaron un gradiente latitudinal positivo de este indicador en el sentido norte-sur, esto es, un incremento de la abundancia a medida que aumenta la latitud.

Respecto de las características de estructura tamaño y edades de las capturas artesanales de bacalao, el monitoreo de la temporada 2021 dio cuenta de que se mantiene una presencia alta de ejemplares juveniles, lo que se puede deber a una característica propia de los caladeros ocupados por esta flota, con actividades en torno a los 1.000 m de profundidad en promedio. Sin embargo, el embarque de un observador en un viaje de pesca en la zona 1, particularmente a la cuadra de la Región de Antofagasta, permitieron el registro de profundidades incluso menores a lo señalado, lo que



puede también influir en las características de este indicador y de la fracción de la población explotada por la flota.

En términos espaciales, de igual manera se mantienen las características estructurales de la captura, con ejemplares de mayor tamaño en la zona norte de la pesquería y menores hacia la zona 3, lo que se traduce en una estratificación espacial negativa de la composición, esto es, de menor tamaño hacia los caladeros más meridionales del APA. Por su parte, en el área licitada los ejemplares capturados fueron de mayor tamaño que los de la zona del norte contigua, pero inferiores a lo observado en la flota industrial fábrica en el área licitada, lo que se podría ser explicado por un lado por las diferencias en las profundidades de pesca entre ambas flotas y por otro, a la estratificación espacial de este indicador, toda vez que las capturas obtenidas en dichas latitudes por la flota palangrera fábrica (47° - 53° S) se encuentran representadas principalmente por ejemplares juveniles menores de 110 cm LT (Céspedes *et al.*, 2015, 2016, 2019 y 2020). Cabe destacar que, en casi todas las zonas monitoreadas la representación de ejemplares adultos fue menor respecto de lo observado en temporadas anteriores, principalmente en las zonas límites del análisis (zonas 1 y 4), aspecto que debe ser mirado con atención, pues podría responder a un cambio de tácticas de pesca a fin de buscar mejores rendimientos de pesca, en vez de calibres.

Es importante consignar que parte importante de la información utilizada en este reporte proviene de encuestas realizadas a los pescadores al momento del desembarque y cuya incertidumbre, puede ser menor en algunos indicadores, mientras que en otros puede si ser importante. Por ejemplo, existen dudas justificadas en relación al origen de las capturas de algunas operaciones de pesca realizadas desde la Región del Biobío al sur, pues pueden corresponder a capturas originadas al interior del área licitada y declaradas como fuera de ellas, lo que puede introducir sesgos en los análisis y entorpecer el entendimiento de la pesquería y del recurso. Esto podría tener solución con el uso de información de posicionadores digitales, sin embargo, estos no están operativos para toda la flota y existen limitaciones de acceso para el uso en investigación.

Asimismo, otros aspectos como el régimen de operación de las naves (tiempo de reposo, número de anzuelos calados, profundidad de pesca, entre otros); la composición de fauna en las capturas; el desarrollo gonádico de los ejemplares; la captura incidental de aves, mamíferos y reptiles; la depredación de captura por mamíferos; el descarte y otros, también son importantes de analizar. Sin embargo, los datos para estimar indicadores relacionados a estos temas solo se logran con embarques de observadores en los viajes de pesca, lo que es difícil de lograr por diversas razones, entre ellas, habitabilidad, condiciones de muestreo, seguridad y facilitación por parte de los operadores. Así, los indicadores acá reportados de índice gonadosomático, fauna acompañante y otros deben ser considerados como una referencia y no necesariamente como representativos de la pesquería, pues provienen de unos pocos viajes con observador embarcado, limitados a solo una pequeña fracción del área donde se realiza la actividad pesquera artesanal.

Finalmente, es necesario insistir que el proceso de monitoreo de esta pesquería debe ser revisado y ajustado dada las necesidades urgentes para dar continuidad a la actividad artesanal. Los



requerimientos del mercado y los acuerdos internacionales suscritos por Chile, así como los enfoques y planteamientos incorporados a la Ley de Pesca y Acuicultura en el 2013, deben conducir a la inyección de recursos adicionales para lograr una mayor cobertura de observadores a bordo de las naves que ejercen actividades sobre el recurso o bien, buscar y desarrollar tecnologías alternativas que permitan recopilar datos e información *in situ* requerida para levantar parte de los indicadores mencionados. Otra información, sin embargo, solo podrá ser recopilada por observadores a bordo, y la inyección de recursos no será suficiente si los operadores (armadores, pescadores e intermediarios), agentes facilitadores del monitoreo, no se convierten en partícipes y corresponsables en el avance necesario para dar cumplimiento a las distintas metas que se le han impuesto a la pesquería.

5.2.5 Diagnósis y perspectivas

La pesquería artesanal de bacalao de profundidad en el 2021 evidenció una recuperación importante hacia el segundo semestre de la temporada, impulsada por una mayor demanda y el consecuente aumento de los precios ofrecidos por los intermediarios.

A este mejor escenario en el mercado de bacalao, se sumó un buen desempeño de la flota, en términos de rendimiento de pesca, lo que permitió el consumo de buena parte de la cuota de captura autorizada para el área de pesca artesanal, alcanzando un 94%, una de las cifras más altas desde el año 2018. Sin embargo, las capturas aún mantienen una alta presencia de ejemplares juveniles y más aún, se registró en el 2021 una menor representación de ejemplares adultos en toda la costa, lo que debe ser mirado con atención, puesto que podría implicar que las mejores condiciones de comercialización pueden ser un incentivo a incrementar la presión de pesca sobre los juveniles, con el objeto de maximizar las capturas.

Con todo, si bien el escenario puede parecer favorable para el sector artesanal en términos de retorno en el corto plazo, es posible que se cimente un cierto nivel de riesgo para el recurso, pues un mercado en franca recuperación en términos de precios y a un incremento importante en los costos de operación, pueden generar incentivos para los pescadores a que se orienten a maximizar el rendimiento de pesca, sin tener en consideración el resguardo de aquellas clases de edad que aún no aportan a la renovación del stock. Esto, en el entendido de que un recurso que aún se encuentra en estado de sobreexplotación (Tascheri, 2022), este asunto puede ser más crítico dada las características de vida de la especie.

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

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 Diagnósis 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, N°23 del 2016 y N° 3 del 2021 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 2021, mediante la implementación de veda extractiva (Decreto Exento N° 3 del 2021 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 primer año en vigencia de la veda extractiva establecida para el recurso besugo (Decreto Exento N° 3 de 2021, Minecon), en continuidad a las medidas implementadas con anterioridad. 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

Durante el 2021 la cifra oficial de desembarque del recurso registró un notorio incremento con respecto a la temporada anterior, dato que confirma y refuerza la tendencia observada a partir de 2018, toda vez que las capturas monitoreadas durante el 2021 se aproximaron a aquellas reportadas durante el segundo periodo de entrada en vigor de la veda biológica establecida en el artículo 1° del decreto exento N°1.470 del 2010 (Minecon, **Figura 36**). Al respecto, de acuerdo con la información monitoreada, las capturas fueron realizadas principalmente por operaciones de pesca al interior de la zona 3 durante los meses junio, julio y octubre (**Tabla 12**), en donde el máximo rendimiento de pesca (t/h.a.) se registró durante este último mes en los caladeros ubicados al noroeste de la isla Mocha, aspecto



que contribuyó nuevamente a incrementar el nivel de este indicador para la zona 3 comparativamente con igual periodo 2020 (**Figura 37 y Figura 38**).

Tabla 12
Captura y desembarque mensual, por zona y total zona de besugo, año 2021.

