



INFORME TÉCNICO FINAL

Convenio de Desempeño 2020
Programa de Seguimiento de las principales Pesquerías
Nacionales, año 2020. Pesquerías Demersales
y Aguas Profundas

Sección VI: Pesquería de Aguas Profundas, 2020

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Octubre-2021



INFORME TÉCNICO FINAL

Convenio de Desempeño 2020
Programa de Seguimiento de las principales Pesquerías
Nacionales, año 2020. Pesquerías Demersales
y Aguas Profundas

Sección VI: Pesquería de Aguas Profundas

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Octubre-2021

REQUIRENTE

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

Subsecretario de Economía y EMT
Julio Pertuzé Salas

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Luis Parot Donoso

Jefe (I) División Investigación Pesquera
Sergio Lillo Vega

JEFE DE PROYECTO

Patricio Gálvez Gálvez



SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Octubre 2021

AUTORES

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

COLABORADORES

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

PRESENTACIÓN DEL INFORME

En el marco del Convenio de Desempeño 2020 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 2020. Pesquerías demersales y aguas profundas”, se editó en seis secciones independientes. Este documento reporta la Sección VI: Pesquería de Aguas Profundas. Las bases de datos asociadas a estas pesquerías se entregan en la Sección I.

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



ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE GENERAL	I
1. RESUMEN EJECUTIVO	1
2. INTRODUCCIÓN	6
3. OBJETIVOS	9
3.1 Objetivo general.....	9
3.2 Objetivos específicos	9
4. METODOLOGÍA	11
4.1 Unidades de estudio	11
4.2 Área de estudio (componente espacial)	12
4.3 Componente temporal	13
4.4 Componente sector productivo.....	13
4.5 Período de monitoreo	14
4.6 Estudio de interacción con mamíferos marinos	14
5. RESULTADOS	19
5.1 Pesquería industrial de bacalao de profundidad	19
5.1.1 Indicadores pesqueros.....	19
5.1.2 Indicadores biológicos	25
5.1.3 Indicadores ecosistémicos	37
5.1.4 Análisis y discusión de la pesquería.....	40
5.1.5 Diagnóstico y perspectivas	40
5.2 Pesquería artesanal de bacalao de profundidad	47
5.2.1 Indicadores pesqueros.....	47
5.2.2 Indicadores biológicos	53
5.2.3 Indicadores ecosistémicos.....	61
5.2.4 Análisis y discusión de la pesquería.....	63
5.2.5 Diagnóstico 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 discusión de la pesquería.....	84
5.5.4 Diagnóstico 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 2020. 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 2020 el sector industrial fábrica en el área lícitada (47°00'-57°30' S) desembarcó un total de 1.209 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 2013. No obstante, la incertidumbre respecto de los niveles de capturas del recurso debido a la interacción de los mamíferos, los indicadores del monitoreo de la pesquería muestran rendimientos de pesca -que en los últimos años- ha tendido a un gradual aumento, 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 2016-2020, las estimaciones de depredación fluctuaron un 18% y 42%. Para la muestra de viajes monitoreados el 2019 y 2020 la captura depredada se estimó en 65 t y 93 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° 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

Los resultados durante la temporada 2020, la pesquería artesanal de bacalao de profundidad mostró una agudización de la contracción registrada en el 2019. Los indicadores de desembarque y de consumo de cuota cayeron a niveles nunca vistos en la historia de esta pesquería. El brote de Covid-19 y la declaración de pandemia por parte de la OMS, profundizó la caída de la demanda internacional y generó una nueva contracción de los precios a nivel global

El desembarque anual 2020 para la flota significó un consumo del 32% en el área de la pesquería artesanal (APA) y del 73% en el área licitada, inferior a lo reportado en el 2019. En el APA Este descenso se evidenció en todas las zonas de análisis definidas, en donde la zona de pesca 1 fue la más afectada (-85%).

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, se registró una disminución de la cobertura de monitoreo, producto de la contracción de la pesquería y a las restricciones sanitarias implementadas por la pandemia Covid-19. Con todo, la cobertura de muestreo alcanzó el 29% y 22% en términos de viajes y captura, respectivamente.

Los rendimientos de pesca registraron patrones disímiles por zona, con una estratificación espacial del indicador, con valores mayores hacia las zonas más meridionales de la pesquería. En el contexto temporal, en la norte este indicador se ha observado estable, mientras en la zona centro sur ha mostrado un incremento significativo desde el 2019. En contraposición a estas, en el área licitada el rendimiento de pesca se redujo en un 44%.

La composición de tallas de las capturas mostró la típica distribución con modas situadas por debajo de la talla de madurez sexual. En la zona norte se presentaron los ejemplares de mayor tamaño, en comparación a lo registrado en las zonas centro sur y área licitada, en donde la presencia de juveniles es mayoritaria. Para el 2020 se registró un desplazamiento a la derecha de la estructura en todas las zonas y conforme a esto, las tallas medias fueron más grandes en la norte, sin embargo, a diferencia de temporadas anteriores, en el área entre Valdivia y el límite del área licitada mostró una talla media superior a lo registrado entre Coquimbo y Valdivia, rompiendo la estratificación espacial que se había observado hasta el 2019.

Desde el punto de vista reproductivo, los ejemplares capturados fueron mayoritariamente hembras y con un estado de desarrollo gonadal reducido, indicando nula actividad reproductiva en las zonas en donde se logró monitorear esta pesquería. El desembarque en número de bacalao fue de 108.025 ejemplares, lo que es un 42% menor que el año anterior (185.772).

Durante la temporada 2020 los precios promedio de comercialización (precio playa) de bacalao de profundidad variaron entre \$6.560 y \$7.800, valores menores a lo registrado en el 2019 y que ratifica



la tendencia observada desde el 2018. Los costos de operaci3n de los viajes realizados a las zonas 2 y 3 se incrementaron en 52% y 54%, respectivamente.

Con todo, el escenario no es favorable para la actividad artesanal sobre bacalao, pues una pesquería en estado de sobreexplotaci3n, con un nivel de reducci3n del potencial desovante por sobre el valor límite, pero alejado del objetivo, con un mercado deprimido en términos de precios, un alza paulatina y constante en los costos de operaci3n, debido principalmente al aumento de los combustibles desde mediados del 2020 —así como los costos de vida en general— pueden incentivar a alguna parte de los pescadores a no continuar en esta pesquería y a otros, a ejecutar prácticas que se orienten a maximizar el rendimiento de pesca, lo que podría poner en riesgo aún más la sostenibilidad de la pesquería en el mediano plazo.

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 2020 la cifra oficial de desembarque registr3 un incremento 10 veces superior al nivel alcanzado durante el 2019, aspecto que refuerza la tendencia observada a partir de 2018 en cuanto al incumplimiento de la normativa vigente.

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 interacci3n con el recurso. La captura monitoreada registr3 un incremento en torno al 17% en relaci3n con la temporada anterior y se posicion3 en valores cercanos a los observados durante el 2012, toda vez que las tendencias de esfuerzo y rendimiento de pesca registraron patrones temporales similares a los observados durante la temporada 2019.

La composici3n de tallas registrada durante la temporada 2020 present3 la conformaci3n de dos modas, una de ejemplares adultos jóvenes en torno a los 28 cm LH y otra de adultos en torno a los 35 cm LH, aspecto que propici3 una fuerte disminuci3n en la proporci3n de ejemplares bajo talla de referencia con respecto a la temporada anterior. 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 condici3n de stock.



En relaci3n con la condici3n 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 tamañ3 de los ejemplares participantes y la batimetría. La estimaci3n de la ojiva de madurez a la talla obtenida a partir de la escala macrosc3pica arroj3 un valor de $L_{50\%}$ de 24,5 cm LH para sexos combinados y que coincide con la disminuci3n de la edad media de madurez sexual, la cual registr3 valores de 7,34 añ3s.

A partir de la cifra oficiales de desembarque en la pesquería industrial, se pudo evidenciar un incremento del 92% del desembarque total en númer3 de ejemplares, el cual para la presente temporada alcanz3 los 94.892 individuos. Al respecto, la composici3n de edades de las capturas de besugo ha experimentado una expansi3n con respecto a las edades que representan la poblaci3n sobre un 5%, toda vez que durante el 2020 se observ3 la presencia de grupos de edad (GE) XXIV añ3s e incluso de GE XLIV, no obstante que el grueso de las capturas todavía se encuentra representado por los GE IV y VIII, aspecto que guarda relaci3n con la lenta recuperaci3n 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 & Sobol, 2003, entre otros).

En Chile, las pesquerías enfrentan situaciones complejas desde el punto de vista de su conservación y administración. Un caso particular son los recursos demersales y de aguas profundas, los que dada su baja resiliencia ante la extracción pesquera y el rol socioeconómico que se les confiere en el contexto país, demandan importantes necesidades de manejo. En el caso particular de las pesquerías de aguas profundas, el desarrollo experimentado en las últimas décadas no solo ha dejado en evidencia la expansión económica de los mercados internacionales, sino que, además, la fragilidad ecosistémica y la vulnerabilidad ante la extracción no regulada, reflejado en un rápido deterioro de la sustentabilidad a largo plazo (Clark, 1995; Koslow *et al.*, 1997).

Si bien, frente a esta situación han surgido diversas medidas de manejo pesquero, como límites máximos de captura por armador LMCA (Ley N° 19.713, Minecon), Régimen Artesanal de Extracción (RAE, Ley N° 19.849) y suspensiones temporales del acceso a las pesquerías de alfonsino, besugo y orange roughy (Decreto Exento. N° 23 del 2016; 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) (2021), 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 2020 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 nacionales y su ambiente asociado, mediante la comunicación oportuna del comportamiento de sus indicadores relevantes, entregando una asesoría permanente a la Autoridad para la regulación y el ordenamiento pesquero.

3.2 Objetivos específicos

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

4.

METODOLOGÍA



4. METODOLOGÍA

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

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

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

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

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

4.1 Unidades de estudio

a) Especies objetivo

Las especies objetivo de la presente sección corresponden a:

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



Destacan los recursos orange roughy, alfonsino y besugo (señalados con asterisco), por encontrarse sometidos a vedas biológicas 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

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

a) Pesquería de bacalao de profundidad

El área de estudio correspondió a las aguas exteriores comprendidas entre la Región de Coquimbo y la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Para el sector productivo industrial se contempló una zona administrativa, denominada “Área licitada”, que abarca de los 47°00' S a los 57°30' S. En tanto, en el sector artesanal se logró obtener información en forma excepcional en el área comprendida entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Atacama, por lo que, dada la gran extensión territorial de esta pesquería se estableció una zonificación en base a las características de la flota — rendimientos de pesca y la composición de tallas de la captura— quedando definidas cuatro zonas cuyos límites geográficos se detallan a continuación.

Zona	Límites geográficos
1	Norte 30°00' S
2	30°01'S - 41°00'S
3	41°01'S - 47°00'S
4	Sur 47°01' S (*)

(*): Área licitada

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. Las zonas espaciales correspondieron a:

Zona	Límites geográficos
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

Las escalas temporales de análisis correspondieron básicamente al mes y año; no obstante, para algunos indicadores se emplearon otras agrupaciones como trimestre y semestre, u otro.

4.4 Componente sector productivo

En el caso de los recursos de aguas profundas reportados en esta sección, los análisis estuvieron asociados por sector productivo (industrial y artesanal) de acuerdo con el siguiente cuadro:

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



a) Flotas

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

Sector	Estratos de flota
Industrial	Barcos arrastreros hieleros (alfonsino, besugo y orange roughy)
	Barcos palangreros fábrica (bacalao de profundidad)
Artisanal	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 2020, ambas fechas inclusive.

4.6 Estudio de interacción con mamíferos marinos

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

En este sentido, la interacción de mamíferos marinos en esta pesquería afecta directamente en los valores de capturas y rendimientos de pesca, lo que incorpora incertidumbre a la información disponible para el establecimiento del estado de condición del recurso y las consecuentes decisiones de manejo de la pesquería. Así, el propósito de abordar la estimación de la depredación al viaje de pesca tiene como principal objetivo reconocer la variabilidad que existe en la estimación producto de diversos factores asociados a la pesca propiamente tal, entre ellos, la operación, el poder de pesca, experiencia del patrón, tácticas de evitamiento de la interacción, zonas, temporalidad, entre otros.

El resultado de este trabajo tiene como objetivo principal generar indicadores de la interacción de los mamíferos en la pesquería de bacalao de profundidad durante el año 2020.



a) Enfoque metodológico

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

Además, se efectuaron cálculos de depredación de la captura por parte de mamíferos (orca y cachalotes). Al respecto, Tixier *et al.* (2010) describieron una gran variación en la tasa de depredación de los mamíferos en la captura y sugieren que es debido a factores operativos de la pesca, los cuales influyen en la estimación de la depredación (D) y en consecuencia en la estimación de la captura perdida (Cp) 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 depredación de mamíferos (D) al viaje de un barco se basa en la estimación de la diferencia entre los rendimientos de pesca con ausencia de mamíferos versus los rendimientos con presencia de mamíferos.

Luego, la estimación de depredación es un estudio en desarrollo. En el presente informe se propone la estimación propuesta (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 continuación, se entrega el procedimiento de estimación de la depredación (D2), considerando el rendimiento de pesca perdido por depredación de mamíferos al viaje, que se obtuvo de la diferencia de la cpue con ausencia de mamíferos y la cpue con presencia de mamíferos.:

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

Donde:

$Cpue_{p \text{ viaje}}$: Rendimiento de pesca (gramos/número de barandillos, g/bar.) perdido (p) en el viaje.

$Cpue_{aus \text{ viaje}}$: Rendimiento de pesca (gramos/número de barandillos, g/bar.) con ausencia de mamíferos en el viaje.

$Cpue_{mam \text{ viaje}}$: 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:



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

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

Donde:

- l : Lance l -ésimo del viaje.
- $C_{aus \ l}$: Captura (gramos) del lance l con ausencia (aus) de mamíferos.
- $C_{mam \ l}$: Captura (gramos) del lance l con presencia de mamíferos (mam).
- $E_{aus \ l}$: Esfuerzo de pesca (número de barandillos) del lance l con ausencia de mamíferos (aus).
- $E_{mam \ l}$: Esfuerzo de pesca (número de barandillos) del lance l con presencia de mamíferos (mam).

Considerando que el rendimiento de pesca con ausencia de mamíferos sería de todo viaje en el caso que no tuviera presencia de mamífero; la depredación (D_2 , ecuación 4) resultaría del cociente entre el rendimiento perdido de la captura de bacalao (ecuación 1) y el rendimiento de pesca con ausencia de mamíferos, como se indica a continuación

$$D_2 = \frac{C_{pue_p \text{ viaje}}}{C_{pue_{aus \text{ viaje}}}} \quad \text{Ecuación 4}$$

La captura perdida del viaje (C_{2p}) se basó en el rendimiento de pesca perdido del viaje ($C_{pue_p \text{ viaje}}$) y el esfuerzo total de pesca del viaje (número de barandillos) asociado a los lances con presencia de mamíferos (E_{mam} , Esfuerzo con presencia de **mamíferos**):

$$C_{2p} = C_{pue_p \text{ viaje}} * E_{mam} \quad \text{Ecuación 5}$$

La captura total del viaje (C_{2t}) se estimó basada en la ecuación 6; considerando la captura perdida, la captura total de los lances con presencia de mamíferos y la captura total de los lances con ausencia de mamíferos:

$$C_{2t} = (C_{2p} + C_{mam}) + C_{aus} \quad \text{Ecuación 6}$$

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) Captura, esfuerzo y rendimiento nominal histórico
- 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) Error de la estimación de la captura en número por grupos de edad
- d) Serie histórica

5.1.3 Indicadores ecosistémicos

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

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 descendió de 1.301 t a 1.209 t anuales (**Figura 1 y Tabla 1**). No obstante, que en dicho período la cuota global de captura registró un aumento de 1.308 t a 2.058,7 t (**Tabla 2**). En la temporada 2020, el desembarque de esta flota industrial representó aproximadamente el 59% del desembarque de aguas chilena.

Tabla 1

Desembarque industrial por flota anual en territorio nacional y en aguas internacionales, años 2012 - 2020.

Año	Flota (t)			Total Aguas chilenas (t)	Aguas Internacional (t)	Total País (t)
	Industrial hielero	Artesanal	Industrial fábrica			
2012		2.064	2.383	4.447	209	4.656
2013		1.558	2.128	3.686	404	4.090
2014		1.280	1.036	2.316	375	2.691
2015		1.609	1.117	2.726	1.042	3.768
2016	32	1.721	1.301	3.054	2.217	5.271
2017	64	1.946	1.301	3.311	2.806	6.117
2018	70	1.540	1.083	2.693	2.774	5.467
2019	58	1.571	1.458	3.087	1.819	4.906
2020 (*)	48	803	1.209	2.060	816	2.876

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

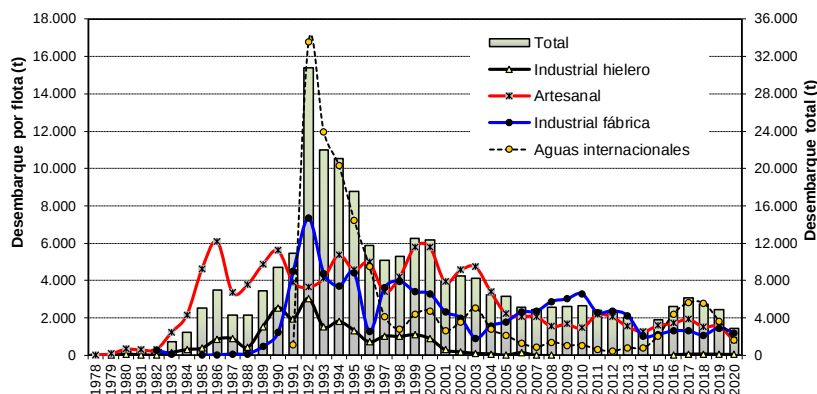


Figura 1 Desembarque anual (t) de bacalao de profundidad a nivel país según el tipo de flota, periodo 1978 - 2020. Fuente: Elaboración propia a partir de datos Sernapesca (2020 dato preliminar).



Tabla 2

Cuotas de captura anuales de bacalao de profundidad para el área licitada. Período 2001-2020.

Año	Área licitada (AL) 47° - 57° S (t)			Total cuota captura (t)	Cuota Objetivo (t)	Fracción cuota a licitar (10%)(*)
	Industrial	Artisanal	Investigación			
2001	4.200			4.200		
2002	4.200			4.200		
2003	3.500			3.500		
2004	3.500			3.500		
2005	3.000			3.000		
2006	2.700			2.700		
2007	2.700			2.700		
2008	3.000			3.000		
2009	3.000			3.000		
2010	3.399			3.399		
2011	3.090			3.090		
2012	3.090			3.090		
2013	3.090			3.090		
2014	1.098			1.098		
2015	1.136,45	200,6	15	1.352	1.337	
2016	1.308,8	327,2	20	1.656	1.636	
2017	1.809,75	95,25	24	1.929	1.905	190,50
2018	1.786,00	94,00	22	1.902	1.880	188,00
2019	2.097,60	110,40	40	2.248	2.208	220,80
2020	2.058,65	108,35	40	2.207	2.167	216,70

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

Es importante señalar, 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 establecida por Decreto. En general, se ha observado que los usuarios adquieren aproximadamente entre un 60% y 80% de la captura anual del recurso. Luego, la captura efectiva es un valor inferior respecto de la cuota captura del Decreto. Finalmente, Sernapesca controla a los usuarios respecto de la cuota de captura efectiva que cada usuario industrial que adquirió en la licitación o subasta (web Sernapesca.cl).

b) Tamaño de la flota

Durante el periodo 2010–2020, el número de naves industriales descendió de 12 a 5 barcos palangreros fábricas (**Figura 2**), lo cual evidencia una salida de 7 naves de la pesquería en 10 años.