Mes	Captura monitoreada (t) ¹				Desembarque Ind. U. Pesquería ²	
	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Total	Peces demersales	Todas
En		1,71		1,71	1,85	1,85
Fb		0,77		0,77	1,25	1,32
Mr		0,29		0,29	0,34	0,40
Ab				0,00	15,39	15,40
My		0,20		0,20	4,70	4,70
Jn		6,70		6,70	4,36	4,36
Jl		4,50		4,50	4,36	4,36
Ag		1,98		1,98	2,17	2,17
Sp						
Oc		51,04	0,96	52,00	18,48	18,48
Nv		0,00		0,00	24,13	24,13
Dc		0,42		0,42	0,48	0,49
Total		67,61	0,96	68,57	77,51	77,66

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

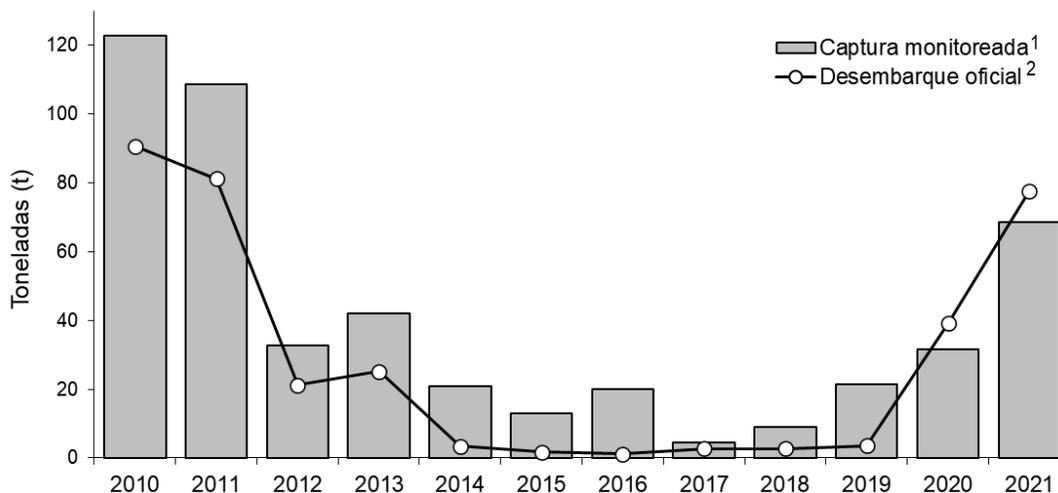


Figura 36 Desembarque oficial y captura monitoreada anual de besugo, periodo 2010-2021. Nota: Cifra de desembarque 2021 corresponde a información preliminar. Fuente ¹IFOP; ²Elaboración propia a partir de datos Sernapesca

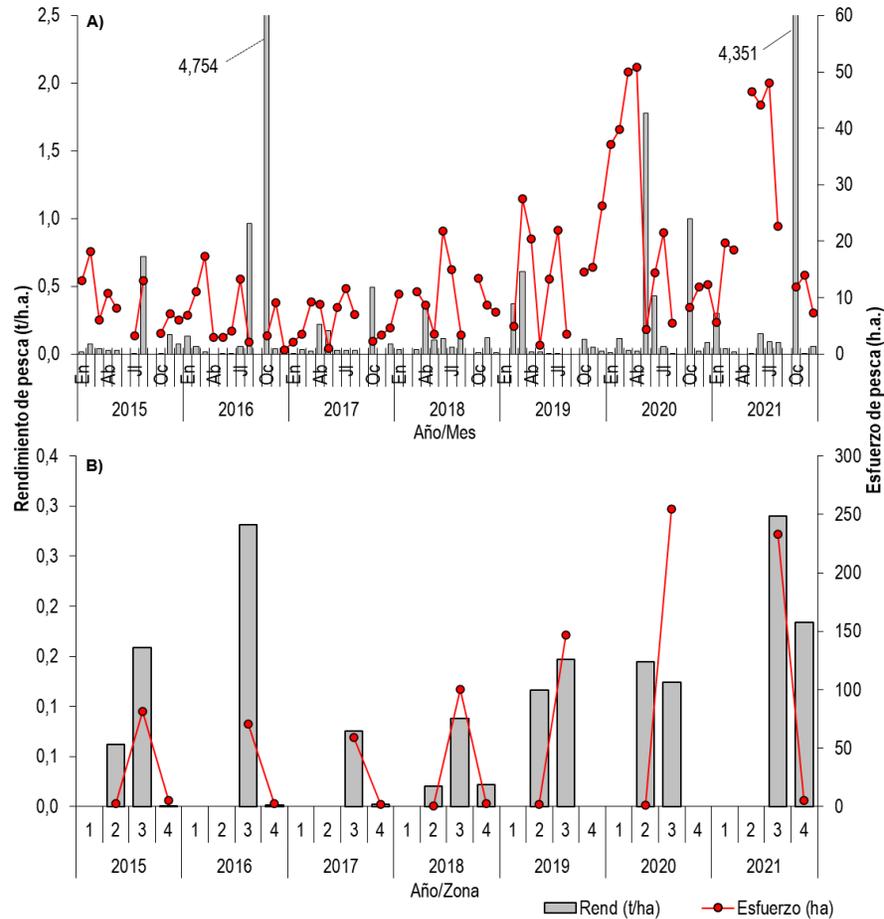


Figura 37 Rendimiento y esfuerzo de pesca mensual (A) y anual por zona (B), años 2015-2021. Fuente IFOP. Nota: bit3coras con OC embarcado complementadas con bit3coras autoreporte.

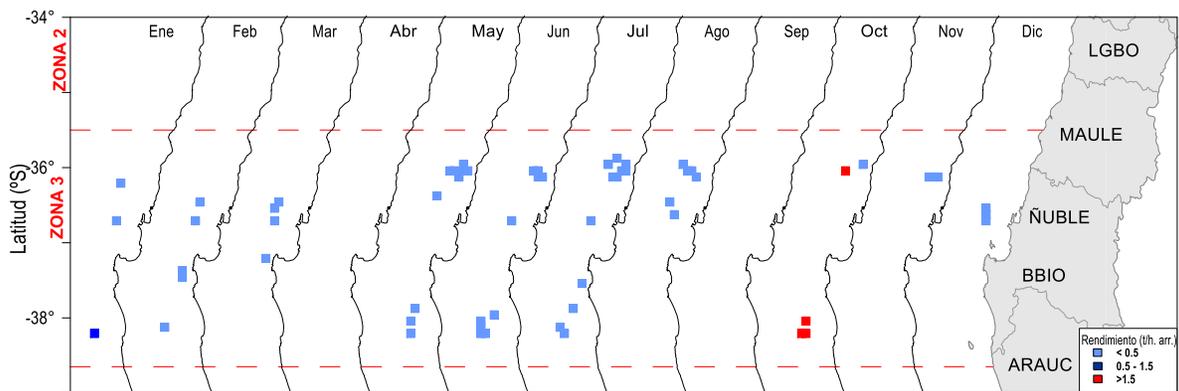


Figura 38 Distribuci3n espacial de niveles de rendimiento de pesca nominal de besugo, temporada 2021. Informaci3n agrupada en cuadr3culas de 5x5 mn. Fuente IFOP.



5.5.2 Indicadores biológicos

5.5.2.1 Composición de tallas de las capturas

a) Estructura de tallas

Durante la temporada 2021 al interior de la zona 3 se registró una distribución unimodal, compuesta principalmente por ejemplares adultos en torno a los 29 cm de longitud horquilla (LH), a partir de lo cual se observa un leve desplazamiento de la estructura muestral hacia tallas mayores, no obstante que la moda secundaria de ejemplares de mayor tamaño (≈ 35 cm LH) disminuye en relación con las temporadas anteriores. Si bien a nivel de estratos de profundidad esta última moda mantiene una importante presencia en los veriles más profundos (>350 m), el grueso de la estructura está compuesto por ejemplares capturados por debajo de los 250 m y en torno a 300-350 m de profundidad (**Figura 39**).

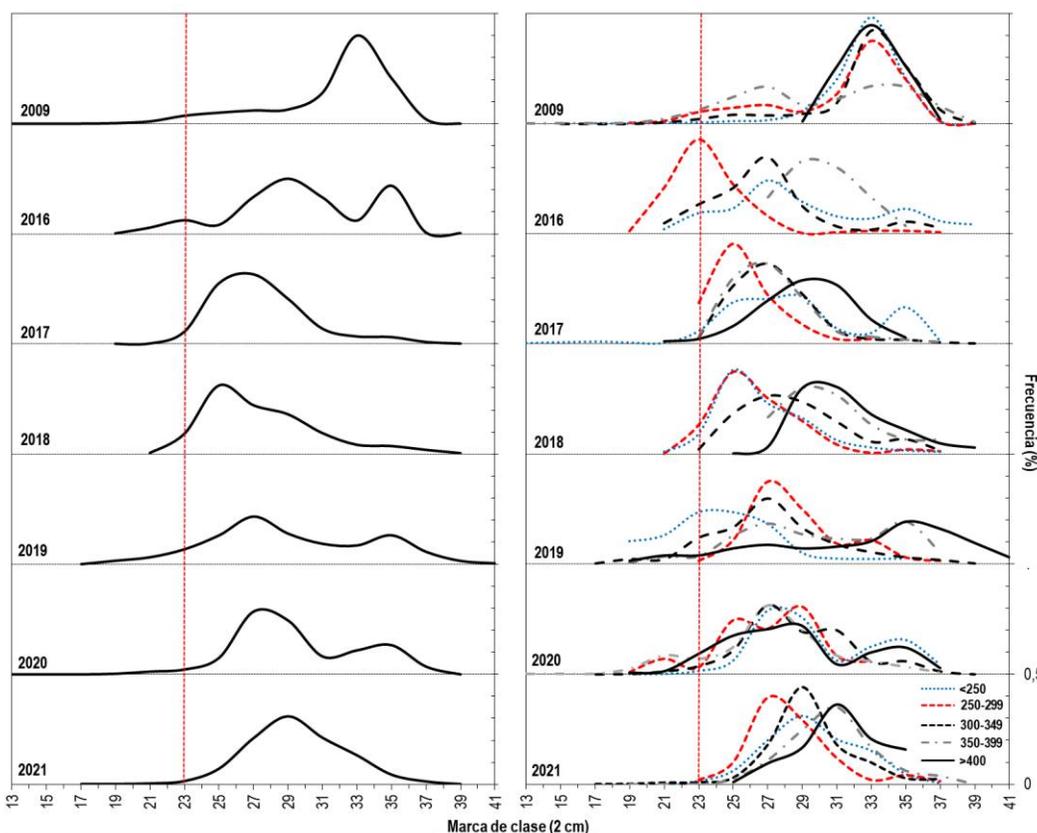


Figura 39 Distribución de frecuencia de talla anual y por estratos de profundidad de besugo para ambos sexos combinados en capturas industriales al interior de la zona 3, años 2009; 2016-2021. Nota: Línea vertical roja discontinua indica la talla de referencia estimada por Flores *et al.* 2015 (23 cm LH). Fuente IFOP.



b) Talla media y proporción bajo talla de referencia

La talla media para sexos combinados alcanzó un valor próximo al reportado durante la temporada 2020 y registró nuevamente una disminución en la proporción de ejemplares bajo talla de referencia en las capturas, toda vez que este último indicador alcanzó por vez primera desde la instauración de la veda biológica niveles por debajo del 0,01. Si bien esta situación marca un precedente en la historia reciente de la pesquería, no se debe perder de vista que la información proviene de actividades de pesca dirigidas a otros recursos (**Figura 40**).

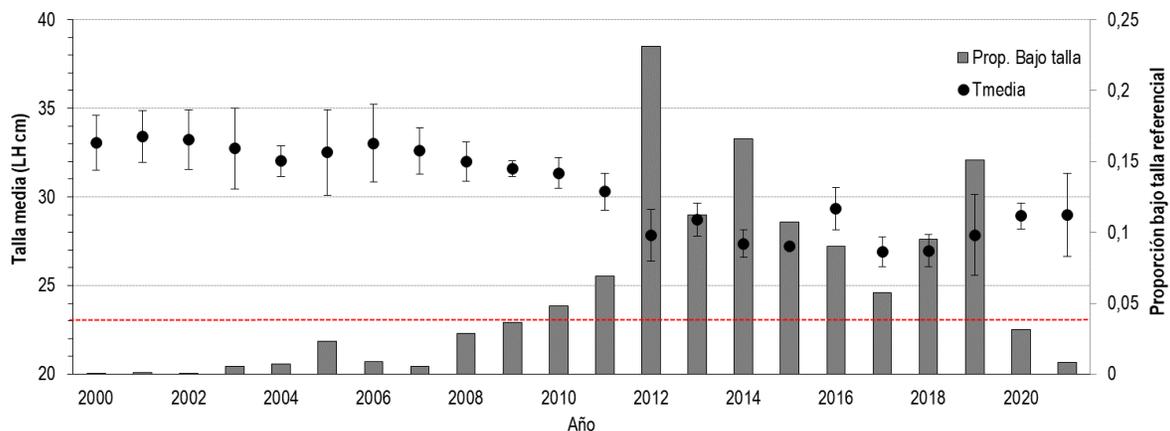


Figura 40 Talla media (Tmedia) y proporción bajo talla de referencia, periodo 2000-2021, ambos sexos combinados. Nota: Línea horizontal roja discontinua indica talla de referencia estimada por Flores *et al.* 2015 (23 cm LH). Líneas negras verticales representan intervalo de confianza al 95%. Fuente IFOP.

5.5.2.2 Condición reproductiva

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

La variación mensual histórica del índice gonadosomático (IGS) en hembras del recurso se caracteriza por el desplazamiento temporal del proceso reproductivo conforme avanza la talla de los ejemplares (Gálvez *et al.* 2013), aspecto que se encuentra influenciado por el rango batimétrico del cual provienen las muestras. Al respecto destaca del análisis no solo el incremento del indicador durante los meses de abril y mayo sobre los 250 m de profundidad en la cohorte asociadas a los 28 cm LH, sino que además la participación en los procesos registrados durante agosto y noviembre por la cohorte de los 35 cm LH (**Figura 41A**). Este patrón se manifiesta durante el 2021 con valores máximos del indicador IGS durante febrero, marzo y junio, lo que coincide con la presencia de ejemplares en proceso activo de maduración y en proceso de desove (**Figura 41B**).

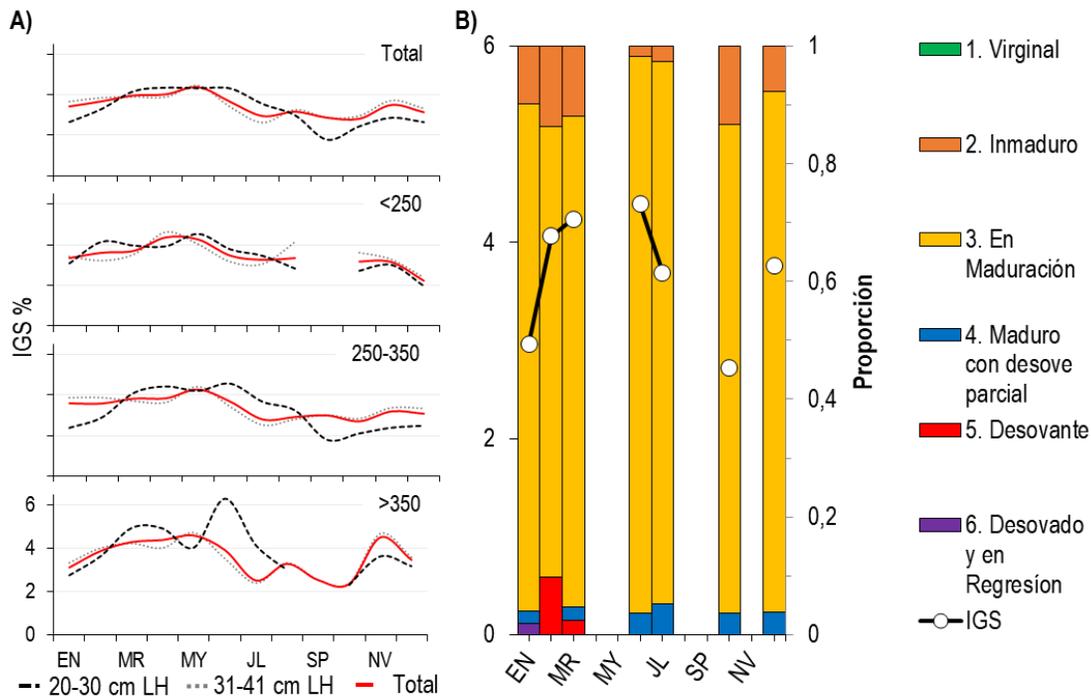


Figura 41 Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) por estratos de talla y rangos de profundidad, periodo 2000-2021 (A), junto a proporción de estados de madurez sexual (EMS) e (IGS) mensual, año 2021 (B). Hembras. Fuente: IFOP.