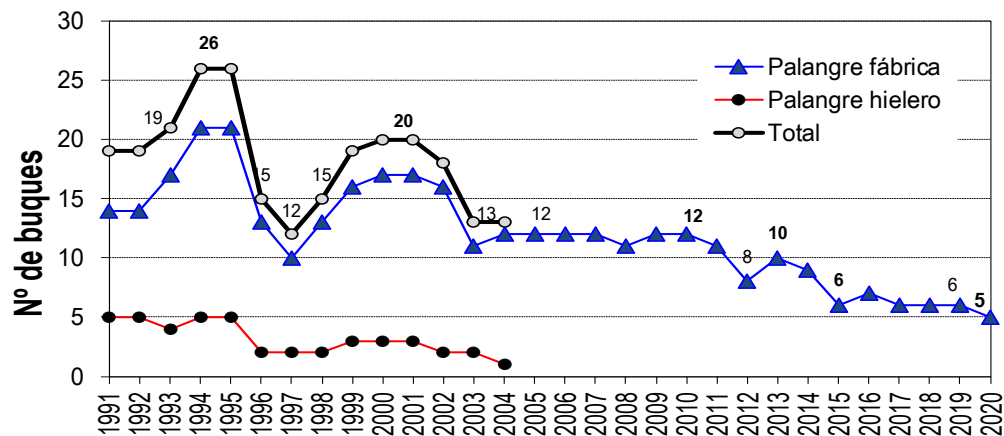


Figura 2 Número de naves anuales en la flota palangre bacaladera por tipo de buque. Período 1991-2020. Fuente: elaboración propia a partir de datos Sernapesca.

c) Desembarque industrial

Durante la temporada 2020, el desembarque total en el área licitada (al sur paralelo 47° L.S.) fue de 1.506 t, cifra a la que aportó la flota industrial con 1.209 t (**Figura 3 y Figura 4**). Particularmente, la flota industrial fábrica en el 2020 alcanzó un nivel de consumo de 87%, respecto de la cuota efectiva de 1.385 t (**Figura 4**), mientras que flota artesanal (lanchas) registró un consumo del 76% respecto de su cuota de captura efectiva.

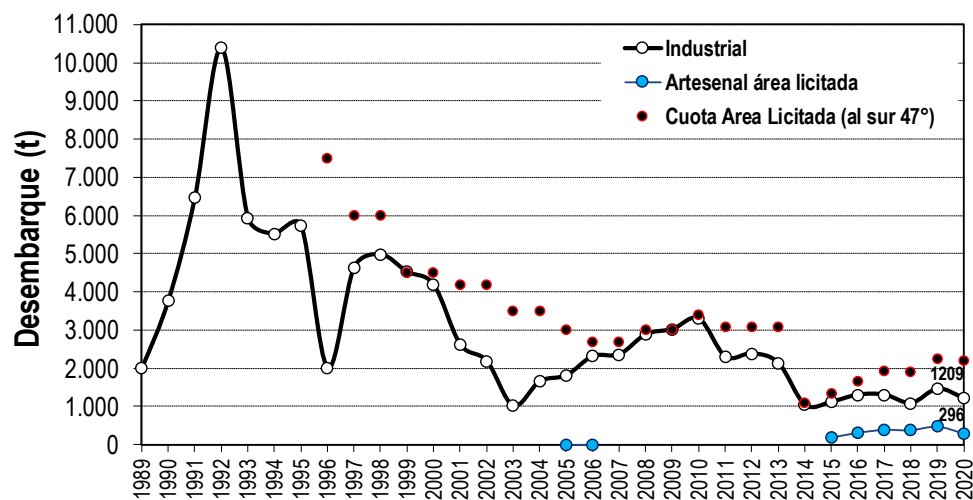


Figura 3 Desembarque (t) de bacalao de profundidad en el área licitada (47°-57°S) por flota y los valores de la cuota de captura (t) asignadas por decreto Subpesca. Fuente: elaboración propia a partir de datos Sernapesca.

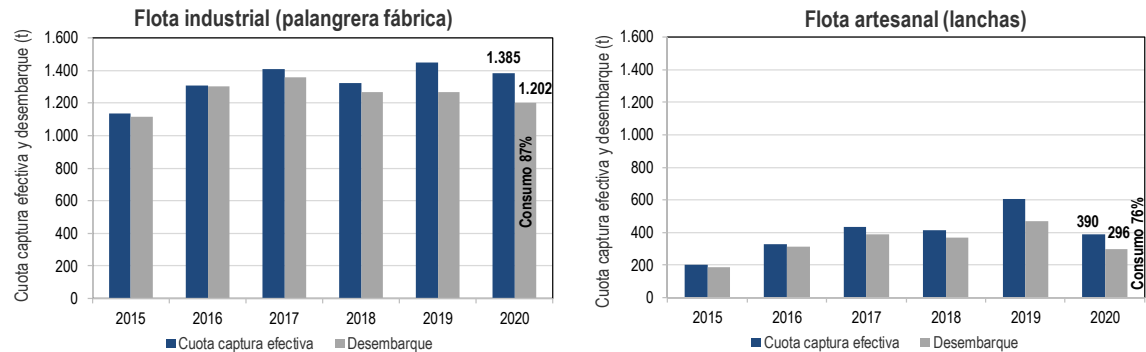


Figura 4 Desembarque (t) de bacalao de profundidad en el área licitada (47°-57°S) por flota y cuota de captura efectiva (t). Fuente: elaboración propia a partir de datos Sernapesca.

Como es habitual, los mayores niveles mensuales de desembarques de bacalao de profundidad en la flota industrial se registraron 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 históricamente con las operaciones de pesca realizadas durante el 2002, en donde los mayores niveles de desembarque fueron registrados durante la segunda temporada (**Figura 5**).

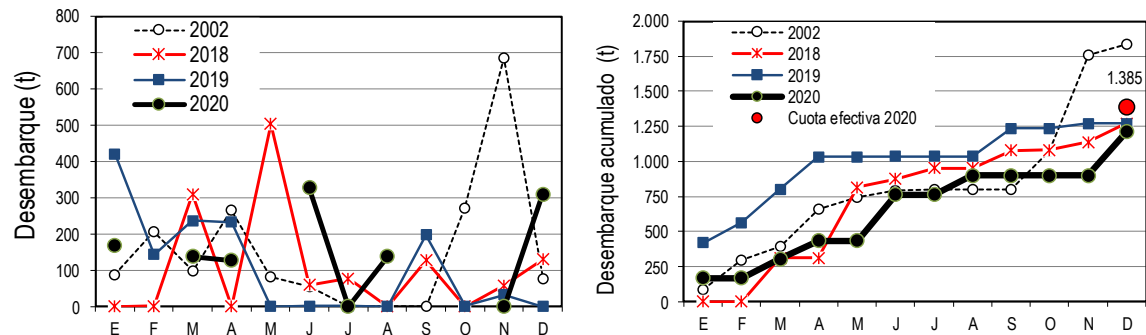


Figura 5 Distribución mensual del desembarque industrial (oficial) y desembarque acumulado (t) de bacalao de profundidad en el área licitada, años 2002; 2018, 2019 y 2020. Fuente: elaboración propia a partir de datos Sernapesca. Nota: se incluye la cuota de captura anual efectiva para el gráfico de desembarque acumulado

d) Distribución espacio temporal del esfuerzo de pesca

Durante el año 2019 y 2020 la distribución espacio temporal del esfuerzo de pesca (número de barandillos) de la flota industrial confirmó la concentración de la operación en el área al sur del paralelo 55° S (**Figura 6**), especialmente en los 56° L.S. (aledaño al límite con Argentina), lo cual representa un comportamiento habitual de la flota industrial. No obstante, a inicios de la temporada se registraron visitas a caladeros ubicados en latitudes menores entre los 47° y 53° L.S., aspecto que se habría



manifestado de manera notoria a partir del 2011 (Céspedes *et al.*, 2015; 2017 y 2019). La información 2019 y 2020 proviene de una cobertura de viaje del 93% y 55% (respectivamente), según se indica en el informe final de la Sección I denominada Metodología y Resultados de Gestión, 2020 Informe que a su vez entrega los datos recopilados en los muestreos de talla y otolitos (para lectura de edad).

Cabe recordar que en el 2017 fue descrita la modificación al palangre cachalotero (Céspedes *et al.*, 2018), la cual consistió en la incorporación de una extensión de malla en la boca del cono con el objeto de encerrar la captura de forma más efectiva y así lograr proteger la pesca de la depredación por parte de orcas y cachalotes. Esta modificación se incorporó de manera definitiva a comienzos de la segunda temporada de pesca de 2017 (septiembre-diciembre), siendo estable su uso en las operaciones de pesca de la flota palangrera hasta la actualidad. No obstante, este cambio de tipo de palangre no ha significado -en gran medida- un cambio en el patrón de distribución de la operación de pesca por parte de la flota industrial, como se describió anteriormente.

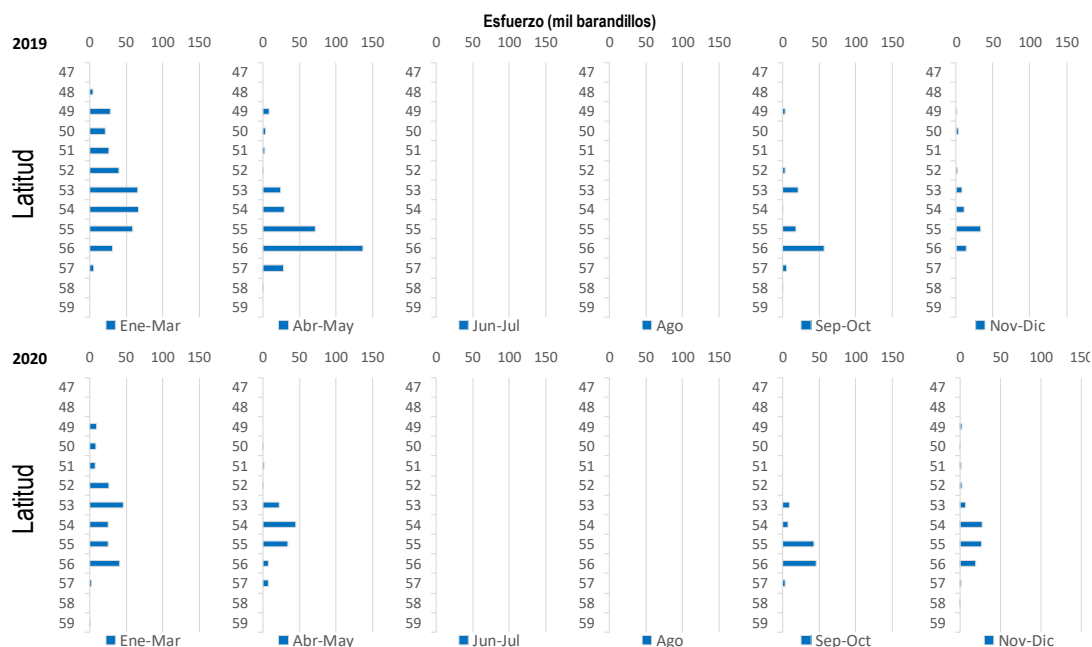


Figura 6 Distribución del esfuerzo de pesca (miles de barandillos) en bacalao de profundidad por períodos mensuales y rango de latitud, años 2019 y 2020. Fuente IFOP.

e) Rendimiento de pesca

Entre el 2013 y 2020 el rendimiento de pesca (nominal) experimentó un incremento gradual, cuyo valor alcanzó durante el 2020 los 1.360 g/bar., no obstante que esta cifra fue levemente inferior al nivel registrado en 2018 y 2019 (1.406 y 1.582 g/bar., respectivamente, **Figura 7**) aunque mayor a los valores registrados durante el periodo 2011 – 2013.

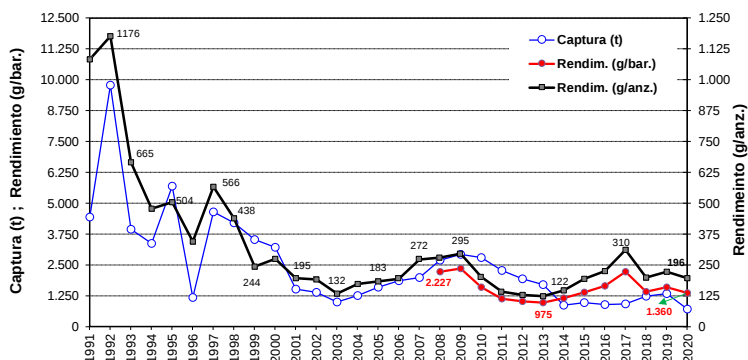


Figura 7 Distribución de la captura (t), rendimiento de pesca por anzuelo (g/anz.) y por barandillo (g/bar.) de bacalao de profundidad en la flota palangrera bacaladera en el área de licitada. Serie histórica 1991 - 2020. Fuente: IFOP.

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 y 2019 descrito por Bernal *et al.* (2019 y 2020). 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 y 2019, 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 alcanzaron valores en torno al 4,2% y 2,7 % (**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 se mencionan -por ejemplo- un mejor aprovechamiento de los ejemplares dañados, los que son utilizados 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 en el año 2018 y 2019.

Año	Captura descartada (t)	Palangre fábrica Captura total (t)	Descarte (%) misma especie
2018	57	1.373	4,2
2019	48	1.789	2,7

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



5.1.2 Indicadores biológicos

5.1.2.1 Composición de talla de la captura

a) Estructura de talla

Durante la temporada 2020 en el área licitada la distribución de talla de la captura de bacalao de profundidad registró una distribución bimodal (**Figura 8**) con una moda principal en torno 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 alrededor a los 70 cm; similar a lo registrado en 2019, no obstante que esta última no representa una condición habitual en la estructura anual en la captura de la flota industrial, aspecto que podría ser 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 referencia, talla de primera madurez sexual, Young *et al.*, 1996) , lo que es apreciable a partir de leves desplazamientos a la derecha de la moda principal entre los años 2018 y 2020. Con respecto a la proporción sexual, históricamente han predominado los machos en la captura industrial.

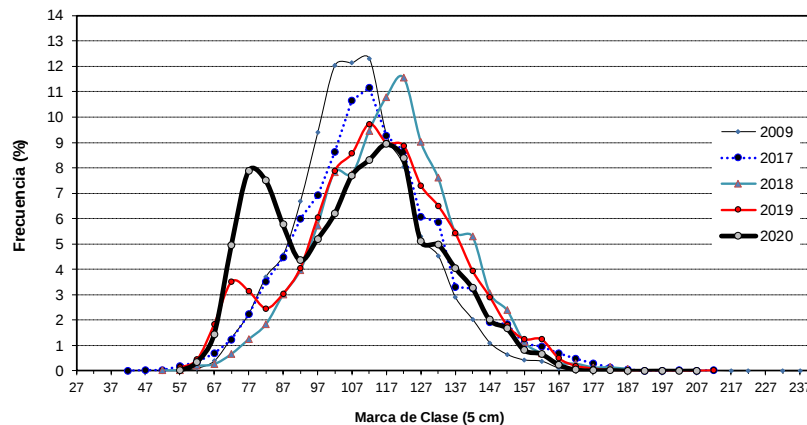


Figura 8 Distribución de frecuencia de talla en la flota palangre industrial, años 2009, 2017-2020. Línea vertical roja discontinua indica talla de referencia utilizada (110 cm LT, bajo talla de primera madurez sexual). Fuente IFOP.

Durante el 2020 la presencia de una distribución espacial en la estructura de tallas de las capturas se observa nuevamente como una constante como se menciona en informes anteriores (Céspedes *et al.*, 2017, 2018, 2019 y 2020), en la que para la zona de pesca al norte del paralelo 54° L.S se registra una mayor presencia de tallas juveniles (menores a 110 cm), mientras que al sur de dicho paralelo las tallas de los ejemplares registrados tienden a ser mayores, además de una menor participación de juveniles en las capturas (**Figura 9** y **Tabla 4**). La distribución de talla al norte de 54° S entre 2015 y 2017 fue unimodal (en torno a los 70 cm); no obstante que entre el 2018 y 2020 se registra un cambio



importante hacia una distribución bimodal, con una moda importante de ejemplares juveniles en torno a los 70 cm y otra moda de ejemplares adultos cercano a en torno a los 110 cm. Por su parte, en la principal zona de captura del recurso -al sur de 54° S- también se registra un cambio gradual a una distribución bimodal; en donde la moda secundaria en torno a los 70 cm presentó una importante participación durante las temporadas 2019 y 2020 (**Figura 9** y **Tabla 4**). Otra situación observable en la zona al sur de 54° L.S. -durante el periodo 2018-2020- fue el gradual desplazamiento de la moda principal hacia los 120 cm, respecto de las modas en los años 2015-2017, en donde la moda estuvo en torno los 110 cm (**Figura 9**).

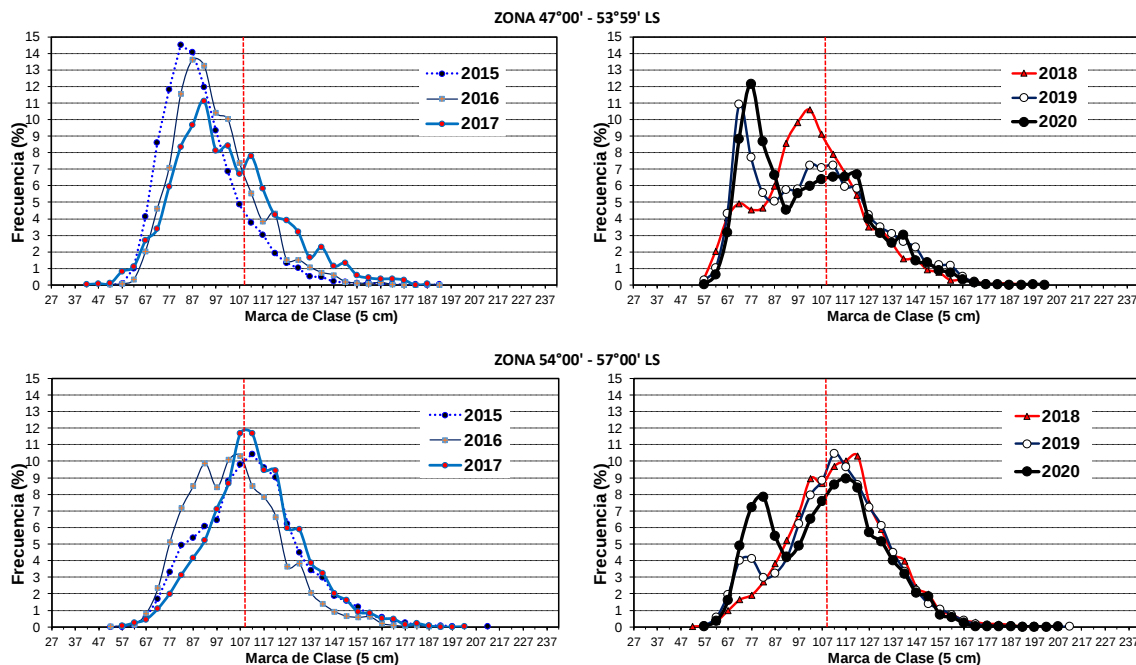


Figura 9 Distribución de frecuencia de talla de bacalao de profundidad en la flota palangre industrial subdividida en dos rangos de latitud (47°00'-53°59' S y 54°00'-57°00' S), 2015-2020. Línea vertical roja discontinua indica talla de referencia utilizada (110 cm LT). Fuente IFOP.

Tabla 4

Talla media y proporción de ejemplares bajo talla de referencia 110 cm LT(*) de bacalao de profundidad, periodo 2015-2020 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

Fuente IFOP. (*) bajo talla primera madurez sexual, Young *et al.* (1996)



b) Talla media

La talla media del año 2020 fue inferior respecto de los años 2017 a 2019 (**Figura 10**). Esta disminución se explicaría por la mayor presencia de juveniles en toda el área de la pesquería en el último año. Aspecto que también respondería al aumento de la presencia ejemplares bajo la talla de referencia en la temporada 2020 respecto de años anteriores.

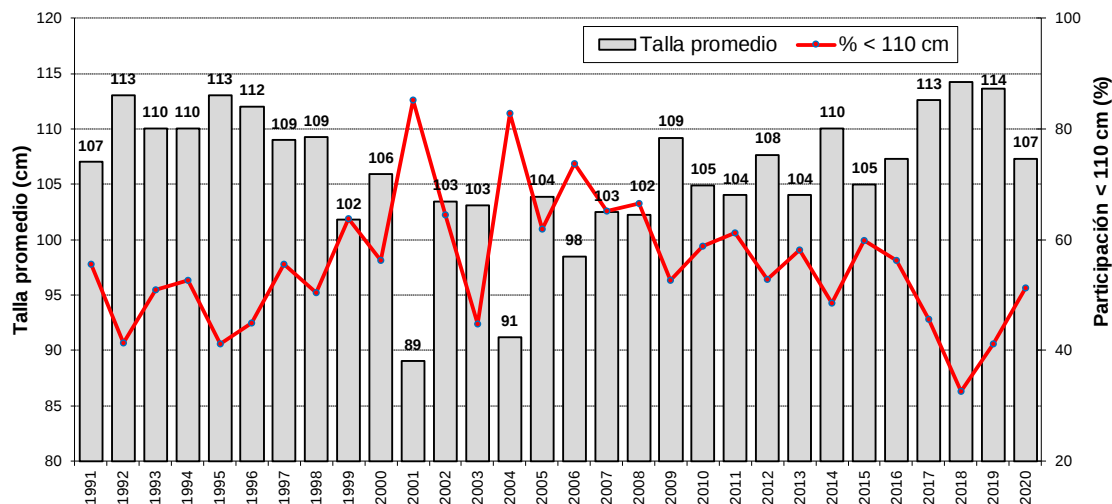


Figura 10 Talla media y proporción bajo talla de referencia anual (ambos sexos) de bacalao de profundidad en la flota palangre industrial en el área licitada. Fuente IFOP.