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 estados de madurez sexual (EMS) e incluyó información proveniente de todo el periodo 2021. 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 13**, mientras que la longitud media de madurez sexual ($L_{50\%}$) para sexos combinados se entrega en la **Figura 42**. Al respecto la $L_{50\%}$ se alcanzó a los 24,3 cm LH, con un IC95% de 23,6 y 24,8 cm, similar al valor estimado para la temporada 2020 (**Figura 43**).



Tabla 13
Parámetros de la ojiva de madurez y longitud media $L_{50\%}$ de madurez sexual de besugo. Año 2021.

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
2021	Hembras	406	-12,81	1,716	0,55	0,066	23,4	22,4	24,1
	Machos	170	-11,40	2,106	0,44	0,079	25,9	24,9	26,7

Fuente IFOP.

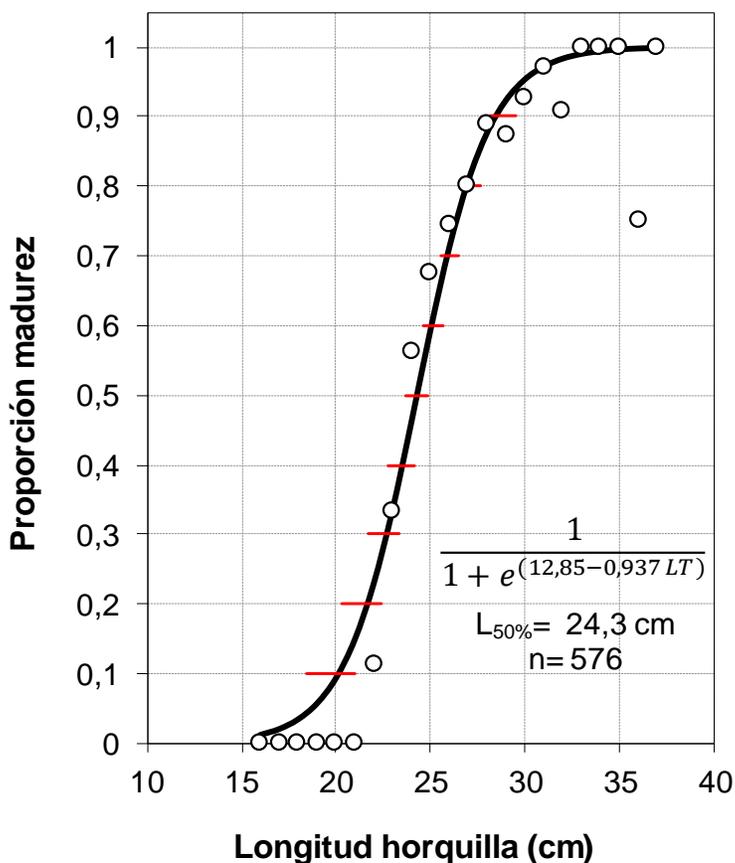


Figura 42 Ojiva de madurez sexual a la talla para sexos combinados, periodo 2021. Líneas rojas horizontales representa el intervalo de confianza al 95%. Fuente IFOP.

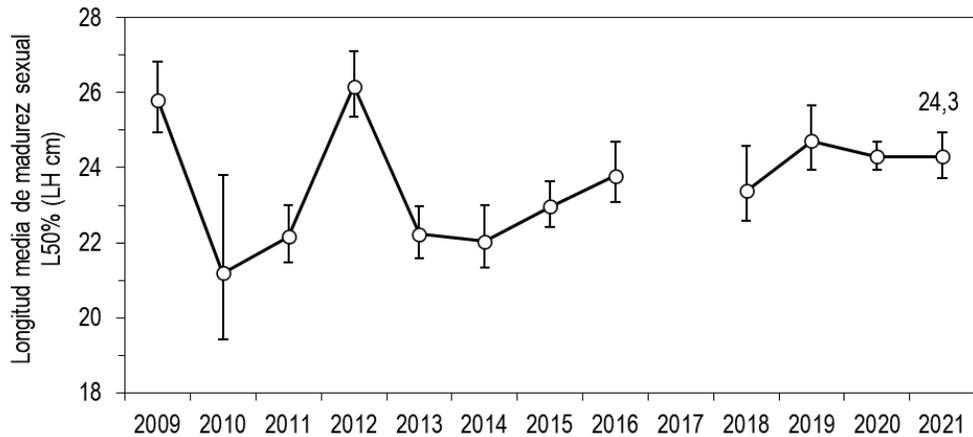


Figura 43 Estimados globales de L_{50%}. Líneas verticales representan intervalo de confianza al 95%. Periodo 2009-2021. Fuente IFOP.

La **Figura 44** muestra que los individuos capturados hembras de besugo en el 2021 alcanzaron la edad media de madurez (E_{50%}) a los 4,78 años de vida, muy por debajo a lo reportado por Moyano et al., (2020), donde indica una madurez media para el besugo de 9,3 años y a lo mostrado en las muestras analizadas históricamente para el seguimiento del besugo. Se puede observar que en los muestreos el 92% de los individuos presentan un estado maduro, incluidos individuos de 22 a 24 cm de longitud horquilla, los cuales históricamente la mayor proporción de estos era una condición de inmaduros.

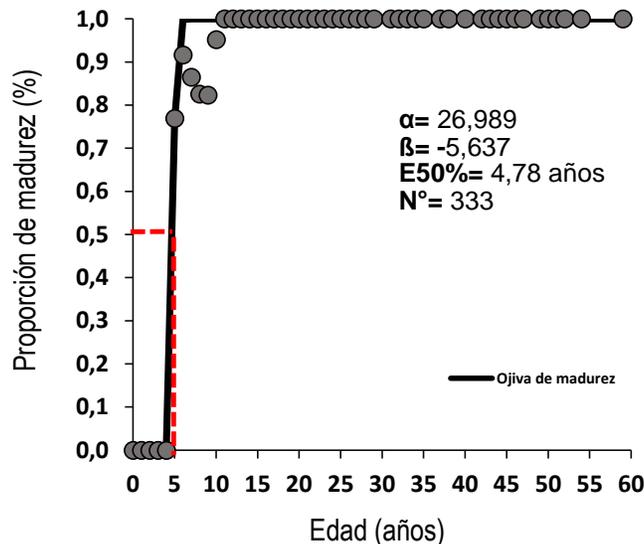


Figura 44 Ojiva de madurez sexual a la edad (años) para hembras de besugo, periodo 2021. Fuente IFOP.



5.5.2.3 Estructura de edad en las capturas

a) Descripci3n de las muestras analizadas

Para la estimaci3n de la edad de las capturas de besugo se analizaron un total de 450 otolitos (< 28,5% al 2020), donde el 26% correspondi3 a machos y el 74% a hembras, proporci3n m1s desequilibrada a la presentada el 2020 (37% machos y 63% hembras). El rango de longitud estuvo entre los 21 a los 36 cm LH en sexos combinados, rango menor al registrado el 2020 (16 - 37 cm LH). La longitud media para machos fue de 27 cm y en las hembras de 29 cm (**Figura 45a**).

De las muestras analizadas, hubo disponibilidad en 7 meses del a1o. El mes de octubre se obtuvieron la mayor cantidad de muestras, representando el 27% del total de los otolitos analizados. Por otra parte, en diciembre se obtuvieron los ejemplares de mayor tama1o, con una media de 31,1 cm LH, y en marzo los de menor tama1o con una longitud horquilla media de 26,9 cm para ambos sexos. (**Figura 45b**).