5.1.2.2 Proporción sexual

La proporción sexual de bacalao de profundidad en el área licitada ha registrado históricamente un predominio de machos en las capturas de palangre industrial (**Figura 11**). Este mayor predominio proviene principalmente de las capturas realizadas en los caladeros de pesca al sur del paralelo 54° S; zona en donde se concentra la mayor actividad de pesca sobre el recurso por parte de la flota industrial. Por su parte, en el área al norte de dicho paralelo la proporción sexual tiende a ser relativamente similar entre ambos sexos.

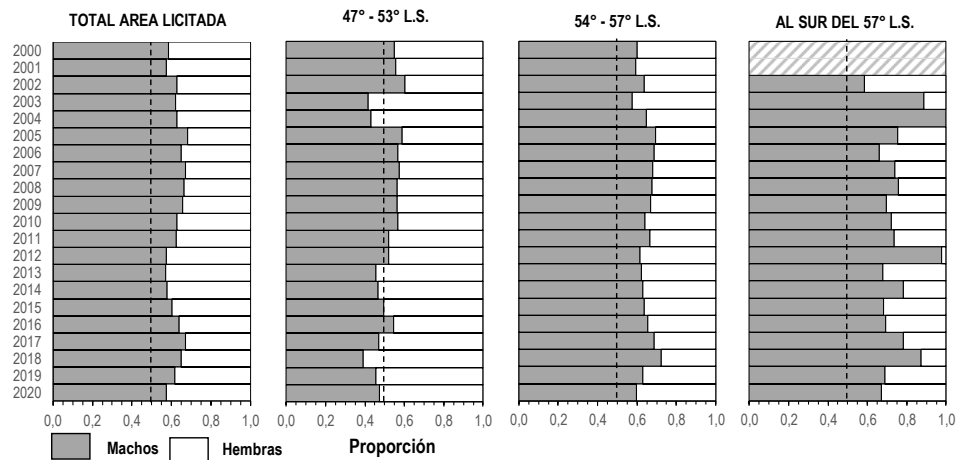


Figura 11 Proporción sexual de bacalao de profundidad en las capturas de la flota palangre industrial para el total del área licitada y por zonas de interés, años 2000-2020. Fuente IFOP

5.1.2.3 Condición reproductiva

a) Índice gonadosomático (IGS)

En la temporada 2018 y 2020 fue posible observar un incremento del IGS hacia el mes de junio, similar al comportamiento del índice registrado en los años 2015 y 2016; para posteriormente en septiembre registrar una tendencia descendente de bajos valores de este indicador (**Figura 12**). Este patrón podría estar indicando una posible mayor actividad reproductiva del recurso durante el período de veda en el área austral.

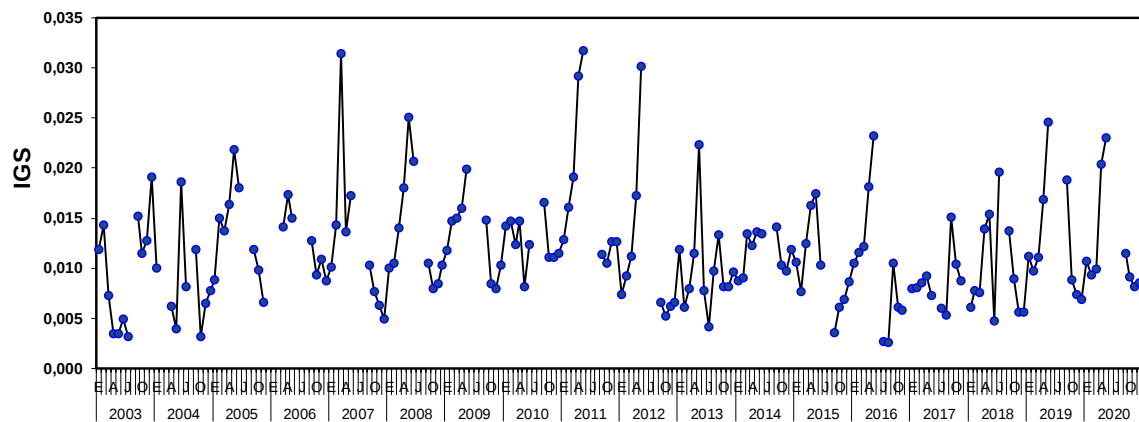


Figura 12 Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) de las hembras de bacalao de profundidad entre 2003 y 2020 en el área licitada. Flota palangrera fábrica. Fuente IFOP.



b) Estados de madurez sexual (EMS)

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

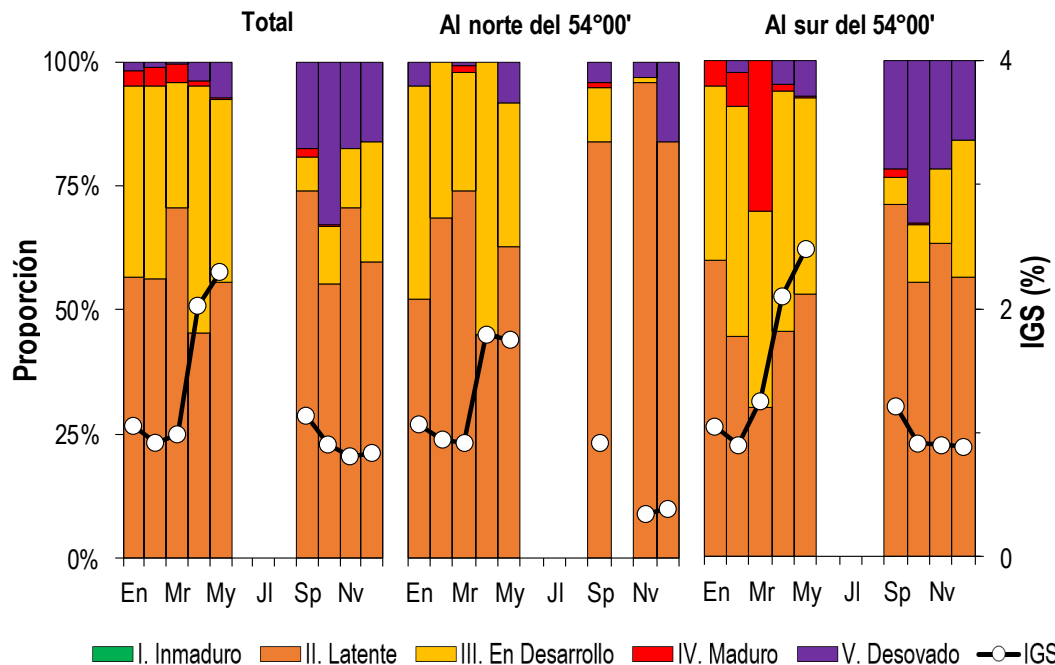


Figura 13 Variación mensual de la proporción de estadios de madurez macroscópica e índice gonadosomático en hembras de bacalao de profundidad presentes en las capturas industriales, periodo 2020. Fuente IFOP.

c) Ojiva de madurez sexual

La estimación de la curva u ojiva de madurez sexual en hembras de la especie se sustentó en la asignación macroscópica de madurez sexual y consideró la totalidad de la información recopilada al sur del paralelo 54° L.S. Al respecto, se consideró como sexualmente maduro todo ejemplar cuya asignación 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 génesis de acuerdo con los autores de la escala utilizada (Kock & Kellerman, 1991) la “longitud de primer desove”. De esta forma, durante la temporada 2020 la longitud media de madurez sexual ($L_{50\%}$) en hembras fue alcanzada a los 106 cm LT, restringido por un límite inferior y superior de 105 y 107 cm LT, respectivamente (Figura 14).

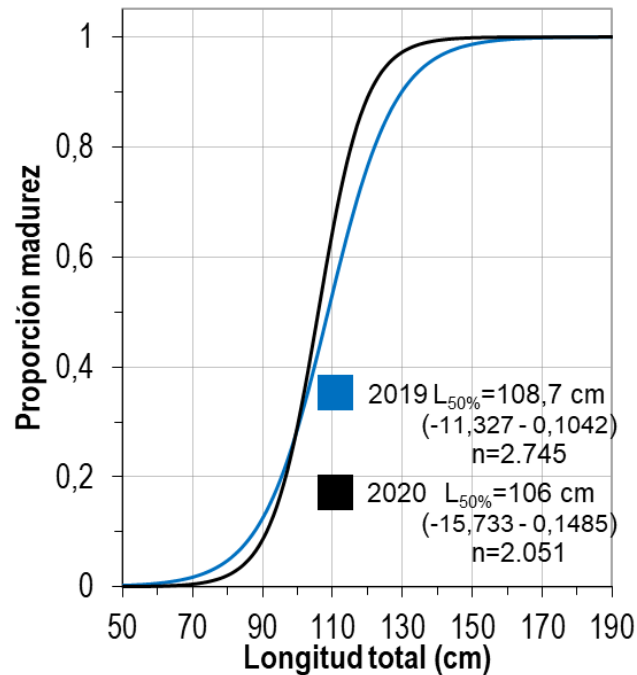


Figura 14 Estimación de talla media de madurez sexual ($L_{50\%}$) en hembras de *D. eleginoides*, periodo 2019-2020. Valores entre paréntesis corresponden a los parámetros b_0 y b_1 del ajuste logístico. Fuente IFOP.

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 cinco años, registrándose en 2020 un desembarque de 1.202 t cifra un 5 % menor que el año anterior y equivalente a 78.772 individuos con una composición de 45.173 (57,3%) machos y 33.598 (42,7%) hembras.

En la estructura en número de individuos de la captura por grupos de edad, si bien este recurso tiene una amplia estructura de edades presente en la pesquería (edades desde 5 hasta 36), se observa marcada participación de peces jóvenes, con una importante moda en el grupo de edad (GE) VIII, tanto en machos como 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 XIII constituyen un 43%, sobresaliendo notablemente entre ellos la moda en el GE VIII (10,1%), la cual presenta talla promedio de 77 cm y peso promedio de 4,5 kg. Si bien en la estructura se presenta una moda secundaria en la edad XXI, es bastante menor a la principal (aporte de un 4,1%) y corresponde a peces de longitud promedio 123,3 cm y peso promedio 20,4 kg.



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 36 %, con la moda que recae en el GE VIII (17,4%), destacándose notablemente respecto de las otras edades. De forma similar a los machos, las hembras presentan una moda secundaria encabezada por el GE XX (4%), cuyas características incluyen una de longitud promedio 123,1 cm y peso promedio 20,5 kg. En los peces más adultos, el grupo compuesto por GE $\geq$ XXX, alcanza un 3% de representación en la estructura de machos y un 10% en las hembras, lo que indica la diferencia de longevidad, la cual es notablemente mayor en hembras.

Respecto al desembarque en peso por grupos de edad (**Figura 16**) se aprecia que en la pesca industrial existe una importante contribución en peso de los GE más adultos a la captura. A modo de ilustrar el efecto del peso de los ejemplares según la edad, se puede mencionar el caso de hembras, en donde la moda que recae en peces jóvenes del GE VIII presenta 5,8 mil ejemplares, los cuales aportan 27 t al desembarque. En cambio, en adultos (GE XX), aun cuando el número extraído en la pesca (1,3 mil ejemplares) es aproximadamente un cuarto (23%) de lo que registra el GE VIII, el aporte al desembarque en peso es el mismo (27 t). Esto ilustra la importancia de capturar a los ejemplares al momento de su mayor aporte en peso, dejando de paso a su vez a los de menor edad el período necesario para el crecimiento y su reproducción.

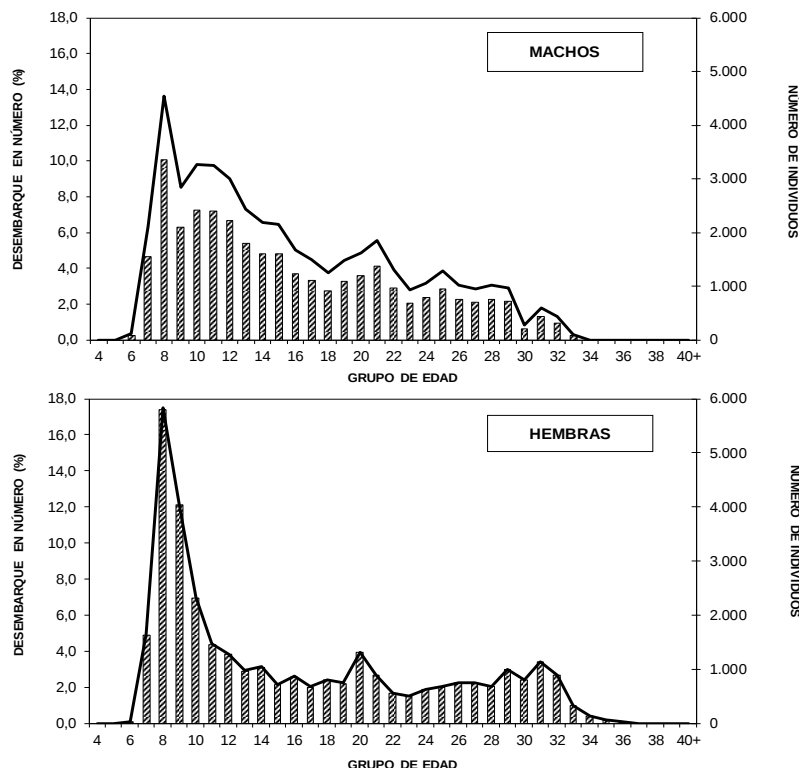


Figura 15 Composición del desembarque industrial en número (línea) y porcentaje (barras) por grupos de edad de bacalao de profundidad para el área sur-austral, 2020. Fuente: IFOP.

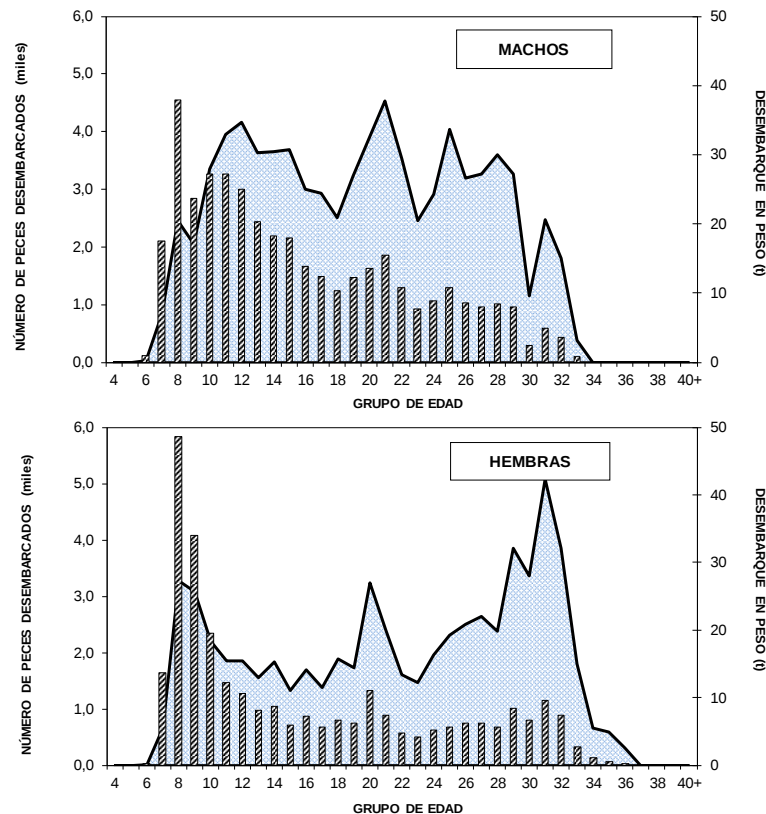


Figura 16 Desembarque industrial en peso (línea) y número de peces desembarcados (barras) por grupos de edad de bacalao de profundidad para el área sur-austral, 2020. Fuente: IFOP

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 6.937 registros en el año 2020. 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 2020.

PALANGRE	a	b	r ²	N
Zona Sur Machos	0,0037495	3,2187692	0,970	3.911
Lim. Inferior	0,0034525	3,2010488		
Lim. Superior	0,0040720	3,2364897		
Zona Sur Hembras	0,0031384	3,2575698	0,981	3.026
Lim. Inferior	0,0029139	3,2414059		
Lim. Superior	0,0033802	3,2737337		
Zona Sur Ambos	0,0034128	3,2391223	0,976	6.937
Lim. Inferior	0,0032309	3,2272880		
Lim. Superior	0,0036050	3,2509567		

Fuente: IFOP

En la pesca industrial, en promedio, los machos presentaron 14,7 kg y hembras 15,9 kg, valores muy diferentes respecto de los registrados en 2019. En la **Figura 17** se ilustra el comportamiento de este indicador en los últimos dieciocho años separado por sexos. Como se puede observar en la figura mencionada las hembras alcanzan pesos medios notablemente mayores que los machos. Desde 2005 al presente tanto machos como hembras han presentado fluctuaciones con la misma direcci3n ya sea en ganancia o p3rdida de peso medio.

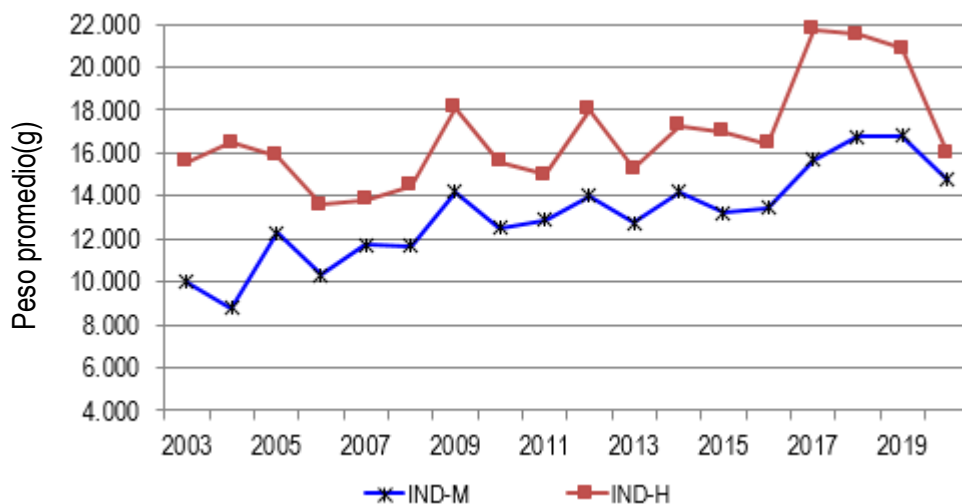


Figura 17 Pesos promedios (g) de bacalao de profundidad en el desembarque, serie histórica 2003 – 2020
IND: Industrial M=Machos H=Hembras. Fuente: IFOP

c) Serie histórica

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 pesquería industrial, se puede mencionar que en su composici3n interna siempre se registra mayor número de machos. En la



Tabla 6 se incluye la razón entre sexos en esta última década, en donde se aprecia que por cada macho se registra 0,5 a 0,7 hembras según el año que se observe.

Tabla 6

Razón macho:hembra del desembarque en número de bacalao de profundidad entre 2010 y 2020, empleado en estructura etaria.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
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

Fuente: IFOP

En el estudio del bacalao de profundidad, desde los proyectos iniciales en la década de los noventa hasta el 2006 se empleó el análisis de escamas para la estimación de la edad y desde 2007 al presente se utilizó análisis de otolitos (Céspedes *et al.* 1998, 2018, 2019 y 2020).

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 (Céspedes *et al.*, 2018 y 2019).

Tomando en consideración esta moda en el grupo de edad XI que se observó en el año 2010, se traza una línea auxiliar vertical que cruza los diferentes años. En los años más recientes, se caracteriza por presentar la edad modal desplazada a grupos de edad menores que el año de referencia, con modas intensas en la edad nueve en los años 2015-2016 y modas más reducidas en su intensidad (en GE X) al paso de los años 2017 a 2019. Estos tres años de la serie ilustrada en la **Figura 18**, a pesar de tener cifras de desembarque total en número similares, de aproximadamente setenta mil ejemplares en total por año, presenta estructura de edad achatada, sin modas relevantes. Aun así, las edades más adultas siguen siempre presentes en la estructura, solo que la estructura etaria no tiene en su interior clases fuertes que se destaquen como en su historia de años atrás.

En el último año de la serie, la pesquería muestra una notable diferencia en su estructura, producto de una abundante presencia de individuos con moda en la edad ocho. Son peces pertenecientes a la clase anual 2012 que la revela como una clase fuerte tanto en la estructura etaria industrial como en la estructura que presenta la pesca artesanal, a pesar de desarrollarse las faenas pesqueras en ámbitos de acción diferentes.

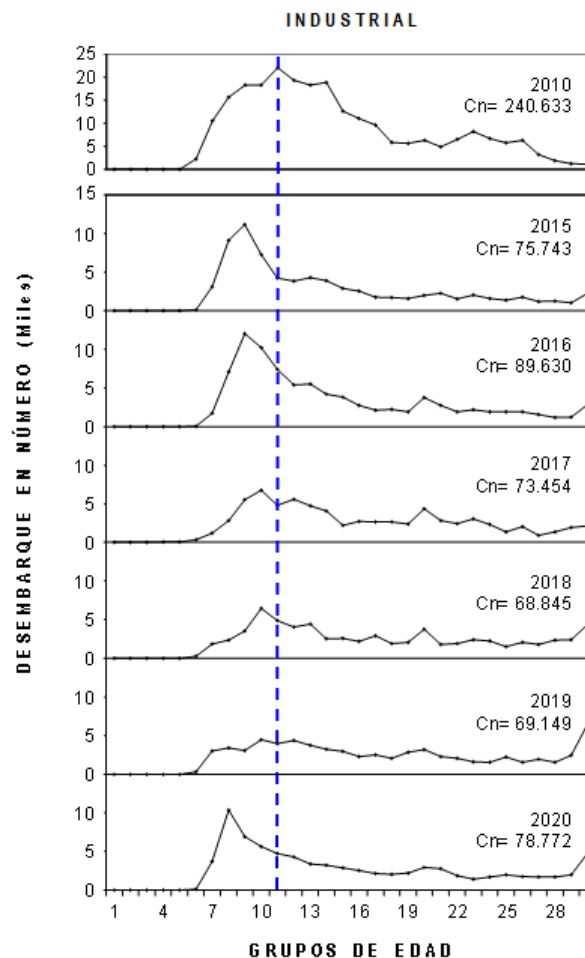
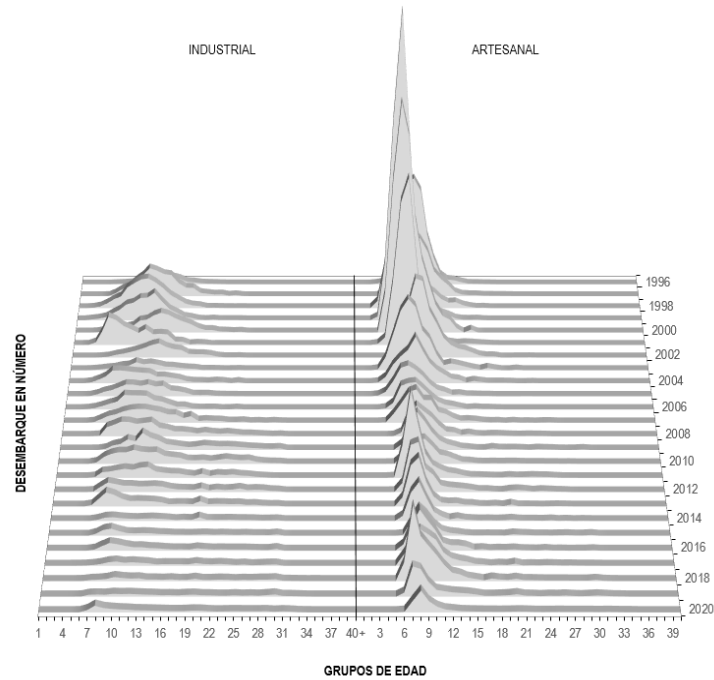


Figura 18 Composición del desembarque en número de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquería demersal industrial para el período 2010 y 2015-2020. Fuente IFOP.

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 19** para un período de veinticinco 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 1:1,4 en 2020.

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



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

Figura 19 Composición del desembarque en número de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquería demersal industrial y artesanal. Período 1996 - 2020. Fuente IFOP.



5.1.3 Indicadores ecosistémicos

a) interacción con mamíferos marinos

Según lo descrito por Céspedes *et al.* (2008, 2016, 2018 y 2020), 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° L.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.

En el desempeño operacional de la flota palangrera, a inicios del 2017 (e incluso a fines del 2016) fue introducido una modificación al palangre cachalotero, la que pasó a ser empleada de forma estable por toda la flota de palangre. Dicha modificación tiene como propósito proteger la captura al interior del cono de la cachalotero mediante el uso de una pretina conectada una malla inferior la cual se cierra al virar el arte e impide que orcas o cachalotes preden directamente sobre los ejemplares capturados. Sin embargo, la observación efectuada en la interacción en la pesquería muestra que estos mamíferos han logrado consumir la captura teniendo presente la modificación Céspedes *et al.* (2008, 2016, 2018 y 2020).

Durante el 2020 fue posible recopilar información de presencia-ausencia de mamíferos en 6 viajes de pesca, lo cual se tradujo en la observación de 672 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. En general, el 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 2020.

Viaje (barco y meses)	Núm. Lances			N° Barandillos			Rendimiento (g/bar)		
	Presencia (pres)	Ausencia (aus)	Total	Presencia (pres)	Ausencia (aus)	Total	Presencia (pres)	Ausencia (aus)	Total
Barco 1 ene-mar	39	31	70	28.800	22.750	51.550	1.147,4	1.860,8	1.462,3
Barco 2 ene-abr	51	61	112	41.725	51.219	92.944	929,7	1.327,6	1.149,0
Barco 3 mar-may	34	69	103	26.950	54.080	81.030	1.024,8	1.508,7	1.347,8
Barco 3 mar-may	29	84	113	20.400	58.360	78.760	963,3	1.355,6	1.254,0
Barco 1 ago-dic	75	55	130	56.350	41.900	98.250	1.538,8	1.574,0	1.553,8
Barco 3 sep-dic	72	72	144	47.900	48.775	96.675	1.176,7	1.855,0	1.518,9
Total	300	372	672	222.125	277.084	499.209	1.548,5	1.625,9	1.594,6

Fuente IFOP.



La depredación (D₂) estimada para los 6 viajes fueron entre 2% y 38%, señaladas en la **Tabla 8**. Efectuando un cálculo ponderado de la depredación, según el peso relativo de la captura perdida, la depredación estaría en 33,8%; valor superior al año 2019 (17,6%). La captura total perdida por efecto de los mamíferos en los 6 viajes fue de 92,7 t.

La diferencia de valores de depredación (D₂) en los viajes -como se ha registrado entre los años 2017 a 2020- confirma que su estimación se debe hacer al viaje de pesca, por las diferencias operacionales de pesca de cada viaje, las diferencias en la misma interacción por parte de los mamíferos y las posibles tácticas de evasión realizadas durante un viaje de pesca por parte del patrón de pesca. Luego, contar con una mayor cobertura de observación en la pesquería permitiría evaluar de mejor forma la magnitud de la interacción con la pesquería y sus posibles efectos en el ámbito económico.

Tabla 8

Rendimiento de pesca perdido, depredación (D₂), captura perdida (kg) y captura total en los barcos y viajes analizados con interacción de mamíferos, 2020.

Viaje (barco y meses)		Rendim. perdido (g/bar)	Depredación D ₂ %	Captura perdida Cp (kg)	Captura pres. mamif. Cmam (kg)	Captura aus. Mamif. Caus (kg)	Captura total Ct (kg)	Captura total registrada (kg)
Barco 1	ene-mar	713,4	38,3	20.547,0	33.045,1	42.334,1	95.926,2	75.379,1
Barco 2	ene-abr	397,8	30,0	16.600,0	38.793,0	67.997,0	123.390,0	106.790,0
Barco 1	mar-may	483,8	32,1	13.039,1	27.619,6	81.589,0	122.247,7	109.208,5
Barco 3	mar-may	392,3	28,9	8.002,3	19.652,0	79.113,0	106.767,3	98.765,0
Barco 1	ago-dic	35,2	2,2	1.982,7	86.711,4	65.950,0	154.644,1	152.661,4
Barco 3	sep-dic	678,3	36,6	32.488,9	56.365,0	90.477,0	179.330,9	146.842,0
Total				92.660,1	262.186,1	427.460,0	782.306,2	689.646,1
D ₂ ponderado por Cp =				33,8				

Fuente: IFOP

Entre los años 2016 y 2020 se ha logrado estimar la depredación bajo la metodología de ausencia y presencia (**Figura 20**). Los valores de depredación registrados por viaje muestran una amplia variabilidad y que en general la mayoría de ellas fluctúa entre el 15% y 45% de depredación; no obstante, en promedio general en los 5 años de estudio promedian cercanos al 26%. Estos resultados muestran que es posible estimar la captura total de bacalao de profundidad y la captura perdida por depredación por mamíferos (orcas y cachalotes); en donde esta última puede llegar a valores en pérdida económica importante en un viaje de pesca.

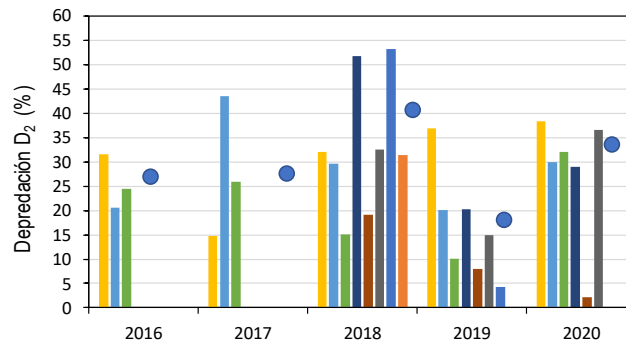


Figura 20 Valores de depredación (D2) por barco y viaje estimadas para el 2016-2020 (tres viajes en 2016 y 2017, 8 viajes 2018, 7 viajes 2019 y 6 viajes 2020). El círculo indica en valor ponderado de la depredación. Fuente IFOP.

b) Indicadores de fauna acompañante y captura incidental

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 2020 (**Tabla 9**). Como es habitual en esta pesquería, la fauna acompañante fue escasa con menos del 7% respecto de la participación en la captura. La especie objetivo de la actividad de pesca fue dominante; situación habitual de esta pesquería. Dentro de la fauna acompañante destacaron las especies las pejeratas, como también la antímora y rayas, especies habitualmente capturadas en la pesca de bacalao de profundidad durante gran parte del año.

Tabla 9

Participación en la captura (%) de las principales especies como fauna acompañante en la pesca informada como especie objetivo bacalao de profundidad en el área licita en la flota palangrera, 2020.

Nombre común	Participación en la captura %	Participación respecto captura bacalao de profundidad %
Bacalao de profundidad	92,14	100
Granadero ojos grandes	6,63	7,19
Antímora	0,86	0,93
Marrajo sardinero	0,09	0,10
Raya volántin	0,08	0,08
Raya espinosa	0,04	0,04
Raja sp.	0,04	0,04
Cabrilla	0,01	0,02
Otras especies	0,11	0,12

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, 2020. 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. Durante el año 2019 y 2020, según los datos de



observadores científicos a bordo, solo se registraron la mortalidad de dos y cuatro aves marinas, respectivamente. 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

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 2020 dan cuenta de la alta incidencia e impacto que tiene en las capturas y rendimientos de pesca en esta pesquería, generando no solo pérdidas económicas para los armadores de la pesquería, sino que, además, incertidumbre respecto a los indicadores pesqueros que alimentan el estado de situación de la pesquería de bacalao de profundidad.

Al respecto, los valores de depredación entre 2016 y 2020 fluctuaron entre 4% y 53%, con valores que tienden a estar en un valor de depredación ponderada entre un 15% y 45%. En el caso del valor ponderado en el año 2020 fue de 33,8% (valor superior al año 2019 de 18%). Estos valores están dentro de los descritos por Tixier *et al.* (2010); Tixier (2012) y Gasco *et al.* (2015) los cuales describen valores de depredación cercanos al 30%; no obstante, son valores superiores a los descritos por Tixier *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 todos los viajes efectuados por toda la flota industrial, con objeto de reducir la incertidumbre asociada a conocer la captura perdida por depredación, para así tener una aproximación (más cercana) de la captura total anual del recurso, y su posible uso en las evaluaciones de stock. Esta consideración ha sido 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 la pesca, entre posibles factores mencionan las variaciones en la forma de operar de los barcos, época del año, decisiones tomadas por los patrones cuando se enfrentan a 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.



En el año 2020 se registraron capturas perdidas por depredación que podría llegar a cifras como 32 t, cifras que afectan la productividad y tienen efectos económicos negativos en un viaje de pesca; además que son cifras de capturas que incrementa la incertidumbre en los valores de desembarque del recurso.

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 son bajos y de escasa magnitud (4,2% 2019 y 2,7% 2020, respectivamente). Esta información significa que en esta pesquería la devolución al mar de captura descartada es escasa, aspecto que reduce la incertidumbre por esta causa. Dentro de las principales causas de descarte ha sido la calidad -según lo descrito por Bernal *et al.* (2019 y 2020)- como 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 estado aprovechando -cada vez- estos ejemplares dañados en su producción; medida adecuada para reducir aún más el descarte. En este sentido, la magnitud de la captura predada por mamíferos muestra cifras mayores al descarte; en donde esta última podría tender a ser menor si el aprovechamiento de los ejemplares dañados fuera mayor; aspecto que tiene relación con los subproductos que podrían ser generados a bordo.

Por otra parte, entre los cambios observados en la flota industrial ha sido el desplazamiento de la operación de pesca -de forma más habitual a partir del año 2011- a caladeros situados al norte del paralelo 54° S., debido principalmente a una menor interacción con orcas y cachalotes (Céspedes *et al.*, 2012). No obstante, las capturas obtenidas en dichas latitudes (47° - 53° S) se encuentran representadas principalmente por ejemplares juveniles (menores de 110 cm) (Céspedes *et al.*, 2015, 2016, 2019 y 2020).

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

Si bien los indicadores pesqueros de captura y rendimiento de pesca presentan incertidumbre debido a la interacción y consumo por parte de mamíferos marinos. Se ha registrado -en general- un incremento gradual del rendimiento de pesca durante el periodo 2013-2020 (975 g/bar. y 1360 g/bar., respectivamente); a pesar de que durante el año 2018 se observó una caída de este indicador. Entre



los posibles factores explicativos estarían, por ejemplo, a cambios de tácticas de pesca por parte de patrones para reducir los efectos de los mamíferos. Como por ejemplo es posible nombrar, el desplazamiento de la operación de pesca hacia caladeros ubicados al norte del paralelo 54° S, tácticas de pesca de no virar el palangre calado por la presencia de mamíferos y desplazarse a otra cacea calada con ausencia de estos mamíferos.

Por otro lado, no se descarta que estos leves 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 la veda reproductiva, el cierre de operaciones de pesca localizadas en el Parque Marino Islas Diego Ramírez y Paso Drake, a contar de la publicación en el Diario Oficial del 21 de enero de 2019 (Norma General del Ministerio de Medio Ambiente; 1443,906 km²) podría ser una posible medida que sea beneficiosa al recurso por estar centrada en un área de concentración del recurso por patrones reproductivos. Esto último requiere ser confirmado con un estudio reproductivo en el recurso dirigido en dicha área entre junio y agosto.

Por su parte, la composición anual de tallas en las capturas industriales en el año 2019 y 2020 ha registrado un cambio a una distribución bimodal, 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 adquirió mayor magnitud y presencia en el área lícitada. Otro cambio -pero más leve- ha sido que entre el año 2018 y 2020 la principal moda de ejemplares adultos ha tendido a desplazarse a tallas mayores de 110 cm a 120 cm aproximadamente; aspecto que estaría indicando una mayor presencia de ejemplares adultos de mayor talla.

Al respecto, la presencia del contingente juvenil principalmente proviene de las capturas en latitudes ubicadas al norte del paralelo 54° S. Zona que se caracteriza por mayor presencia de juveniles de bacalao de profundidad respecto de la estructura más adulta de las capturas al sur del paralelo 54° S. (Céspedes *et al.*, 2016). Sin embargo, en los últimos -2018 a 2020- se ha caracterizado por una composición bimodal (una juvenil y una moda adulta), a diferencia de la forma unimodal de ejemplares juveniles. Luego, esto muestra que en el área de la pesquería también una mayor presencia de ejemplares adultos a toda el área de la pesquería. En este sentido, los últimos años se ha estado observando dos situaciones, por un lado, una mayor presencia de una moda juvenil, como también, una mayor presencia de ejemplares adultos de mayor talla, en el área lícitada.

Lo anterior se muestra en las estructuras de edad en los últimos años (2019 y 2020) 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. Luego, estos cambios observados en la composición de edad y talla en estos últimos años requieren ser monitoreados de cerca, debido la importancia que podría significar en la condición futura del recurso.



En relación con la proporción sexual, en la pesquería se observó el predominio de los machos en las capturas industriales en el área lícitada, cómo ha sido habitualmente descrita (Young *et al.*, 1999, Céspedes *et al.*, 2009). No obstante, de forma similar que la estructura de talla, la proporción sexual varía espacialmente al norte del paralelo 54 ° S la proporción de machos entre 2010 y 2020 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.

Dado que los procesos de desove en altas latitudes se hayan fuertemente sincronizados en relación a los ciclos de producción primaria en el océano (North y White, 1987; Van der Molen y Matallanas, 2004), es de esperar que el proceso reproductivo principal ocurra durante invierno a modo que los primeros estadios de desarrollo larval tengan una alta disponibilidad de alimento en relación al pico máximo de abundancia de zooplancton durante la primavera austral (Marshall, 1953; Yefremenko, 1983; Everson 1984; North y White, 1987). No obstante, frente a este escenario es posible que surjan ventajas adaptativas como el producir múltiples tandas de desove fueran del evento principal con el propósito de reducir la competencia interespecífica por alimento mediante la segregación trófica de las distintas etapas larvares (separación temporal de los periodos de eclosión), aunque fuertemente condicionado por las fluctuaciones ambientales (North, 1991; 2001).

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

El estimado de madurez sexual obtenido para la presente temporada resultó ser inferior 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), durante el 2020 no fue posible realizar la estimación sin considerar dicho estado, debido a que no se registraron durante la temporada estados 1. En este sentido, es importante avanzar en corregir errores de asignación de estados 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

Es importante destacar que las variables pesqueras y biológicas de la actividad operacional de pesca en la flota industrial están sujetas a algún grado de incertidumbre, debido 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. En este sentido, se debe continuar avanzando en la estimación de captura perdida por depredación de mamíferos, ya que es importante por el impacto que pudiera tener en las estimaciones de abundancia que se basan en la información de la pesquería.

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, como a su vez orientado a la posibilidad de generar un índice de abundancia independiente a la pesquería.

El conocimiento que se tiene en la actualidad de la biología reproductiva del recurso plantea diversas interrogantes, principalmente relacionadas con la duración del proceso de maduración sexual y la ciclicidad de los eventos de desove de la especie, frente a lo cual es necesario destinar recursos que permitan esclarecer además la talla a la cual los ejemplares aportan de manera óptima a la renovación del stock. No obstante, la incertidumbre debido a la interacción de los mamíferos en las capturas, los indicadores del monitoreo de la pesquería muestran rendimientos de pesca -que en los últimos años- ha tendido a un gradual aumento, mayor presencia de adultos y mayor presencia de juveniles en toda el área de la pesquería; a lo cual se suma la protección de caladeros importantes de la pesquería debido al Parque Marino; podrían ser escenarios que estarían generando condiciones de una perspectiva hacia un mejor desempeño de la pesquería industrial de bacalao de profundidad. Sin embargo, se requiere fortalecer el monitoreo de la pesquería con mayor cobertura en la mayoría de los viajes de la flota industrial, debido que indicadores pesqueros- como el índice de rendimiento de pesca- son pieza fundamental para los estudios de evaluación de stock y definir el estatus del recurso. Paralelamente, también es necesario incorporar estudios de marca- recaptura (migración), reproductivos y parasitológicos.