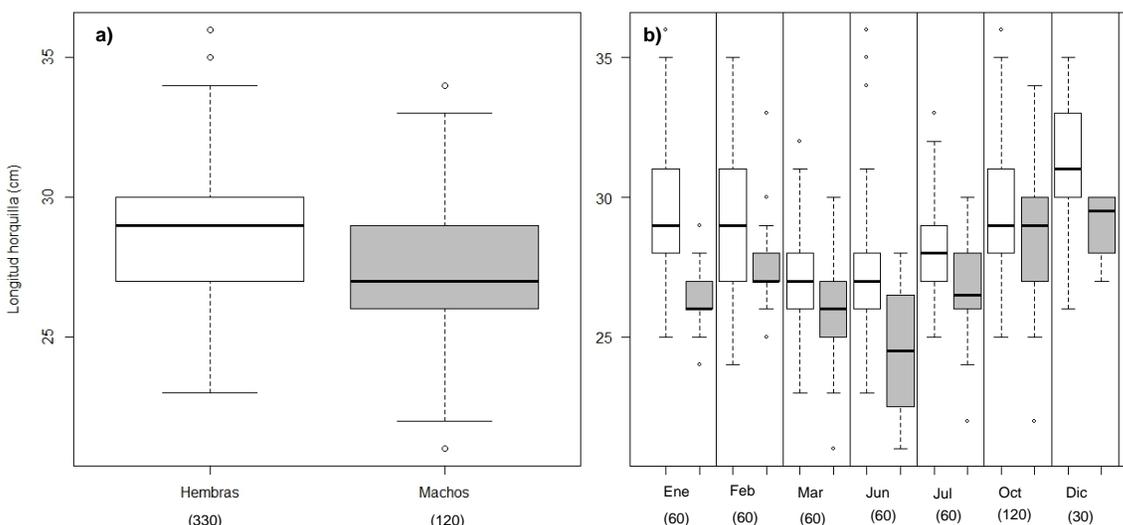


Figura 45 Rango de longitudes asociados a los ejemplares utilizados para la determinaci3n de edad de las capturas en besugo en la temporada 2021. Donde: a) distribuci3n de longitudes por sexo (machos y hembras) y b) distribuci3n de longitudes por meses del a1o para machos y hembras, los valores en par3ntesis en el eje inferior representan el n1mero de otolitos analizados por sexo y mes seg1n corresponda.

La frecuencia porcentual obtenida de los muestreos de longitud, evidenciaron una distribuci3n similar a la frecuencia de los individuos utilizados en la estimaci3n de edad (otolitos analizados) (**Figura 46**). A trav3s del estadístico no param3trico Wilcoxon, se demostr3 que no hay diferencias significativas entre ambas distribuciones, tanto para hembras como machos con un $p=0,90$ y $p=0,64$



respectivamente. Por lo tanto, las muestras analizadas a la edad para el a1o 2021, procedente del an1lisis de otolitos de besugo, guarda estructuralmente relaci3n con el muestreo de longitud.

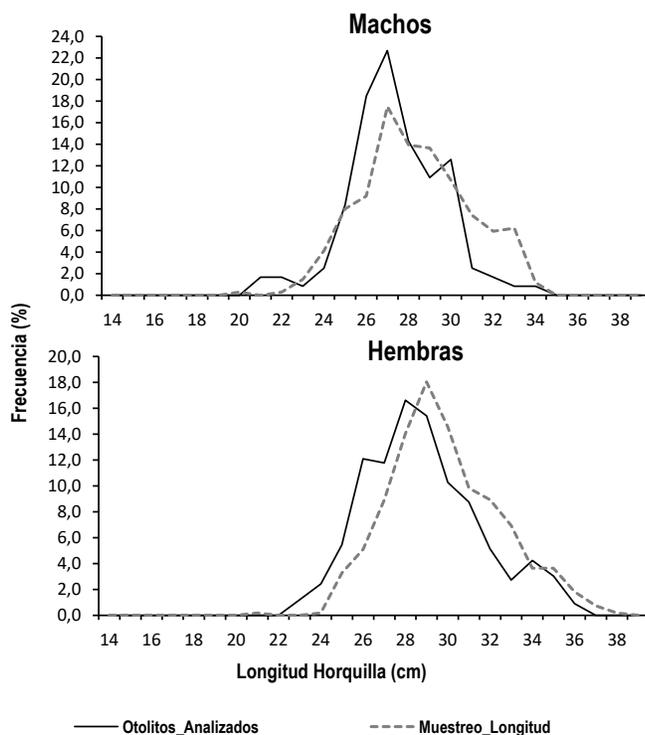


Figura 46 Comparaci3n en la distribuci3n de frecuencia porcentual de longitudes de peces objeto de lectura de edad (frecuencia otolitos analizados) y las longitudes de peces derivados de los muestreos de longitud, provenientes de las capturas de besugo, 2021.

b) Funci3n longitud - peso

Los valores observados y par1metros obtenidos para machos, hembras y sexos combinados de las relaciones entre el peso total (g) con la longitud horquilla (cm) de los peces muestreados biol3gicamente se entregan en la **Figura 47**.

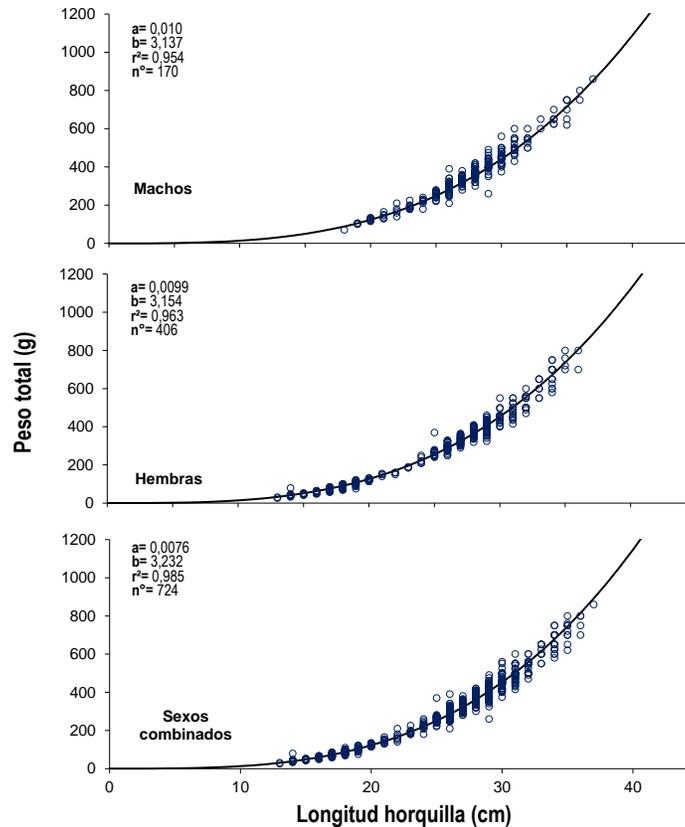


Figura 47 Dispersi3n de las variables longitud horquilla (cm) – peso total (g) para besugo (macho, hembra y sexos combinados) y los par3metros obtenidos de estas relaciones. Zona demersal centro sur, 2021. La l3nea negra representa la curva te3rica obtenida de los par3metros.

De los par3metros de la relaci3n longitud peso, se obtuvieron los pesos promedio para machos y hembras para el a3o 2021, los que fueron de 360 g y 337 g respectivamente. En el caso de los machos el peso para el 2021 aumento en un 10% con respecto al 2020 (323 g), lo contrario aconteci3 con las hembras ya que su peso promedio disminuy3 en un 28% con respecto al 2020 (470 g).

c) Desembarque en peso y n3mero de individuos a la edad

En la **Figura 48** se presentan los valores de desembarque en peso (t) y n3mero de ejemplares, adem3s del peso promedio de sexos combinados a partir del a3o 2010, donde se instaura la veda biol3gica del recurso. Se puede observar que en los primeros a3os se llevan a cabo los mayores niveles de desembarque. Ya como fauna acompa3ante de la merluza com3n esto cambia dr3sticamente, y el a3o 2014 se registra los niveles m3s bajo de captura, manteni3ndose hasta el 2019. Sin embargo, los dos 3ltimos a3os se ha alcanzado niveles similares al 2010 (80 t). Con respecto a los pesos medios, estos han mantenido una tendencia a la baja desde el 2019, debido a la aparici3n de ejemplares m3s j3venes en los muestreos de longitud.

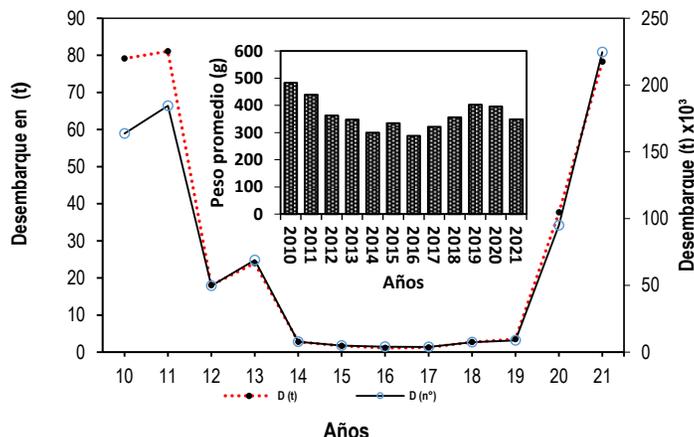


Figura 48 Desembarque en peso (t), número ejemplares y los pesos promedios de las capturas de besugo a partir de la aplicación de la veda biológica en el año 2010 hasta el 2021 para ambos sexos.