5.2

PESQUERÍA ARTESANAL DE BACALAO DE PROFUNDIDAD

5.2.1 Indicadores Pesqueros

- a) Desembarque oficial
- b) 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.) y la inclusión de esta flota en la cuota de captura establecida para el área lícitada (al sur del paralelo 47° S), mediante la subasta de permisos extraordinarios de pesca.

Conforme a esto y a las características históricas de la pesquería, las operaciones de las flotas de menor escala se distribuyen a lo largo de todo el territorio nacional, lo que complejiza el entendimiento y dinámica de los indicadores de las actividades comerciales.

Sobre esta base y de acuerdo a lo establecido en la Ley de Pesca y Acuicultura (N° 20.657), por recomendación del Comité Científico de las Pesquerías de Aguas Profundas, la autoridad pesquera mediante Decreto Exento N° 246 del 2019 (Minecon), estableció una cuota de captura artesanal para la temporada 2020 de 1.985 t a ser extraídas en todo el territorio marítimo de jurisdicción nacional localizado al norte del paralelo 47° L.S, cifra que significó una reducción leve en torno al 2%, respecto de lo autorizado para el 2019. Para la zona al sur del paralelo 47° LS, la flota artesanal dispuso de una cuota efectiva de 397,2 t.

a) Desembarque oficial

En la **Figura 21** 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 de 2015, los desembarques han tendido al descenso desde el año 2018, en donde el 2020 ha significado la cifra más baja de la historia de la pesquería artesanal de este recurso, considerando los desembarques logrados de las cuotas lícitas al sur de los 47° L.S. (**Figura 21**).

Con todo, el desembarque anual para la flota significó un consumo del 32% de la cuota asignada para el sector artesanal a ser capturado en el Área de la Pesquería Artesanal (APA). Por su parte, el desembarque a partir de actividades realizadas en el área lícitada fue de 290 t, inferior a lo reportado en el 2019 e incluso en el 2018, lo que revierte la tendencia ascendente de las temporadas previas. Es importante señalar que en estas últimas operaciones de pesca participaron un total de 22 armadores artesanales con 25 naves, las que realizaron 66 viajes de pesca.

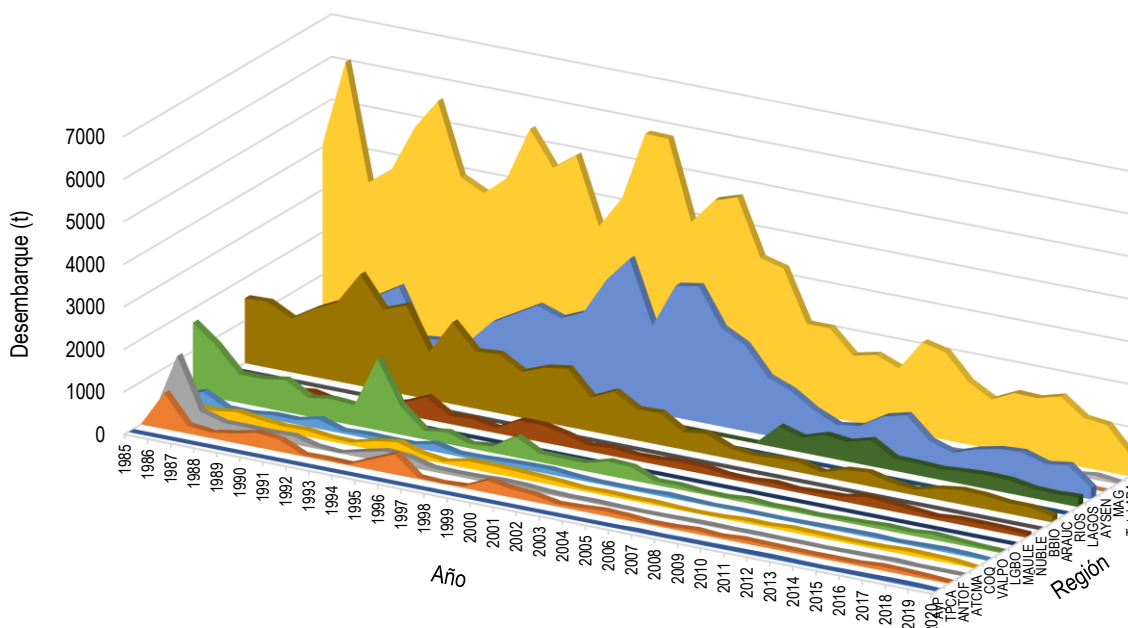


Figura 21 Captura (t) artesanal de bacalao de profundidad, por región de desembarque. Periodo 1985-2020. Total APA: Desembarque nacional menos desembarque área licitada. Fuente: Elaboración propia a partir de datos Sernapesca.

En virtud de la vasta extensión espacial de la pesquería, a partir de la temporada 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 la base de esta estratificación espacial, 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) a disposición de IFOP a través de un convenio interinstitucional.

El desembarque artesanal en el 2020, considerando la procedencia de la captura, mostró un descenso en todas las zonas definidas, en donde destaca la zona de pesca 1 por presentar una reducción del 85%, respecto de la temporada anterior (**Figura 22**). Por su parte, las principales zonas históricas en la pesquería (2 y 3), mostraron reducciones de 37% y 52%, respectivamente, lo que señala una contracción sustantiva de la actividad. Es importante señalar que el desembarque proveniente del área licitada (cuotas licitadas), de igual forma mostró una reducción en torno al 42% (**Figura 22**).

Esta reducción es consistente con la caída en el número de viajes realizados por la flota en todas las zonas analizadas, lo que se contrapone con los resultados del rendimiento de pesca logrado por las naves, el cual evidenció una tendencia ascendente desde el 2019 en las zonas vinculadas al área de la pesca artesanal (APA, al norte de los 47 ° LS). Efectivamente, en las zonas 1, 2 y 3 el rendimiento medio de pesca en toneladas por días fuera de puerto incrementó (**Figura 22**). Por



su parte, en el área licitada (zona 4), este indicador luego del incremento registrado en el 2019, para el 2020 se estabilizó en torno a valores similares registrados entre el 2014 y 2016.

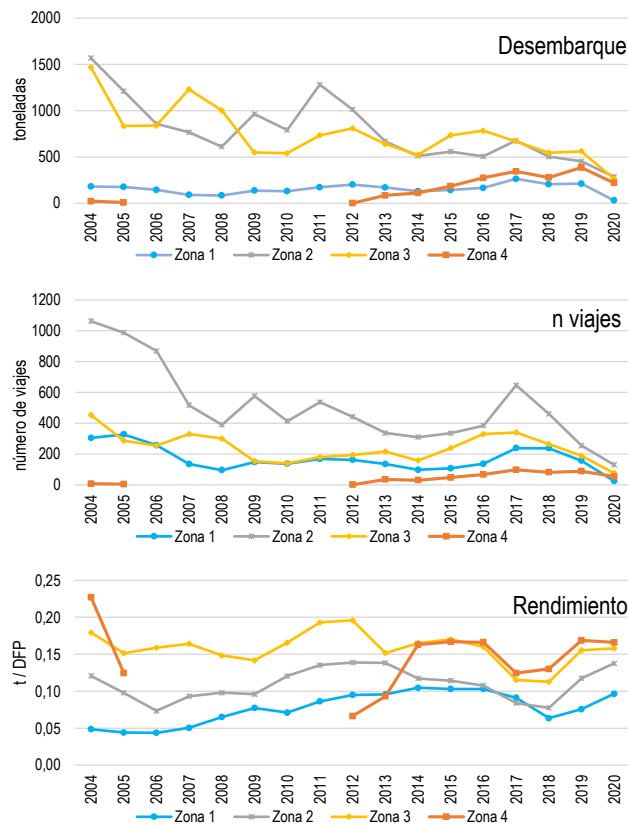


Figura 22 Desembarque (t), número de viajes totales y rendimiento de pesca en toneladas por días fuera de puerto por zona. Periodo 2004-2020. Fuente: Elaboración propia a partir de datos Semapesca.

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 23** muestra la dispersión espacial de las operaciones artesanales monitoreadas en este estudio, en donde destaca una concentración mayor en las zonas 2 y 3. Sin embargo, es importante señalar que a partir del 2015 se observa un incremento del registro en la zona 1, lo que responde a una expansión paulatina del proceso de monitoreo en dicha zona y no necesariamente a una intensificación de las operaciones de pesca.

Para la temporada 2020, dada la contracción de la actividad pesquera, la cobertura de observación se redujo de forma importante, la que fue consistente con la distribución regional del desembarque para la temporada. Sin embargo, es necesario señalar que existieron dificultades de seguimiento



en las zonas más australes de la pesquería (zonas 3 y 4), las que por razones de restricciones sanitarias atribuidas a la pandemia Covid-19, limitaron el correcto monitoreo de las actividades pesqueras sobre este recurso.

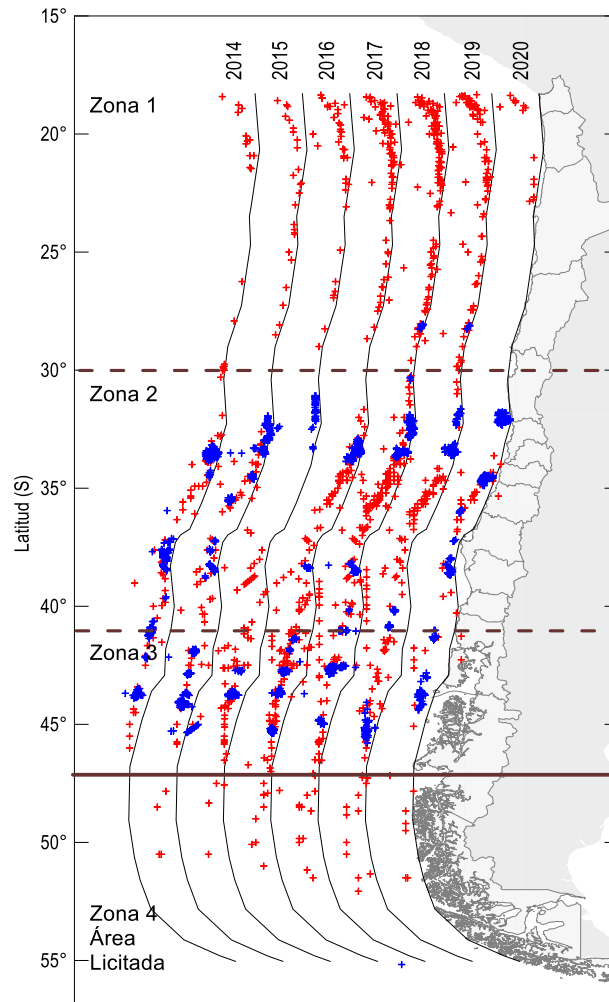


Figura 23 Distribución espacial de los viajes y lances de pesca de bacalao de profundidad monitoreados en la flota artesanal. En color azul los lances registrados en actividad de embarque con observador científico (OC) y en color rojo los viajes registrados a partir de información aportada por los armadores en los puertos de desembarques, periodo 2014-2020.

Para la temporada 2020 el monitoreo de la pesquería dio cuenta del registro de 80 viajes de pesca, con un total de 200 t desembarcadas (**Tabla 10**), lo que significó una reducción de 66% y 59%, en términos de viajes y captura, respectivamente, en relación con lo registrado en el 2019. Esta disminución agudizó la tendencia observada desde el 2019, temporada en la cual ya se habría observado una caída en estos indicadores (Céspedes *et al.*, 2020), lo que se explica principalmente a



una contracción de la pesquería. A pesar del escenario en que se desarrolló esta pesquería en el 2020, con una baja importante en la actividad comercial, una alta atomización de las operaciones en una vasta extensión territorial y la irrupción de la pandemia, la cobertura de muestreo lograda alcanzó el 29% y 22% en viajes y captura, respectivamente.

Los resultados operacionales monitoreados —analizados a través del rendimiento de pesca— registraron patrones disímiles por zona (**Figura 24**). Si bien aún puede apreciarse una estratificación espacial del indicador, en donde se ha observado valores mayores hacia las zonas más meridionales de la pesquería, en el contexto temporal (anual) de cada zona el rendimiento ha mostrado un comportamiento diferenciado en las últimas temporadas. Así, en la zona 1 este indicador ha registrado una estabilidad en valores en torno a los 100 kg por días fuera de puerto (kg/dfp), mientras que en las zonas 2 y 3 ha mostrado un incremento significativo desde el 2019, tendencia que se mantuvo hasta el 2020 (**Figura 24**). En contraposición a estas, en la zona de pesca 4 (área lícitada), el rendimiento de pesca se redujo en un nivel que puede ser considerado diferente estadísticamente de lo registrado en el 2019.

Tabla 10

Número de viajes y captura monitoreada en la flota artesanal de bacalao de profundidad, temporada 2020

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	n viajes	Captura	N viajes	Captura	N viajes	Captura
Ene											8	46,6	0,0%	0,0%
Feb							2	6,6	2	6,6	16	71,6	12,5%	9,2%
Mar	5	4,5	16	26,9	2	10,3	5	15,8	28	57,5	87	220,6	32,2%	26,0%
Abr	1	1,6	4	5,6	1	3,7			6	10,9	28	70,8	21,4%	15,5%
May	6	8,8	9	15,0					15	23,7	42	107,6	35,7%	22,0%
Jun	1	1,7							1	1,7	8	27,0	12,5%	6,2%
Jul											2	8,9	0,0%	0,0%
Ago														
Sept			1	0,8					1	0,8	4	12,8	25,0%	6,2%
Oct			3	9,9	4	17,9			7	27,9	14	56,8	50,0%	49,0%
Nov			7	22,6	2	12,6	1	4,2	10	39,4	42	188,5	23,8%	20,9%
Dic			8	27,6	1	2,1	1	1,5	10	31,2	30	117,0	33,3%	26,7%
Total año	13	16,5	48	108,4	10	46,6	9	28,1	80	199,6	281	928,2	28,5%	21,5%

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.

El análisis de la data proveniente de los embarques de observadores científicos a bordo de la flota de lanchas que operó en la pesquería dio cuenta del registro de 10 viajes cubiertos con una duración media de 19 días. En estos viajes se desarrollaron 446 lances de pesca, de los cuales 429 fueron positivos en la captura de bacalao de profundidad (96% de efectividad). En estas actividades se capturó 35,2 toneladas del recurso objetivo, a través del despliegue de 344.950 anzuelos.

Desde la perspectiva operacional, los viajes monitoreados con observador científico embarcado cubrieron el área comprendida entre los 31°46'S y los 44°24'S (**Figura 23**), cuyos lances de pesca se realizaron entre los 1.000 y 1.400 m de profundidad promedio. Los rendimientos de pesca por lance



observados tuvieron una alta dispersión, con valores promedio que oscilaron entre los 50 y 180 g/anzuelo (**Figura 25**).

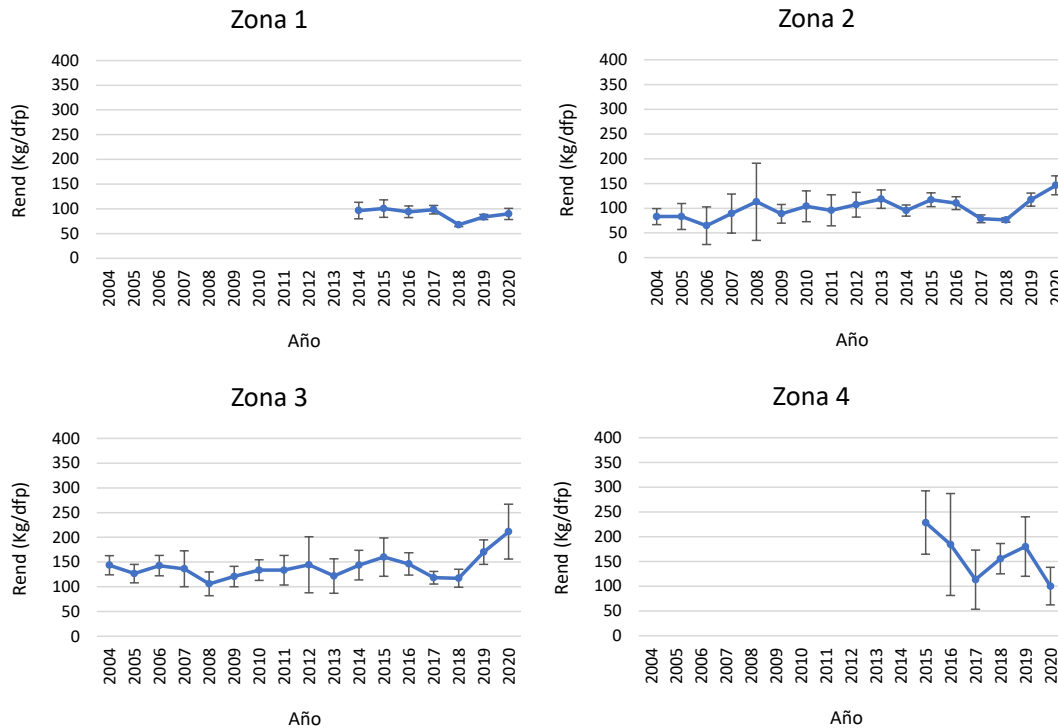


Figura 24 Rendimiento de pesca nominal (kg/dfp) monitoreado e intervalos de confianza (95%) de bacalao de profundidad en la flota artesanal por zona. Periodo 2004-2020. Fuente IFOP.

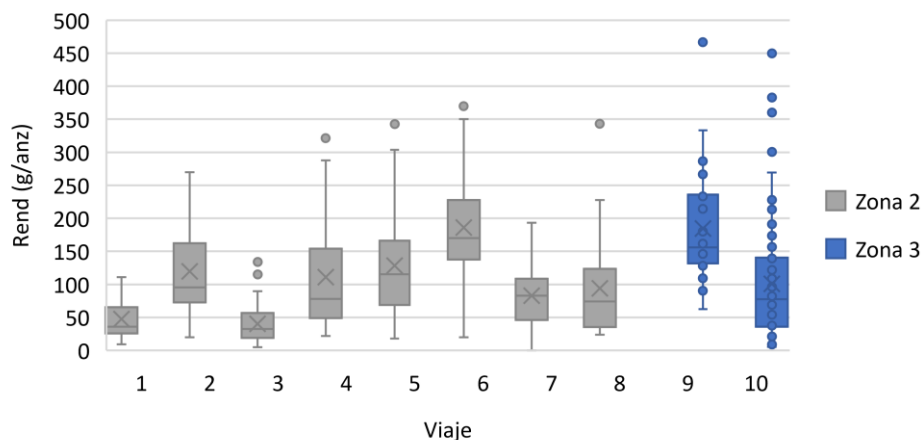


Figura 25 Diagrama de caja del rendimiento de pesca (g/anzuelo) de bacalao de profundidad por zona y viaje con personal IFOP embarcado, temporada 2020. Fuente bitácoras de pesca IFOP.



5.2.2 Indicadores biológicos

5.2.2.1 Composición de talla de las capturas

a) Estructura de talla

La composición de tallas de los ejemplares monitoreados en las operaciones artesanales de bacalao de profundidad en el 2020 presentó las características típicas registradas en las capturas, en donde destaca una distribución con una importante asimetría positiva en las zonas 2, 3 y 4, con modas situadas por debajo de la talla de madurez sexual de 110 cm LT (**Figura 26**). Por su parte, la zona 1, a pesar del bajo número de muestras, mostró una mayor representación de ejemplares por sobre la talla de madurez utilizada, sin embargo, en esta misma zona se ha evidenciado desde el 2017 la presencia de una moda secundaria de ejemplares juveniles alrededor de los 75 cm LT, la que se ha mantenido hasta el 2020.

Esta presencia de ejemplares más juveniles en las capturas artesanales en la zona 1, también se ha reflejado en las zonas 2, 3 y 4, pero en una mayor cuantía, característica que ha prevalecido desde el 2018 (**Figura 26**), lo que se ha traducido en un desplazamiento leve de las estructuras de tallas en las zonas 2 y 3 hacia la izquierda a partir de dicho año. Sin embargo, para el 2020 esta tendencia parece haberse revertido, pues la moda se ha desplazado una marca de clase a la derecha.