Los valores desembarque en peso (t) para machos y hembras de besugo provenientes de la fauna acompañante de la flota de arrastre centro sur para el 2021 son de 30,739 t y 46,924 t respectivamente. Y en número de ejemplares corresponde a 85.414 individuos machos y 139.146 hembras. Cifras muy superiores a las registradas el año 2020 (> 50%), las cuales en machos representaron un desembarque de 11,928 t y en hembras de 27,263 t. (Sernapesca, 2021).

Las composiciones del desembarque en número de individuos por de edad para machos y hembras del año 2021 muestra que las capturas estuvieron representadas por individuos correspondientes a los grupos de edad 4 a 64 años en ambos sexos. Las edades con aporte $\geq 5\%$ en la estructura constituyen un 84% del desembarque de machos y está sustentado principalmente por los grupos de edad entre los 4 a 20 años, rango mayor a la presentado el 2020 (4 a 16 años). Para el caso de las hembras, los grupos de edad con aporte $\geq 5\%$ son entre 4 a 24, aportando en total un 86,39% de las capturas de hembras. Registros muy similares a los mostrados el año 2020, solo que este año se excluyó el grupo de edad 44.

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 35% y las hembras desde los 10% a 22%.

En la **Figura 49** 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 cuatro años del seguimiento (2018 al 2021). Se puede observar claramente que los individuos capturados han tendido a individuos más jóvenes con el transcurso de los años. para el año 2000 la moda principal era del grupo de edad 36, para el 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 8 y 12.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

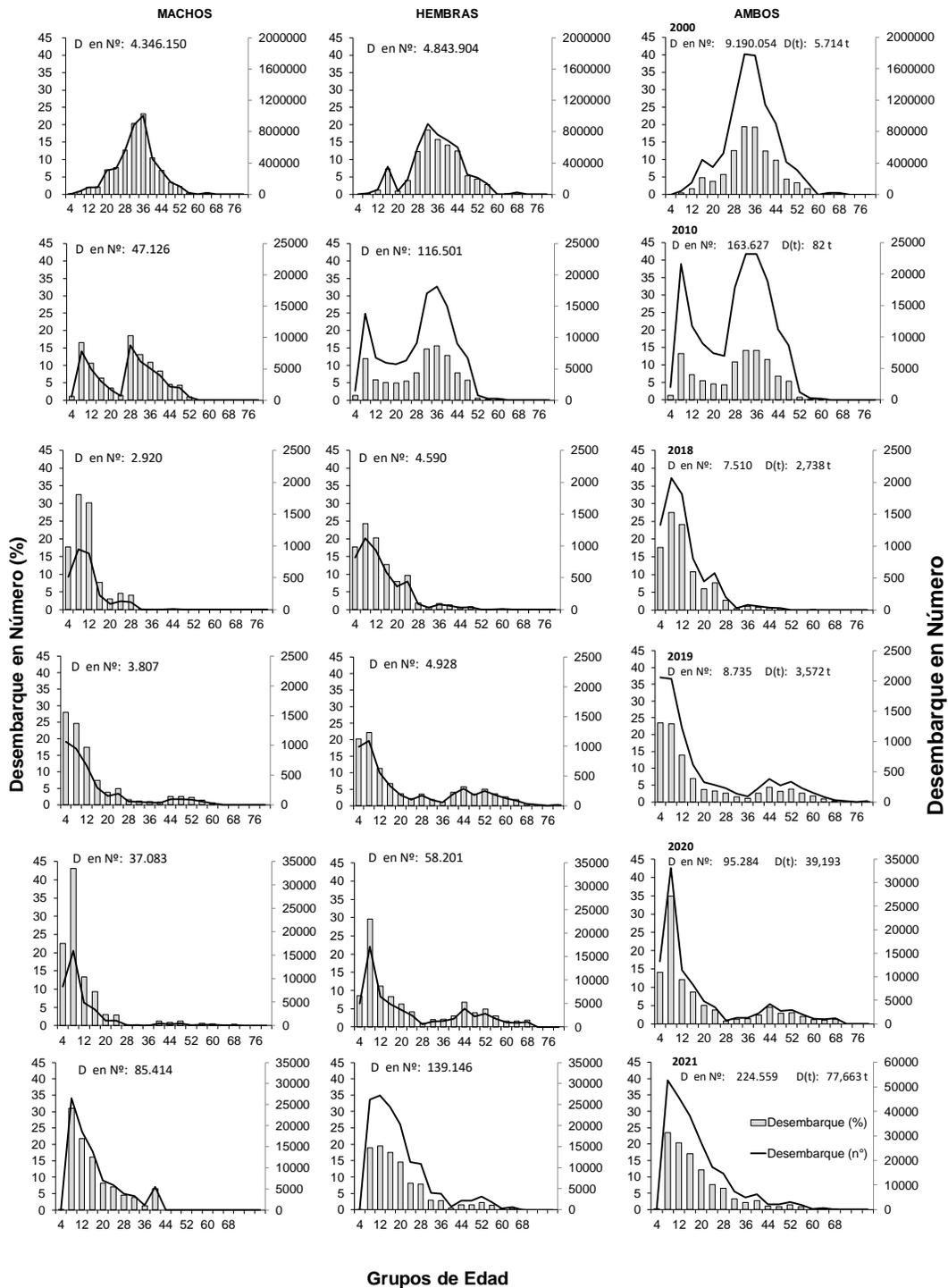


Figura 49 Composici3n del desembarque porcentual y en n3mero al grupo de edad de besugo (machos, hembras y sexos combinados), para los a3os 2000, 2010 y el periodo 2017 al 2021.



d) Funci3n del crecimiento a la edad

La **Figura 50** indica la relaci3n lineal existente entre el radio m1ximo del otolito (dmo) y la longitud horquilla del pez (cm) para las 450 muestras analizadas el a1o 2021, con un coeficiente de determinaci3n (r^2) $\geq 0,77$ para sexos combinados. Relaci3n 3ptima para el uso de retro-c1culo (Hunt, 1978), permitiendo obtener informaci3n de las longitudes en los ejemplares m1s j3venes de la poblaci3n, los cuales no aparecen frecuentemente en la pesquer1a de besugo. Las longitudes observadas y retro-calculadas corregidas para ambos sexos se pueden observar en los informes de edad y crecimiento de besugo 2018.

La **Figura 51** muestra la relaci3n entre las variables longitud horquilla del pez (cm) y la edad observada (a1os) y edades retro calculadas que permiten obtener las primeras edades del besugo que no aparecen en las capturas, metodolog1a empleada por Moyano et al., 2018. Adem1s, se presenta la curva ajustada de crecimiento para machos y hembras. Los par1metros de crecimiento estimados para machos con edades retro calculadas para el 2021, indican una longitud asint3tica (L^∞) de 30,99 (LH, cm), la tasa de crecimiento anual (k) es de 0,23 y la edad te3rica (t_0) a la longitud cero es de -0,697. En el caso de las hembras presentaron una longitud asint3tica (L^∞) de 32,754 (LH, cm), la tasa de crecimiento anual (k) es de 0,18 y la edad te3rica (t_0) a la longitud cero es de -0,09.

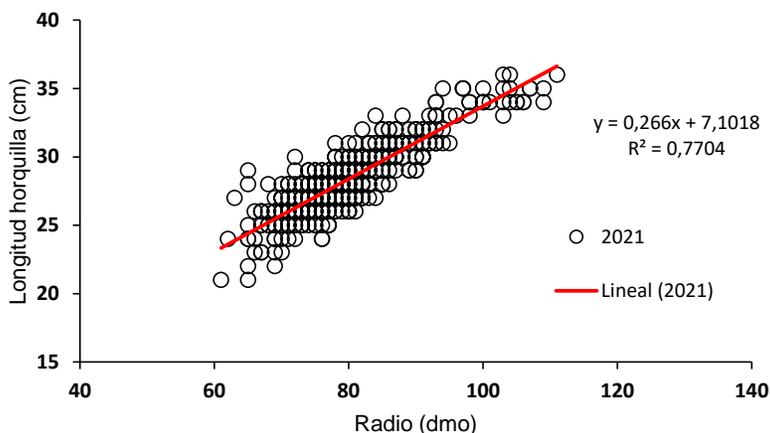


Figura 50 . Relaci3n entre el radio m1ximo (dmo) y longitud horquilla (cm) para sexos combinados de besugo, a1o 2021. La l1nea roja representa la tendencia lineal entre las variables, incluye par1metros de la relaci3n de las variables.

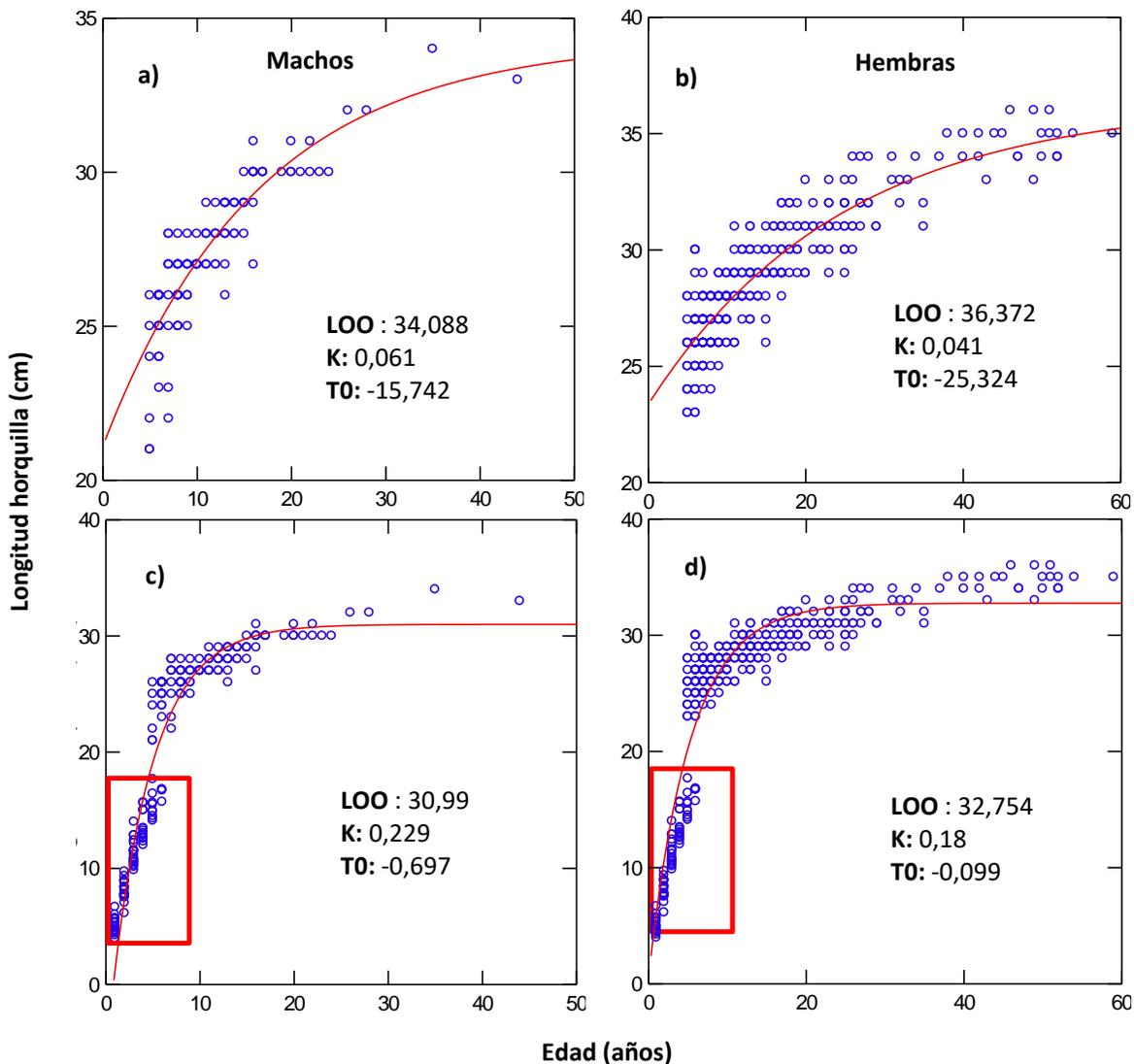


Figura 51 Relaci3n entre las variables longitud horquilla pez (cm) y edad pez (años) para machos y hembras de besugos recolectados para lecturas de otolitos del ańo 2021. Lnea roja: Representa la curva de crecimiento ajustada por el modelo vB tradicional. (a y b) modelo ajustado con longitudes observadas y (c y d) Modelo ajustado con longitudes retrocalculadas (cuadro rojo).



5.5.3 Análisis y discusión de la pesquería

Durante el periodo 2010-2020 la actividad pesquera sobre el besugo se encontró restringido producto de la implementación sucesiva de vedas biológicas (Decretos Exentos N°1.962 del 2009; N°1.470 del 2010; N°04 del 2012; N°167 del 2013, Minecon) y extractivas (Decreto Exentos N° 10 del 2014 y N° 23 del 2016, Minecon), las cuales autorizaron el desembarque del recurso únicamente como fauna acompañante en actividades dirigidas con red de arrastre a crustáceos y peces demersales, tanto para el sector industrial como artesanal (además de aquellas con palangre y espinel respectivamente), toda vez que durante la duración de dichas vedas estuvo permitido la extracción de un máximo anual en toneladas acotado a ciertos porcentajes medidos en peso en relación con la especie objetivo por viaje de pesca. No obstante, a partir de la promulgación del Decreto Exento N° 3 del 2021 (Minecon), la veda extractiva que aplica sobre el recurso no estipula un máximo anual de toneladas a ser extraído y solo se restringe a un porcentaje respecto de la captura total, por mes calendario, de cada nave o embarcación, en la captura a todas las pesquerías nacionales (máximo de 0,5%) (Decreto exento N° 27 del 2021, Minecon), medida que busca recopilar antecedentes biológicos y pesqueros para la actualización del estado de conservación (Artículo 4). A raíz de esta modificación, durante la temporada 2021 el nivel de desembarque de este recurso registró un importante incremento y se aproximó a los niveles de desembarque observado durante los primeros años de implementación de la veda biológica, dando cuenta, como ha sido reportado con anterioridad (Galvez et al., 2021) de operaciones de pesca en caladeros puntuales entre Lebu e Isla Mocha. No obstante, se debe tener en cuenta que, si bien este escenario pudiese ser útil en la visibilización, registro y caracterización de las capturas de besugo mediante la disminución del descarte, cualquier acción desmedida en relación a la tasa de explotación podría tener graves consecuencias sobre el horizonte de recuperación planteado por Tascheri y Flores (2013).

La composición de tallas registrada durante la temporada 2021 se caracterizó por el desplazamiento de la moda principal hacia longitudes mayores y por la disminución de la proporción de ejemplares por debajo de la talla referencial en las capturas, toda vez que la moda de ejemplares adultos en torno a los 35 cm LH disminuyó notoriamente en relación al periodo 2020. Al respecto, se debe tener en consideración que la información utilizada para el indicador es dependiente de la intencionalidad de captura, en el que juega un aspecto fundamental la profundidad de operación de pesca debido a como se distribuye ontogénicamente el recurso sobre el talud continental.

La condición reproductiva del recurso es también otro aspecto fundamental relacionado con las perspectivas de una explotación sustentable, en el que de igual forma la distribución batimétrica y la proporción de estas dos cohortes (29 y 35 cm LH) adquiere mayor relevancia, dada la ciclicidad diferencial que presenta el proceso reproductivo dependiendo del tamaño de los ejemplares participantes, como revelan estudios basados en indicadores microscópicos y en el índice gonadosomático (Gálvez *et al.*, 2013; Flores *et al.*, 2015). Esta característica podría explicar la presencia casi ininterrumpida de estados desovantes a lo largo de la serie histórica mensual, lo cual desde una perspectiva bioenergética es a todas luces un aspecto contraintuitivo dado que en algún momento las hembras deben experimentar una fase de reposo gonadal (McBride *et al.*, 2013).