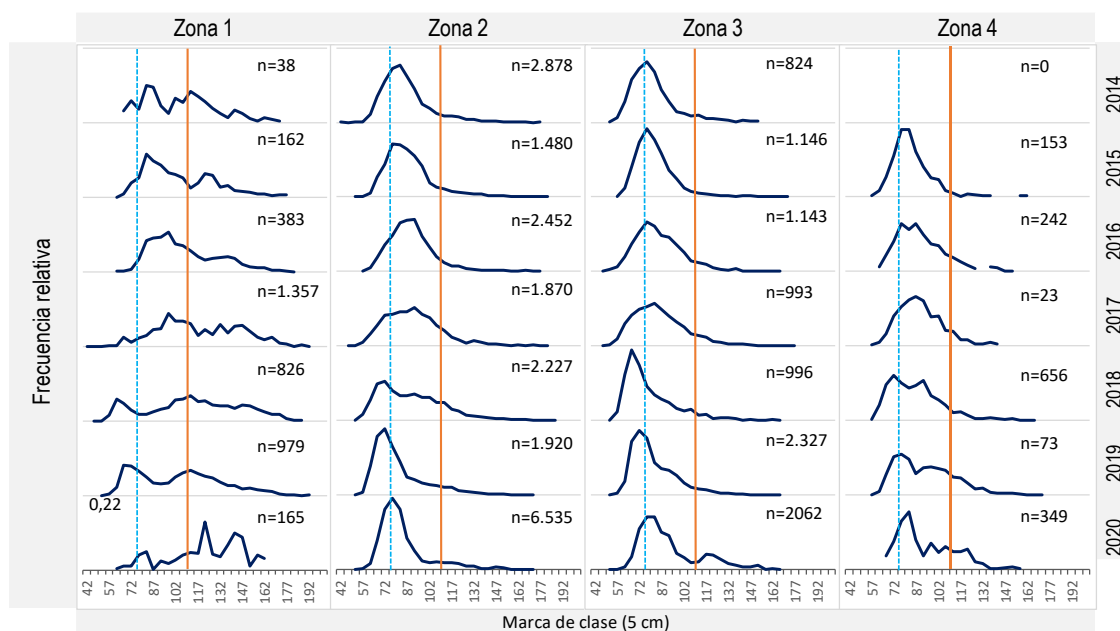


Figura 26 Distribución de frecuencia relativa de tallas de bacalao de profundidad en las capturas artesanales por zona, periodo 2014-2020. La línea vertical naranja indica la talla de madurez sexual (110 cm LT), mientras la línea punteada celeste muestra una talla de referencia de 75 cm LT.



b) Talla media

Consistente con las estructuras de tallas en las capturas, el indicador de tamaño medio de los ejemplares capturados por zona evidenció las características descritas en las últimas temporadas para esta pesquería. En general, la talla media de los individuos en la zona 1 es mayor, con un valor en torno a los 110 cm LT y en donde destaca un aumento significativo en el 2020, respecto de lo registrado en el 2019, alcanzando una longitud de 125 cm, la más alta desde el 2014, año de inicio del monitoreo en esta zona (**Figura 27**): En las zonas 2 y 3, los tamaños promedio de los ejemplares capturados han registrado históricamente una estratificación espacial negativa respecto de la latitud, esto es, a mayor latitud, menor tamaño de los ejemplares, característica que se evidenció hasta el 2019, temporada en que el indicador para ambas zonas fue similar.

Sin embargo, para la temporada 2020 los ejemplares de la zona 3 fueron más grandes en promedio que lo registrado en la zona 2, revirtiendo la estratificación espacial descrita anteriormente, lo que podría explicarse por la presencia de una moda secundaria sobre los 110 cm LT en dicha zona para la última temporada (**Figura 26**), lo que incidió en el aumento significativo del indicador de talla media hasta alcanzar un valor de 92 cm LT, cifra más próxima a lo reportado en la zona 4 (**Figura 27**). Respecto de esta última zona, es importante mencionar que desde el 2014 se ha registrado una tendencia incremental no significativa de este indicador, hasta alcanzar un valor de 94 cm LT en el 2020.

Respecto de la proporción de ejemplares juveniles en las capturas -otra componente importante en la estructura de tamaños- cabe destacar que la participación de esta fracción en las actividades artesanales es alta desde la Región de Coquimbo hacia el sur (zonas 2, 3 y 4), en donde los valores mayores se concentran en la zona 3 con cifras en torno al 90% (**Figura 28**). Sin embargo, en el 2020 esta proporción se redujo a 80%, lo que se explica por la moda secundaria conformada por ejemplares sobre los 110 cm LT mencionada anteriormente.

Esta disminución de la proporción de juveniles en la zona 3 para el 2020, también fue registrada en las zonas 1 y 4, en donde destaca la primera de ellas con una caída significativa respecto de la serie analizada (2014-2019), hasta llegar al 25% de representación en la estructura de tallas, la más baja no solo de la serie de esta zona, sino también, de toda la distribución de la pesquería artesanal de bacalao de profundidad (**Figura 28**). En la zona 4 por su parte, el indicador de proporción de juveniles alcanzó un valor de 76%, similar a lo observado en el 2019 (79%) y significativamente inferior a lo reportado en el 2018.

En el caso de la zona de pesca 2 (Región de Coquimbo a Región de Los Ríos), la presencia de juveniles en las capturas en las temporadas 2019 y 2020 se mantuvo estable en torno al 90% de representación (**Figura 28**), retornando al valor promedio histórico registrado en esta zona, luego de la caída significativa de este indicador en el 2018.

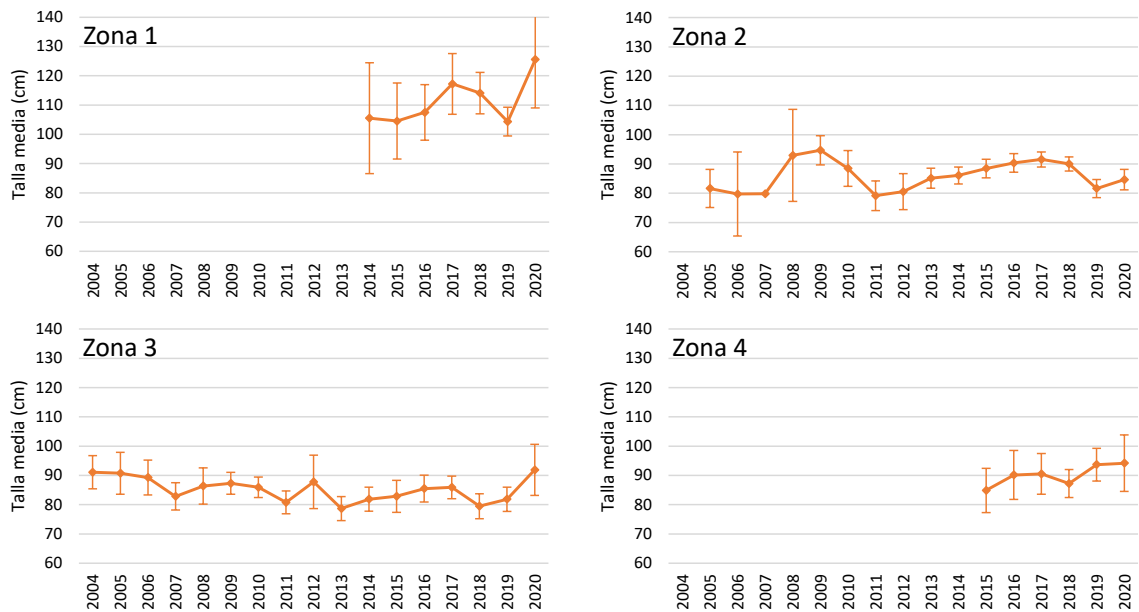


Figura 27 Variación anual de la talla media de bacalao de profundidad (cm) e intervalos de confianza (95%) en las capturas artesanales. Indicadores por zona y sexos combinados, periodo 2004 - 2020. Fuente IFOP.

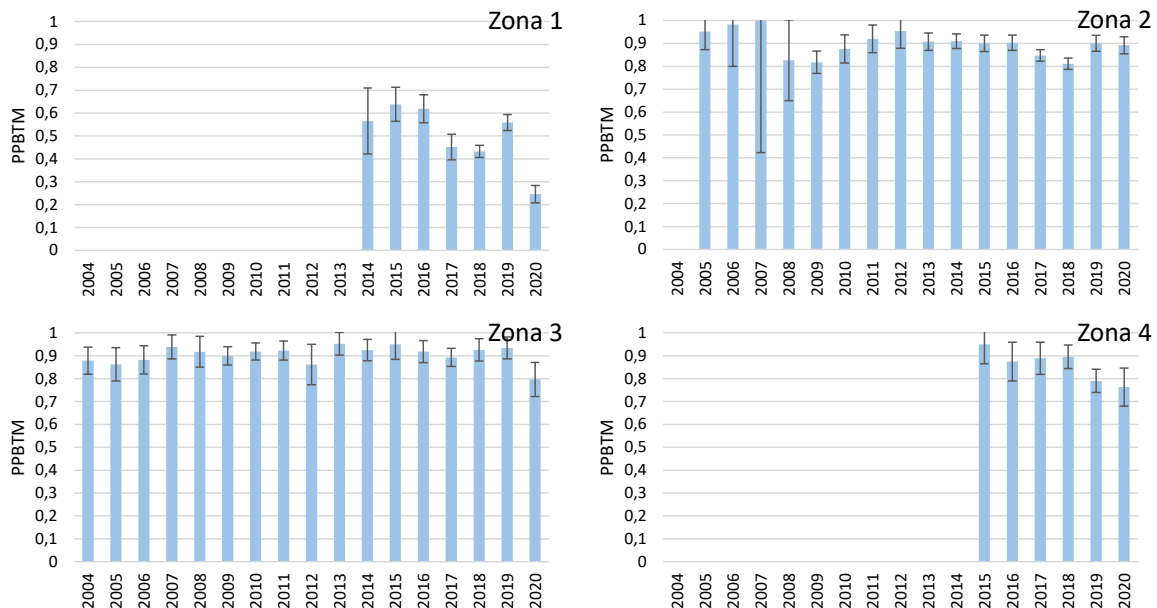


Figura 28 Variación anual del porcentaje de ejemplares de bacalao de profundidad bajo la talla de madurez sexual, PPBTM (110 cm LT) e intervalos de confianza (95%) en las capturas artesanales. Indicadores por zona y sexos combinados, periodo 2004 - 2020. Fuente IFOP.



5.2.2.2 Proporción de hembras en las capturas

La proporción trimestral de hembras de bacalao de profundidad en las capturas artesanales señaló una representación mayoritaria de este grupo en las zonas donde se logró realizar embarques de observadores, único mecanismo que permite levantar datos para este indicador. En general, la representación de este grupo ha estado en torno al 60%, con variaciones intra anuales sin una tendencia clara (**Figura 29**). Algunas variaciones importantes se registraron en los años 2015 y 2019 en la zona 2 y en particular, en el primer y cuarto trimestre del 2020 de la zona 3, periodos que reportaron el máximo y mínimo histórico, respectivamente, de la presencia de hembras en las capturas artesanales.

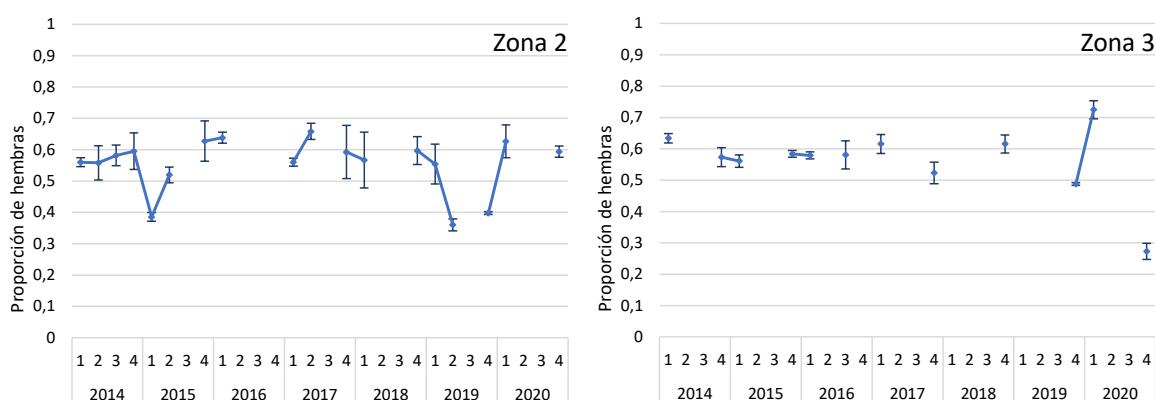


Figura 29 Proporción mensual de hembras de bacalao de profundidad e intervalos de confianza (95%), en las capturas monitoreadas en embarques en la flota artesanal. Indicadores por zona, periodo 2014-2020.

5.2.2.3 Condición reproductiva

a) Índice gonadosomático

La actividad reproductiva por zona en el 2020, representada por el índice gonadosomático (IGS) trimestral, evidenció niveles bajos de desarrollo gonadal de las hembras (**Figura 30**), con valores en torno al 0,4% para ambas zonas, situación que puede ser considerada como el patrón esperado para la especie en el área donde se desarrolla la actividad pesquera artesanal. Algunas variaciones menores han sido observadas solo en la zona 2 a fines del 2018, pero en valores que no superaron el 1%, lo que es indicativo de una actividad reproductiva prácticamente nula en el área de localización de los caladeros de pesca de esta flota.

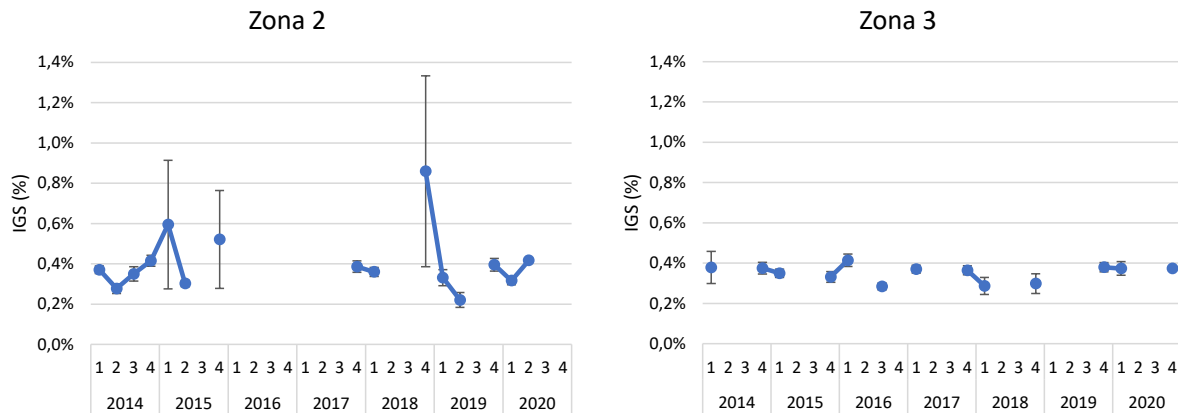


Figura 30 Variación trimestral del índice gonadosomático (IGS) de hembras de bacalao de profundidad e intervalos de confianza (95%), en las capturas monitoreadas en embarques en la flota artesanal. Indicadores por zona, periodo 2014-2020.

5.2.2.4 Composición de edad del desembarque

a) Estructura de edad del desembarque

El desembarque en la pesca artesanal ha bajado en los últimos años, observándose que en 2020 (928 t) fue un 47% menor que el año anterior. La actividad pesquera, al igual que numerosas otras actividades, se vio afectada por la situación de pandemia, que ocasionó diversos inconvenientes en las labores asociadas.

El desembarque en número correspondió a 108.025 ejemplares, lo cual es un 42% menor que el año anterior (185.772). La diferencia que se produce entre la disminución del desembarque en peso versus el desembarque en número se debe al cambio en el peso promedio de los ejemplares el cual en el último año se vio reducido.

Si bien este recurso tiene una amplia estructura de edades en las capturas, en la extracción de la pesca artesanal la estructura de edades se concentró en GE jóvenes. Considerando los GE que contribuyen con un aporte de al menos 5% a la estructura, se presentó sustentada en el año 2020 en 72% por cuatro grupos de edad (GE VII a X) con una moda relevante en el GE VIII, que representó el 31% de la estructura etaria (**Figura 31 A**), clasificando esta moda en la estructura de la pesca como sumamente joven e intensa. En el desembarque en peso por grupos de edad (**Figura 31 B**), se puede apreciar que un solo GE (GE VIII) aporta 152 t al desembarque total y los peces de las edades más adultas que GE XV si bien en número de peces corresponden a un 15 % en su aporte, en peso corresponden al 43%.

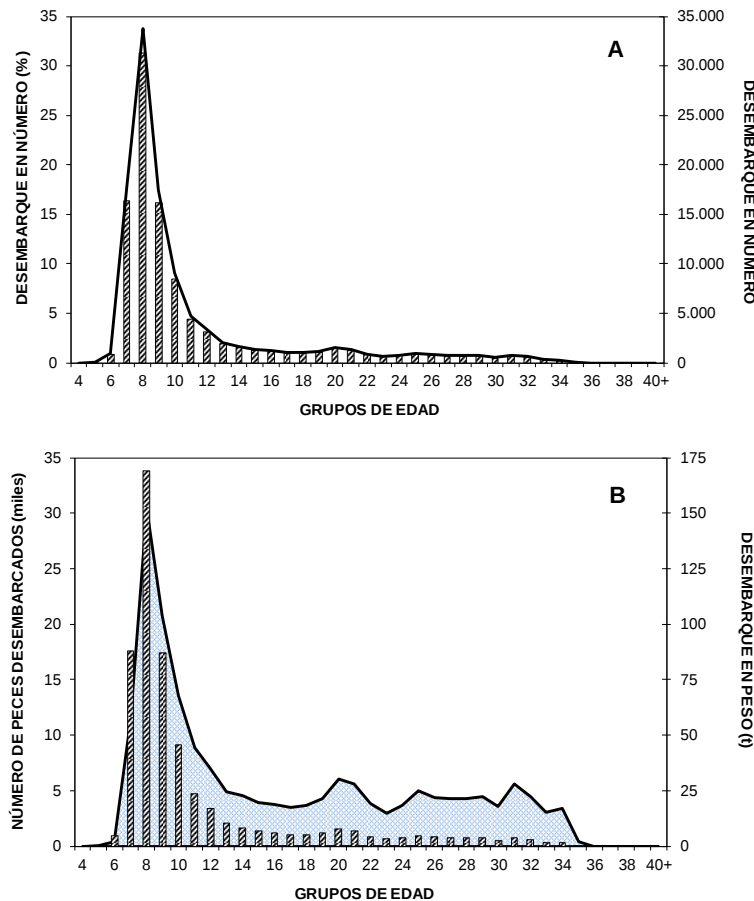


Figura 31 Estructura interna del desembarque por grupos de edad de bacalao de profundidad para el área sur-austral, 2020. A: Composición en número (línea) y porcentaje (barras) B: Desembarque en peso (línea) y número de peces desembarcados (barras). Fuente: IFOP

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 presentó tendencia histórica descendente desde 2005 a 2011, en donde, este último año registró el valor más bajo en los ejemplares extraídos por la pesca artesanal (5,8 kg). En los años 2012 a 2014 este indicador presentó valores cercanos a los 7 kg, observándose que en el año 2015 ascendió considerablemente a 9,2 kg (**Figura 32**). Desde 2016 a 2018, este parámetro nuevamente presentó una tendencia decreciente, el que llegó a un valor promedio levemente superior a los 7 kg. En el 2019 presentó un notable ascenso (9,4 kg), comparable al registrado en 2015, pero en el 2020 nuevamente bajó en 9%, tomando un valor de 8,6 kg.

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 2020, 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 año se presentó entre 15 kg - 16 kg, para machos y hembras, respectivamente, lo que da cuenta del tramo a que acceden en cada actividad según el arte en uso y área de pesca (**Figura 17 y Figura 32**).