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 al no presentar este un buen ajuste debido posiblemente a una mayor dificultad en la asignación de estadios macroscópicos como se menciona en Brown-Peterson *et al.* (2011). Al respecto se debe considerar además que durante la presente temporada -y al igual que periodos anteriores- se optó por utilizar en la estimación de la ojiva 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, al no considerar el periodo de máxima actividad reproductiva (Hunter y Macewicz, 2003).

Respecto de la edad media de madurez sexual se observó nuevamente la disminución del indicado, toda vez que alcanzó el valor más bajo calculado para la serie histórica. 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 *et al.*, 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.

Por último, cabe mencionar que las funciones que relacionan el peso del pez con su longitud horquilla presentaron un buen ajuste ($r^2 \geq 0,97$), toda vez que fueron las hembras del recurso las que presentaron una mejor relación con un $r^2 = 0,98$, además de presentar un peso promedio superior a los machos (alrededor del 21%), y cuyos valores fueron de 470 g y 323 g respectivamente. En el caso de los machos el peso para el 2021 se redujo en un 10% con respecto al 2020 (355 g), lo contrario aconteció con las hembras ya que su peso promedio aumento en un 4% con respecto al 2020 (451 g).

Con respecto a la estructura de edad de la población, se observó un quiebre en la estabilidad registrada durante los últimos cuatro años, toda vez que la representación de los grupos de edad se expandió hacia los 24 años. No obstante, cabe destacar que, si bien el incremento de los GE VIII al XXIV en las capturas observado durante el 2021 podría ser considerado como un aspecto positivo, se debe tener en cuenta que el aporte de dicha fracción a la capacidad de renovación de la población no hay sido estudiado, no obstante que diversos estudios en otros recursos indican la relación entre el tamaño de las hembras y el potencial reproductivo de las especies, por lo que este tipo de señales deben ser miradas con precaución (Melhaut *et al.*, 2010; Cooper *et al.*, 2013; Serrat *et al.*, 2019).



5.5.4 Diagn3sis y perspectivas

La pesquería de besugo durante el 2021 evidenci3 un importante incremento en los niveles de captura, impulsado por modificaciones normativas tendientes a obtener mayor informaci3n de cara a una reevaluaci3n del estado de conservaci3n. No obstante, debido a las característicade vida que presenta este recurso es importante cautelar las tasas de remoci3n. Al respecto, es importante además revisar y actualizar el proceso de monitoreo acorde a los objetivos que se buscan, para lo cual se requieren recursos adicionales para lograr una mayor cobertura de observadores a bordo de las naves que ejercen actividades sobre el recurso o bien, buscar y desarrollar tecnologías alternativas que permitan recopilar datos e informaci3n *in situ* requerida para levantar los indicadores necesarios.

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.
- Aguayo, M. y Cid, L. (1990). Recopilación, proceso y análisis de los antecedentes biológico-pesqueros en la pesca exploratoria de bacalao de profundidad (N/P Frioaysén 18). Informe técnico final. IFOP. 39 p.
- 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.
- 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.
- Bernal, C., Román, C., San Martín, M., Escobar, V., Vargas, C., Adasme, L., López, J., Azócar, J., Saavedra, J., Barraza, A., Daza, E. y Almonacid, E. (2020). 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 2019-2020. Convenio de desempeño 2019. Subsecretaría de Economía y EMT. IFOP, Informe final: 278 p.
- Bernal, C., Román, C., San Martín, M., Escobar, V., Vargas, C., Adasme, L., López, J., Azócar, J., Saavedra, J., Barraza, A., Daza, E. y Almonacid, E. 2021. Informe final Sección 2. Programa de investigación y monitoreo del descarte y de la captura de pesca incidental en pesquerías demersales y aguas profundas, 2020-2021. Convenio de desempeño 2020. Subsecretaría de Economía y EMT. IFOP, Informe final: 249 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., 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 – Requirente: 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 – Requirente: 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 – Requirente: 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 – Requirente: 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 – Requirente: Subsecretaría de Economía y EMT.
- Céspedes, R., Chong, L., Gálvez, P., San Juan, R., Ojeda, V., Moyano, G., Muñoz, L., y Bravo, R. (2020). Convenio de desempeño 2019. Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección VI: Recursos de Aguas Profundas, 2019. Ejecutor IFOP – Requirente: 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.
- Collins, M., Brickle P., Brown J. and Belchier, M. (2010). The Patagonian Toothfish: Biology, Ecology and Fishery. In: M Lesser (Ed.) *Advances in Marine Biology*, Volume 58, pp. 229–289. Academic Press.
- Cooper, W., Barbieri, L., Murphy, M. & Lowerre-Barbieri, S. (2013) Assessing stock reproductive potential in species with indeterminate fecundity: Effects of age truncation and size-dependent reproductive timing. *Fish. Res.* 138, 31–41.
- 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° l.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.

Decreto exento N° 03 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, 21 de enero de 2021.

Decreto exento N° 23 Establece porcentajes de desembarque de alfonsino y besugo como fauna acompañante de pesquerías que indica del Ministerio de economía, Fomento y Turismo; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial de la República de Chile, 10 de marzo de 2021.

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 Détat. 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.
- Hubold, G. & Tomo, A. (1989). Age and growth of Antarctic silverfish *Pleurogramma antarcticum*, from the southern Weddell Sea and Antarctic Peninsula. Polar Biology, 9: 205-212.
- 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., edr. 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 arctic, Antarctic and deep-sea fishes. *Evolution*, 7: 328-341.
- Mcbride, R., Somarakis S., Fithugh R., Albert A., Yaragina N., Wuenschel M., Alonso-Fernandez A. & Basilone G. (2013). Energy acquisition and allocation to egg production in relation to fish reproductive strategies. *Fish Fish.* 16, 23–57 (2015).
- Mehault, S., Dominguez-Petit, R., Cerviño, S. & Saborido-Rey, F. (2010). Variability in total egg production and implications for management of the southern stock of European hake. *Fisheries Research* 104 (1-3): 111–122.
- 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. (2018). 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. *Stockholm: Proceedings of the V Congress European of Ichthyology*, 381-390.
- North, A. (1991). Review of the early life history of 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 Bravo R. 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.
- Permitin, Y. (1974). Fecundity and reproductive biology of icefish (Chaenichthidae) of the Scotia Sea (Antarctica). *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 Environmental 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 mammals 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.
- 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.
- San Juan, R., Céspedes, R., Gálvez, P., Ojeda, V., Moyano, G., Cong, L., Muñoz, L., y Bravo, R. (2021). Convenio de desempeño 2020. Programa de Seguimiento de las principales Nacionales, año 2020. Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección VI: Recursos de Aguas Profundas, 2020. Ejecutor IFOP – Requirente: Subsecretaría de Economía y EMT.
- Serrat, A., Saborido-Rey, F., Garcia-Fernandez, C., Muñoz, M., Lloret, J., Throsen, A. & Kjesbu, O. (2019). New insights in oocyte dynamics shed light on the complexities associated with fish reproductive strategies. *Sci Rep* 9, 18411. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54672-3>.
- Shandikov, G., & Faleeva, T. (1992). Features of gametogenesis and sexual cycles of six notothenioid fishes from East Antarctica. *Polar Biology*, 11: 615-621.
- 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 (2022). Estado de situación de las principales pesquerías chilenas, 2021.



- Sutinen, J., & Soboil, 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., y Flores, A. (2013). Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2013. Besugo 2013. (Informe Final, Subsecretaría de Economía y EMT). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- 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., (2021). Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2021: Bacalao de profundidad, 2021 (Documento Técnico Consolidado, Convenio de Desempeño 2020, 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.
- Tixier, P., Burch, P., Richard, G., Olsson, K., Welsford, D., Anne Lea, M., Hindell, M., Guinet, C., Janc, A., Gasco, N., Duhamel, G., Ching, M., Suberg, L., Arangio, R., Söffker, M. & Arnould. (2019). Commercial fishing patterns influence odontocete whale longline interactions in the Southern Ocean. www.nature.com/scientificreports/ (2019): 9:1904 <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36389-x>.



- Trippel, 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° L.S. Informe final (FIP), IFOP, 40 p.
- Young, Z., González, M. y Gálvez, P. (1998). Análisis de la pesquería de bacalao de profundidad en la zona sur-austral. Informe final FIP 1996-40, IFOP, 54 p.
- 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