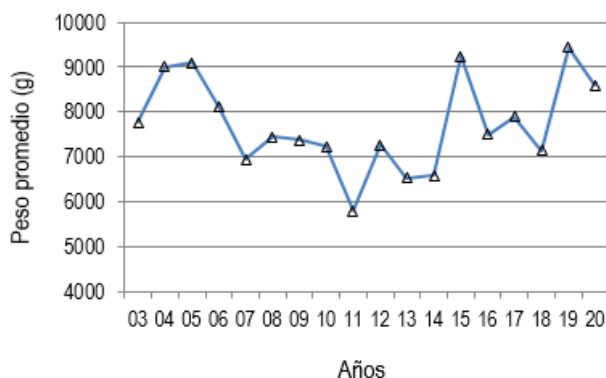


Figura 32 Pesos promedios (g) de bacalao de profundidad en el desembarque artesanal. Serie histórica 2003–2020. Ambos sexos. Fuente. IFOP.

c) Serie Histórica

En la serie artesanal, se aprecia que su captura accede históricamente a la fracción de ejemplares más jóvenes. En general se observa en la secuencia de años (**Figura 33**) el cambio en la intensidad en la pesquería artesanal en número de peces desembarcados. Se aprecia en particular el cambio en la estructura que se experimentó en el año 2018 con intensa moda. En los últimos años se destaca grupo modal en GE VIII desde 2015 a 2017; GE VII en 2018 – 2019 y GE VIII en 2020. Los grupos de edad más adultos están presentes de forma muy escasa.

La estructura etaria histórica de la pesca artesanal y su relevancia en número, comparada con la pesca extraída por la flota industrial se presenta en la **Figura 34** para un período de veinticinco 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 1:1,4 en 2020.

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

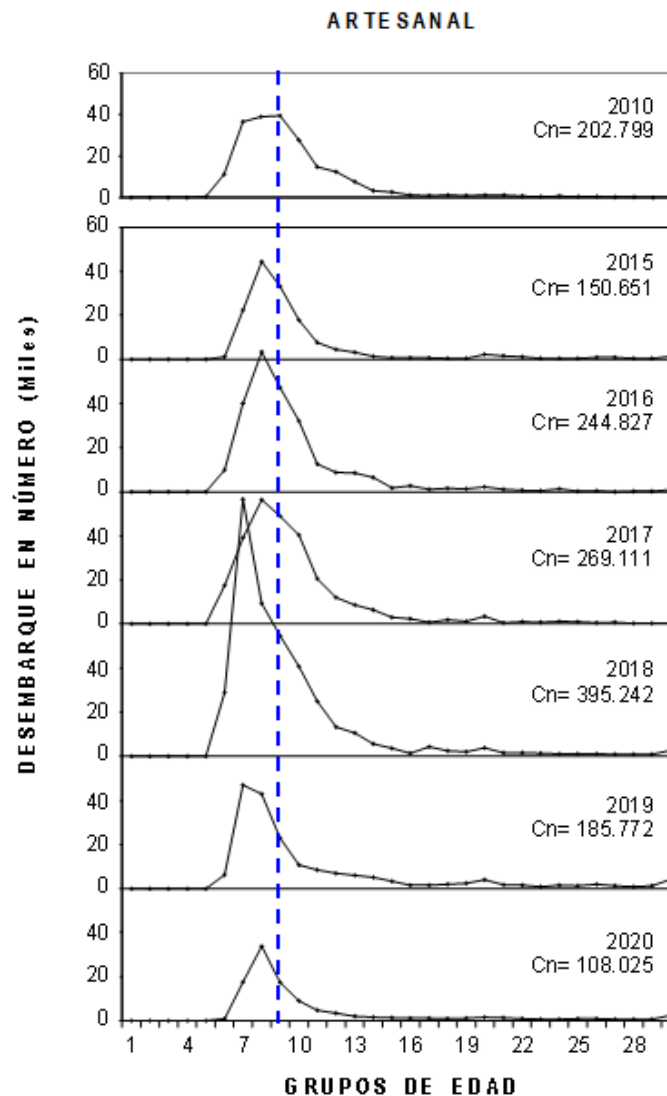
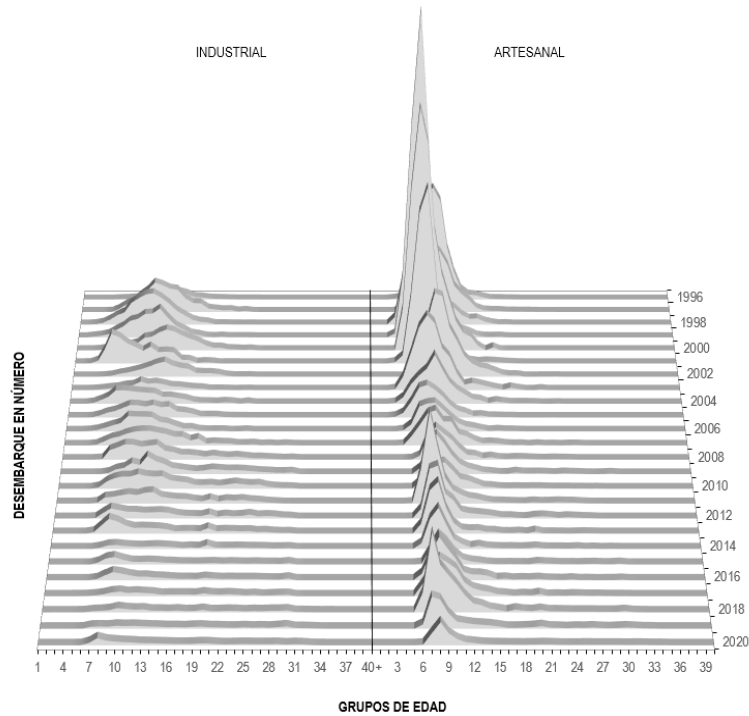


Figura 33 Composición del desembarque en número de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquería demersal artesanal. Años 2010 y 2015 - 2020. Fuente: IFOP.



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

Figura 34 Composición del desembarque en número de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquería demersal industrial y artesanal. Período 1996 - 2020. Fuente IFOP.



5.2.3 Indicadores ecosistémicos

a) Precios playa

Durante la temporada 2020 el registro de los precios de comercialización (precio playa) de bacalao de profundidad por zona, dio cuenta de valores medios entre \$6.560 y \$7.800, con una mayor dispersión en las zonas 2 y 4 (**Figura 35a**). El promedio más alto se reportó en la zona 4, mientras el menor se reportó en la zona 3, con un valor de \$6.560.

El análisis temporal de estos indicadores (por año y trimestre), señalan claramente que a partir de la temporada 2017 el mercado de bacalao ha perdido valor sistemáticamente, en donde la reducción del precio de primera venta del recurso ha caído hasta niveles levemente menores a lo reportado en el primer trimestre del 2014 (**Figura 35b**).

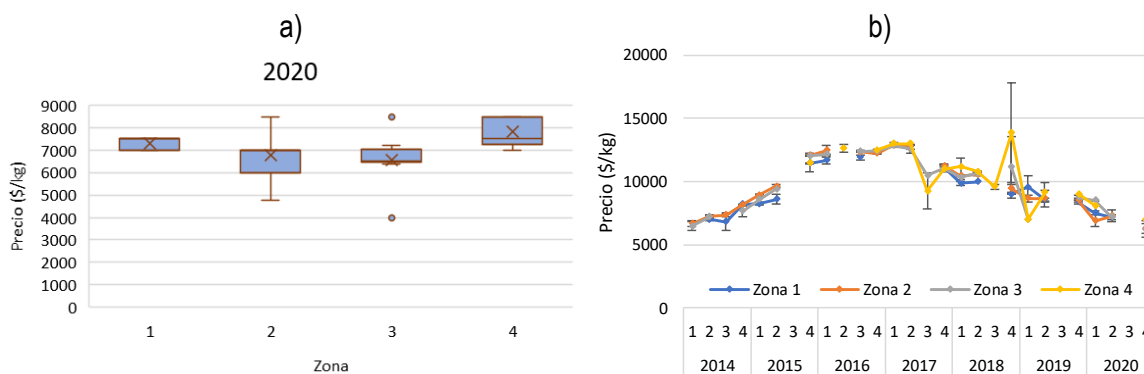


Figura 35 Diagrama de caja del precio playa de bacalao de profundidad en el 2020 (a) y precio playa promedio trimestral de bacalao de profundidad por zona en el periodo 2014-2020 (b) con intervalos de confianza ($\alpha=95\%$). Fuente IFOP.

b) Costos por viaje

Los costos de operación de los viajes realizados a las zonas 2 y 3 en el año 2020 se incrementaron en 52% y 54%, respectivamente, si se consideran los valores registrados en el 2019 (**Figura 36**). Además, los gastos incurridos por la flota que operó en la zona 3 fueron superiores a lo invertido por la flota que operó en la zona 2, característica que ratifica lo observado en años anteriores, en el sentido de la existencia de un patrón ascendente de los costos de operación con la latitud. Esta diferencia puede ser explicada por la duración y distancias de desplazamiento de los viajes, así como las características propias de las flotas que operan en cada zona, como, por ejemplo, número de tripulantes, potencia de los motores, entre otros. A este respecto es importante recordar que, en general, los costos por viaje se pueden estructurar de la siguiente manera: un 40% corresponde a combustible, 30% en víveres, 14% en hielo, 12% en carnada. (sardina, jurel, sierra), 2% aceite de motor y un 1% en agua potable.

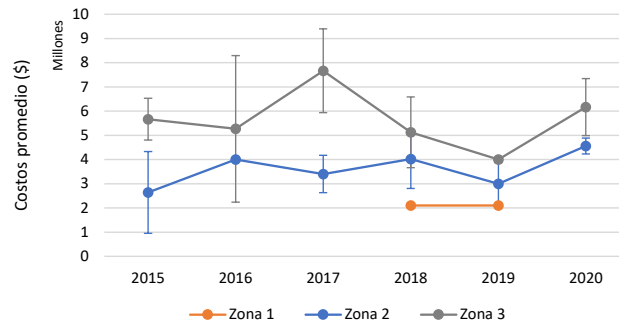


Figura 36 Costo promedio de los viajes de pesca artesanales (millones de pesos) de bacalao de profundidad, por año y zona. Periodo 2015-2020. Fuente IFOP.

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 2020 se logró la cobertura en 10 viajes de pesca, en los cuales se desarrollaron 429 lances y cuya observación dio cuenta de la presencia de 16 especies como fauna acompañante en esta pesquería, en donde destaca la presencia de *Antimora rostrata* y *Macrourus holotrachys* en el 75,5% y 41,3% de los lances monitoreados, respectivamente (Tabla 11).

Tabla 11

Frecuencia de lances con presencia de las especies fauna acompañante en las operaciones artesanales de bacalao de profundidad, en el área entre 28°04,4' -45°47,3' S, año 2020 (n lances observados= 429; n viajes =10).

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>	324	75,5%	2,7%	71,5%	79,5%	34,29	10
Granadero de ojos grandes	<i>Macrourus holotrachys</i>	177	41,3%	5,7%	36,7%	45,8%	4,96	5
Tollo negro peine	<i>Centroscyllium nigrum</i>	76	17,7%	10,2%	14,2%	21,3%	7,66	4
Tollo negro	<i>Aculeola nigra</i>	68	15,9%	10,9%	12,5%	19,2%	32,94	3
Tollo gato	<i>Bythaelurus canescens</i>	41	9,6%	14,6%	6,8%	12,3%	9,24	1
Granadero Patagónico	<i>Coelorinchus fasciatus</i>	36	8,4%	15,7%	5,8%	11,0%	17,78	1
Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>	29	6,8%	17,6%	4,4%	9,1%	9,08	2
Raya volantin	<i>Zearaja chilensis</i>	17	4,0%	23,4%	2,1%	5,8%		3
Quimera negra	<i>Chimaera fulva</i>	13	3,0%	26,8%	1,4%	4,6%	9,86	3
Reineta	<i>Brama australis</i>	8	1,9%	34,4%	0,6%	3,1%		3
Pejegato de profundidad	<i>Apristurus brunneus</i>	7	1,6%	36,8%	0,5%	2,8%	18,60	2
Raya espinosa	<i>Dipturus trachyderma</i>	4	0,9%	48,9%	0,0%	1,8%		1
Centolla	<i>Lithodes santolla</i>	2	0,5%	69,3%	0,0%	1,1%		1
Quimera de ojo grande	<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>	1	0,2%	98,1%	0,0%	0,7%		1
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	1	0,2%	98,1%	0,0%	0,7%		1
Tollo negro narigón	<i>Etmopterus granulosus</i>	1	0,2%	98,1%	0,0%	0,7%	2,00	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

Durante la temporada 2020, la pesquería artesanal de bacalao de profundidad mostró una agudización de la contracción registrada en el 2019. Los indicadores de desembarque y de consumo de cuota cayeron a niveles nunca vistos en la historia de esta pesquería. Si en la temporada 2019 esta contracción se había explicado por la caída de la demanda externa, lo que produjo una reducción de los precios de comercialización por un posible sobre stock, en el 2020 el brote de Covid-19 y la declaración de pandemia por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS), profundizó la caída de la demanda internacional y generó una nueva contracción de los precios a nivel global, la que alcanzó a un -28% (Palta *et al.*, 2021).

La declaración de Pandemia forzó a nivel nacional el establecimiento de estado de excepción constitucional de catástrofe, por calamidad pública y seguridad pública en todo el territorio, el que fue declarado el 18 de marzo del 2020 (Decretos Supremos N°s 104, 269, 400, todos del 2020), declaración que afectó a gran parte de las actividades productivas, excepto las actividades pesqueras, entre otras, toda vez que la autoridad sanitaria incluyó a estas como funciones esenciales, con el objeto de garantizar la permanente disponibilidad de alimentos para la población, área en que la pesca y la acuicultura juegan un papel esencial (Subpesca, 2020).

Sin embargo, a pesar de que la pesca estuvo exenta de restricciones operativas, los precios bajos ofertados por los intermediarios para el bacalao de profundidad artesanal desincentivaron la activación de parte importante de la flota que opera sobre el recurso. Efectivamente, parte de la macrozona norte no mostró operación sobre el recurso, privilegiando la orientación del esfuerzo a otras pesquerías, situación que también se dio en fracciones de la flota de puertos de la zona centro como San Antonio, Constitución y Lebu.

Sobre este escenario, a fines de marzo el IFOP suspendió parcialmente las actividades de muestreo por un breve plazo en todas flotas, con el objeto de ajustar los protocolos y procedimientos sanitarios a implementar a bordo de las naves y en los centros de desembarque que ocupa la flota bacaladera, todo a fin de cumplir con lo establecido por la autoridad sanitaria y asegurar la salud del equipo de observadores científicos encargados de este monitoreo. Luego de este ajuste, las actividades de monitoreo para la toma de datos se desarrollaron de forma variable, lo que fue dependiente de las restricciones de acceso, movilidad y condiciones sanitarias de los distintos centros de muestreo.

Con esto, el proceso de monitoreo dio cuenta de una mayor variabilidad en la recopilación de datos durante el 2020, cuando, a pesar de una posición proactiva a la recopilación de datos científicos por parte de los operadores, las restricciones locales de desplazamiento limitaron y condicionaron el apropiado seguimiento de la pesquería. No obstante, se logró continuar con actividades de embarques de personal científico en la flota que operó desde los puertos de San Antonio (Región de Valparaíso), Constitución (Región del Maule) y Lebu (Región del Bio-Bio), en donde se realizaron 10 viajes con observador embarcado que visitaron caladeros en el área comprendida entre Pichidangui y la isla Guafo



Con los resultados de los análisis pesqueros de la temporada y al igual que lo reportado en el 2019, a pesar de la caída en los indicadores de operación (desembarque y número de viajes de pesca), los rendimientos observados mostraron un incremento sustantivo en las zonas de pesca 2 y 3, lo que se podría asociar a una mayor disponibilidad de recurso en dichas zonas y/o a una menor perturbación de los caladeros, dado al menor esfuerzo aplicado en ambas temporadas. Por su parte, de los datos en la macrozona norte señalaron una estabilización del indicador, en niveles bajos, pero con una leve recuperación hacia el 2020, lo que también podría deberse a los factores indicados anteriormente.

Por el contrario, las operaciones en la zona 4 (área lícitada al sur de los 47°LS), reflejaron una caída del rendimiento, incluso por debajo de lo registrado en la zona 3, condición que quiebra el patrón latitudinal de este indicador, en donde, hasta el año 2019 los valores más altos se asociaban a viajes realizados en la zona meridional de esta pesquería, mientras disminuyen paulatinamente a medida que la latitud se hace menor, lo que es señal de que, en la zona norte del país, la disponibilidad de bacalao para la flota artesanal es menor, carácter consistente con lo descrito por Young *et al.* (1999). Sin embargo, esto podría ser considerada una característica singular de la temporada, dado el escenario disminuido en términos de presión pesquera en el área, por las condiciones particulares en las que se desarrolló la pesquería en el 2020.

Respecto de las características de estructura tamaño y edades de las capturas artesanales de bacalao, es importante mencionar que se mantiene una alta presencia de ejemplares juveniles, lo que se puede deber a una característica propia de los caladeros ocupados por la flota, con actividades en torno a los 1.000 m de profundidad promedio. Por otro lado, la distribución espacial de la composición de tallas en las capturas ha mostrado un gradiente latitudinal negativo desde el norte de Chile hasta los 47° LS, esto es, a medida que aumenta la latitud, disminuye la presencia de ejemplares adultos. Sin embargo, se debe señalar que en el 2020 se observó una desviación a este patrón, dado el aumento de la talla promedio de la zona al sur de Valdivia explicado por la presencia de una moda secundaria sobre la talla de madurez sexual de 110 cm LT. Lamentablemente, en esta zona se tuvo a disposición escasa información de viajes monitoreados por las restricciones mencionadas anteriormente, pero los datos colectados corresponden mayoritariamente a muestreos con observador embarcado, por lo que tienen una mayor certidumbre a cerca de la procedencia de las capturas.

De acuerdo con la información registrada a través de observadores científicos embarcados, en las zonas de pesca monitoreadas se ratifica la ausencia actividad reproductiva en la zona entre la Región de Coquimbo y la de Los Lagos, lo que es consistente con lo descrito para la especie en el área en cuestión (Young *et al.*, 1999 y Oyarzún *et al.*, 2003), aunque no se puede descartar presencia de ejemplares con algún nivel de desarrollo gonadal superior en profundidades en donde no opera esta flota o en el área donde no se ha logrado monitoreo con observadores científicos embarcados, particularmente en la macrozona norte de la pesquería, área que por limitaciones operativas y presupuestarias no ha podido ser atendida bajo esa estrategia de muestreo.



En otro orden de cosas, se debe mencionar que en esta pesquería los antecedentes de descarte son escasos, dada las limitaciones para el embarque de personal científico en las naves espineleras que operan sobre el recurso. Al mismo tiempo, al momento del desarrollo de este informe no estuvieron disponibles los resultados del estudio del descarte para la temporada 2020, sin embargo, en base a antecedentes aportados por Bernal *et al.* (2020), quienes analizaron información de algunos viajes desarrollados desde el puerto de San Antonio, en el año 2019 un 36% de la captura total de esas actividades fue descartada, de cuya fracción, el 97% correspondió a tollo negro (*Centroscyllium nigrum*), antímora (*Antimora rostrata*) y granadero (*Macrourus holotrachys*), mientras que solo el 2,3% correspondió a la especie objetivo bacalao de profundidad, acción realizada por tratarse de ejemplares por debajo de la talla de interés comercial. Esto último es concordante con los antecedentes recogidos en este estudio, en el sentido de la existencia de una comercialización por estratos de tamaño, en donde los intermediarios no adquieren ejemplares por debajo de los dos kilogramos de peso.

Finalmente, es necesario señalar que el proceso de monitoreo de esta pesquería debe ser ajustado en el corto plazo dada las necesidades urgentes para dar continuidad 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. Sin embargo, esto 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 2020 evidenció una contracción importante forzada por factores tanto externos como internos a la actividad pesquera propiamente tal. Por una parte, el mercado internacional mostró una reducción relevante de precios, particularmente en los dos destinos principales de este recurso, Estados Unidos y China, lo que ha desincentivado a los armadores a realizar actividades pesqueras sobre el recurso, por los altos costos de operación. Adicionalmente, la irrupción de la pandemia Covid 19 a inicios del 2020 agudizó el escenario, a pesar de que la actividad pesquera no fue limitada en su accionar por medidas sanitarias.

Sumado a los eventos anteriores, la actividad pesquera aún mantiene una alta presencia de ejemplares juveniles en las capturas, lo que ha tenido un efecto adicional en los precios de comercialización de primera venta, lo que posiblemente ha forzado a los pescadores a evitar una mayor captura de esta fracción del stock. Esta táctica se podría recoger del leve desplazamiento hacia la derecha de las modas de las estructuras de tallas en las principales zonas de pesca, sin embargo, esta mejora parece no ser importante y se podría explicar a limitaciones de disponibilidad de ejemplares de mayor tamaño en el área de la pesquería artesanal, así como a aspectos tecnológicos de las flotas y de rentabilidad de la pesquería.

Con todo, el escenario no es favorable para la actividad artesanal sobre bacalao, pues una pesquería en estado de sobreexplotación, con un nivel de reducción del potencial desovante por sobre el valor límite, pero alejado del objetivo (Tascheri, 2021), con un mercado deprimido en términos de precios, un alza paulatina y constante en los costos de operación, debido principalmente al aumento de los combustibles desde mediados del 2020 —así como los costos de vida en general— pueden desincentivar a alguna parte de los pescadores a no continuar en esta pesquería y a otros, a ejecutar prácticas que se orienten a maximizar el rendimiento de pesca, lo que podría poner en riesgo aún más la sostenibilidad de la pesquería en el mediano plazo.

5.3

PESQUERÍA DE ORANGE ROUGHY

5.4

PESQUERÍA DE ALFONSINO

5.5

PESQUERÍA DE BESUGO

5.5.1 Indicadores Pesqueros

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

5.5.2 Indicadores Biológicos

5.5.2.1 Composición de tallas de las capturas

- a) Estructura de talla
- b) Talla media

5.5.2.2 Condición reproductiva

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

5.5.2.3 Composición de edad de las capturas

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

5.5.3 Análisis y discusión de la pesquería.

5.5.4 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 y N°23 del 2016 del Minecon). Frente a este escenario, el programa de monitoreo no registra información sobre este recurso para la temporada analizada.

5.4 Pesquería de alfonsino

Producto de la deteriorada condición que presenta la fracción adulta del stock, la actividad comercial sobre alfonsino se encontró suspendida durante toda la temporada 2020, mediante la implementación de veda extractiva (Decreto Exento N° 23 del 2016 del Minecon). Frente a este escenario, el programa de monitoreo no registra información sobre este recurso para la temporada analizada.

5.5 Pesquería de besugo

El periodo analizado corresponde al cuarto año en vigencia de la veda extractiva establecida para el recurso besugo (Decreto Exento N° 23 de 2016, 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

Si bien las cifras oficiales indican una aparente estabilidad en los desembarques de besugo durante el periodo 2014-2019, en 2020 se registra una cifra 10 veces superior a igual periodo 2019, dato que coincide y refuerza la tendencia incremental observada a partir de 2018 al analizar la información recopilada a bordo de las embarcaciones industriales de la zona centro-sur por observadores científicos (OC) de IFOP. Al respecto, las cifras de captura monitoreada durante el 2020 se asemejan a aquellas reportadas para la temporada 2012 y representan por lo demás un incremento del 46% en comparación con la temporada 2019 (**Figura 37**). Esta información proviene principalmente de operaciones de pesca realizadas al interior de la zona 3 durante los meses febrero, mayo, junio y



octubre (**Tabla 12**), en donde el esfuerzo de pesca (h.a.) registrado mantiene la temporalidad enfocada en invierno, pero con importantes valores del indicador a comienzos de temporada (en sintonía con los niveles observados hacia fines del periodo anterior, **Figura 38**). Con respecto al rendimiento de pesca, es posible observar en mayo el máximo valor registrado por el indicador, lo que en el contexto espacial concuerda con observaciones pasadas sobre operaciones de pesca en los caladeros ubicados al noroeste de la isla Mocha, operaciones que en general contribuyeron durante el 2020 a incrementar en un 17% el rendimiento de pesca registrado por la zona 3 comparativamente con igual periodo 2019 (**Figura 39**).

Tabla 12
Captura monitoreada y desembarque mensual de besugo por zona y total, año 2020.

Mes	Captura monitoreada (t) ¹				Desembarque Ind. U. Pesquería ²	
	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Total	Peces demersales	Todas
En		0,28		0,28	0,27	0,36
Fb	0,15	4,30		4,44	3,93	3,97
Mr		1,41		1,41	3,72	3,75
Ab		0,95		0,95	0,73	0,75
My		7,66		7,66	6,44	6,44
Jn		6,16		6,16	11,45	11,45
Jl		1,22		1,22	1,58	1,58
Ag		0,00		0,00		
Sp						
Oc		8,25		8,25	9,84	9,84
Nv		0,28		0,28	0,24	0,24
Dc		1,06		1,06	0,80	0,81
Total	0,15	31,58		31,72	38,99	39,19

Fuente ¹IFOP; ²Elaboración propia a partir de datos Sernapesca.

Nota. Valores en gris corresponden a capturas menores a 10 kg.

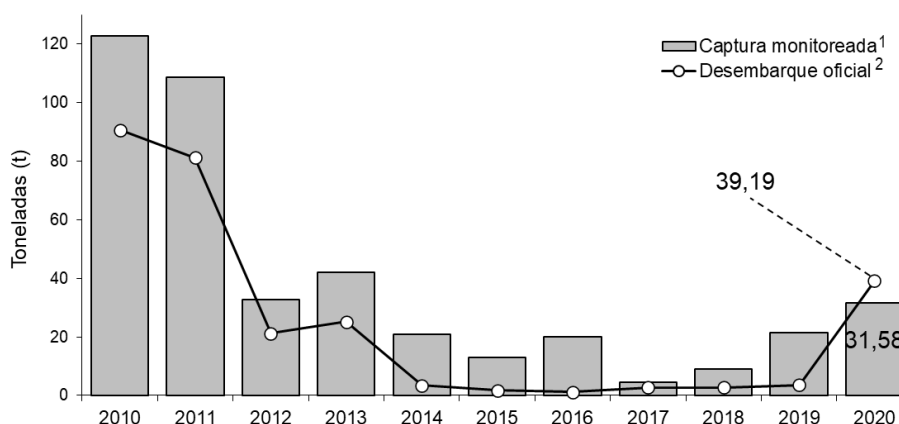


Figura 37 Desembarque oficial y captura monitoreada anual de besugo, periodo 2010-2020. Nota: Cifra de desembarque 2020 corresponde a información preliminar. Fuente ¹IFOP; ²Elaboración propia a partir de datos Sernapesca

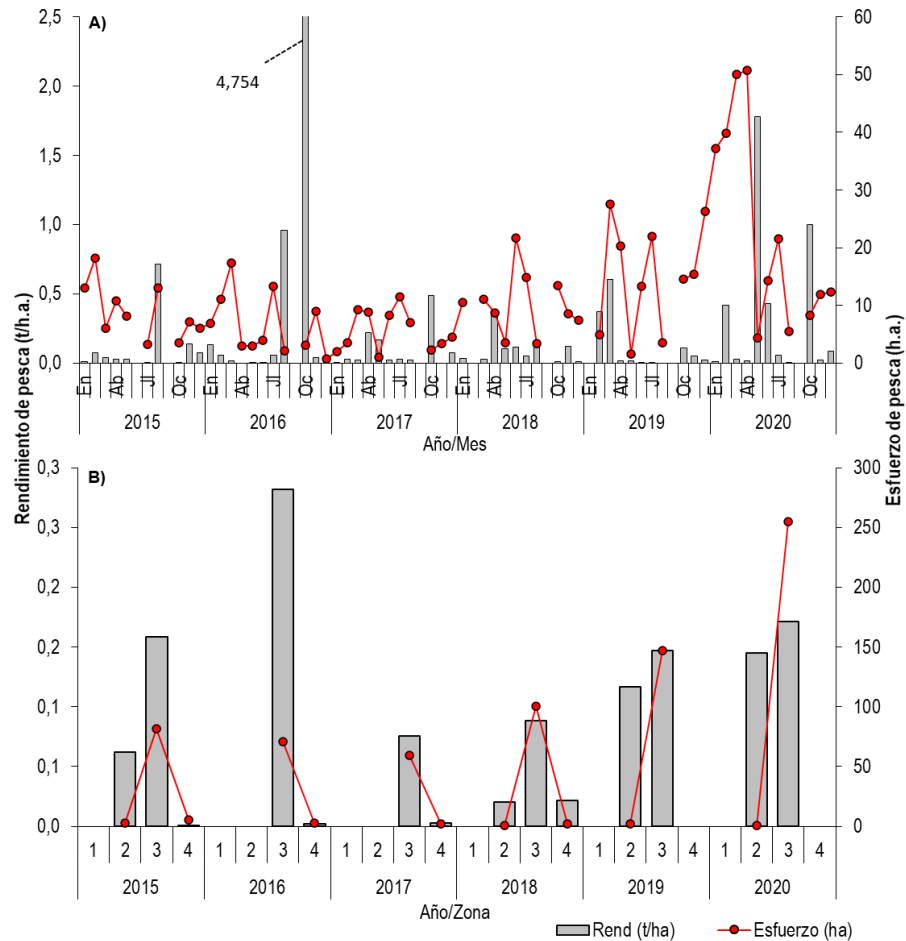


Figura 38 Rendimiento y esfuerzo de pesca mensual (A) y anual por zona (B), años 2015-2020. Fuente IFOP. Nota: bitácoras con OC embarcado complementadas con bitácoras autoreporte.

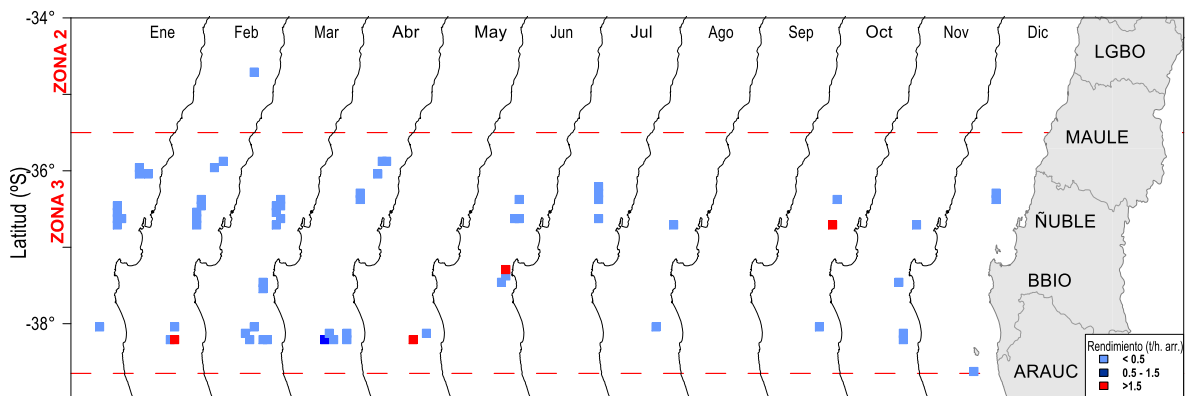


Figura 39 Distribución espacial de niveles de rendimiento de pesca nominal de besugo, temporada 2020. Información agrupada en cuadrículas de 5x5 mn. Fuente IFOP.



5.5.2 Indicadores biológicos

5.5.2.1 Composición de tallas de las capturas

a) Estructura de tallas

Durante la temporada 2020 al interior de la zona 3 se registró una distribución bimodal, compuesta principalmente por ejemplares adultos en torno a los 28 y 35 cm de longitud horquilla (LH), la cual muestra cierta similitud con el periodo anteriormente reportado, aunque con matices. Las diferencias radican por una parte en la disminución de la contribución realizada por la cohorte de 35 cm LH en estratos profundos y por otro lado en la presencia de esta misma en veriles someros, como lo acontecido durante 2016 y 2017 (**Figura 40**).

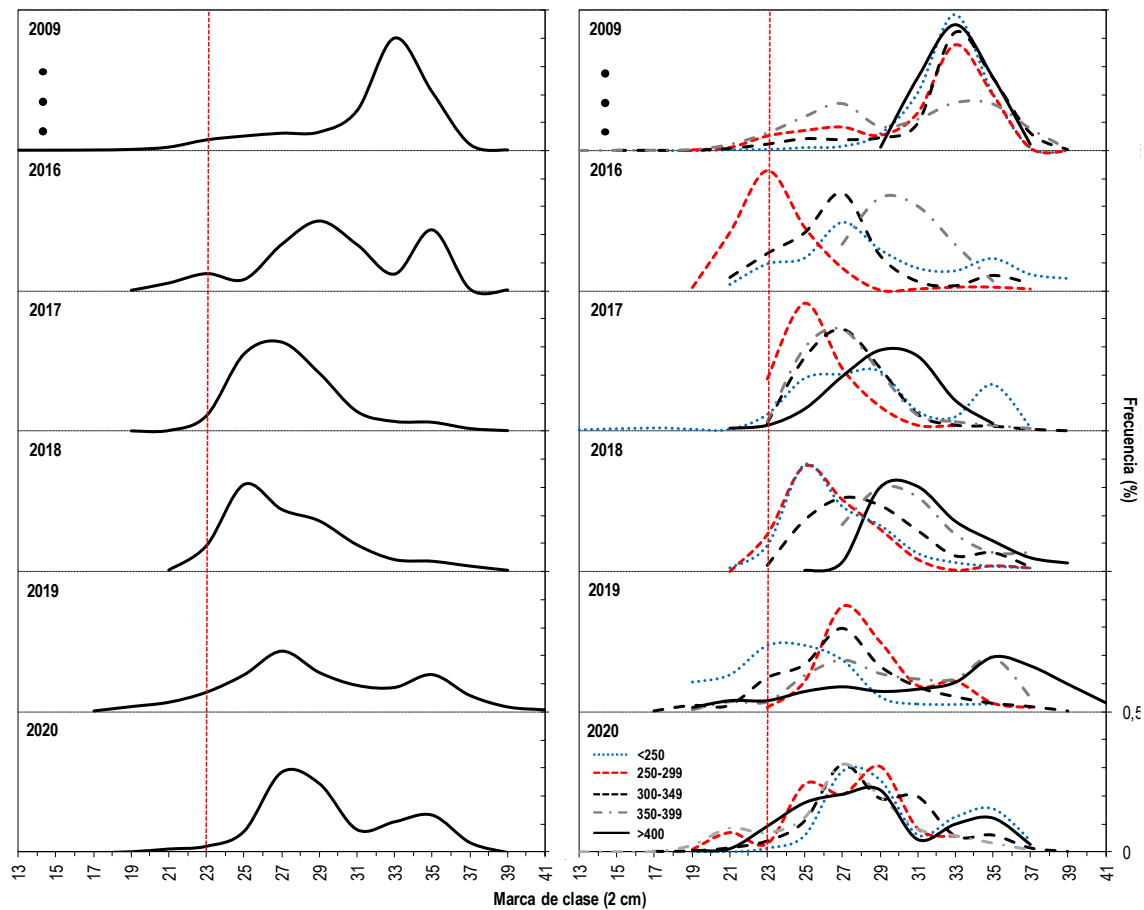


Figura 40 Distribución de frecuencia de talla anual y por estratos de profundidad de besugo para ambos sexos combinados en capturas industriales al interior de la zona 3, años 2009; 2016-2020. Nota: Línea vertical roja discontinua indica la talla de referencia estimada por Flores *et al.* 2015 (23 cm LH). Fuente IFOP.



b) Talla media y proporción bajo talla de referencia

La talla media para sexos combinados registró por tercer periodo consecutivo un desplazamiento hacia rangos superiores, hecho marcado por una baja participación de ejemplares bajo talla de referencia en las capturas. Este último indicador si bien se asemeja a los niveles registrados durante el 2008, se diferencia por una estructura poblacional aun dominada por la cohorte de los 28 cm LH, no obstante que marca un precedente en la historia reciente de la pesquería, guardando recaudo que los datos provienen de una actividad dirigida a otros recursos (**Figura 41**).

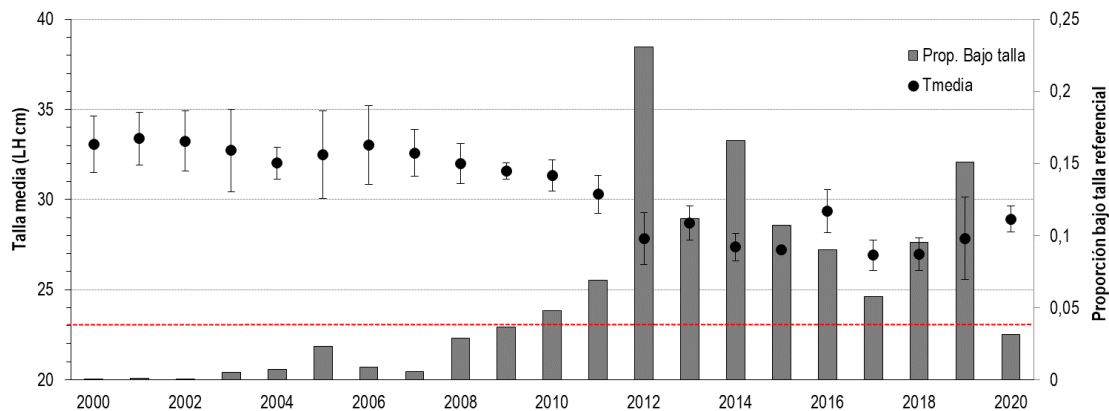


Figura 41 Talla media (Tmedia) y proporción bajo talla de referencia, periodo 2000-2020, ambos sexos combinados. Nota: Línea horizontal roja discontinua indica talla de referencia estimada por Flores *et al.* 2015 (23 cm LH). Líneas negras verticales representan intervalo de confianza al 95%. Fuente 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 42 A**). Este patrón se manifiesta durante el 2020 con valores máximos del indicador IGS durante mayo y previamente durante marzo, lo que coincide con el predominio de ejemplares en proceso activo de maduración y en proceso de desove (**Figura 42 B**).

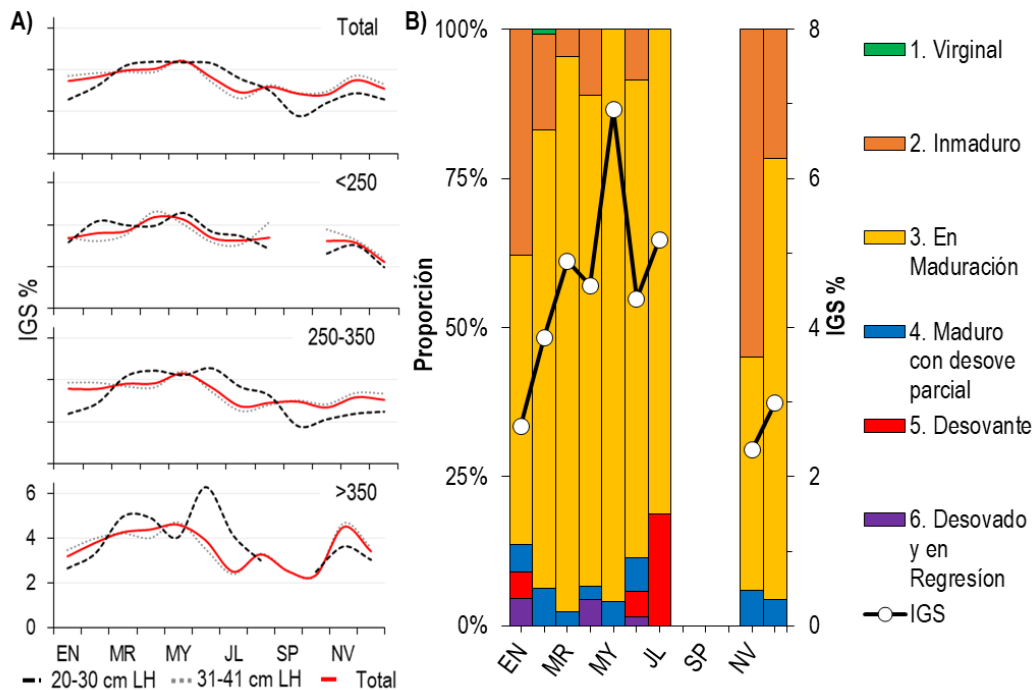


Figura 42 Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) por estratos de talla y rangos de profundidad, periodo 2000-2020 (A), junto a proporción de estados de madurez sexual (EMS) e (IGS) mensual, año 2020 (B). Hembras. Fuente: IFOP.

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 2020. 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 43**. Al respecto la $L_{50\%}$ se alcanzó a los 24,5 cm LH, con un IC95% de 24,1 y 24,9 cm, levemente por debajo del estimado el 2019 (**Figura 44**).



Tabla 13

Parámetros de la ojiva de madurez y longitud media $L_{50\%}$ de madurez sexual de besugo. Año 2020.

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
2020	Hembras	452	-18,94	2,177	0,79	0,086	24,0	23,4	24,5
	Machos	268	-14,54	2,076	0,58	0,080	25,1	24,4	25,7

Fuente IFOP.

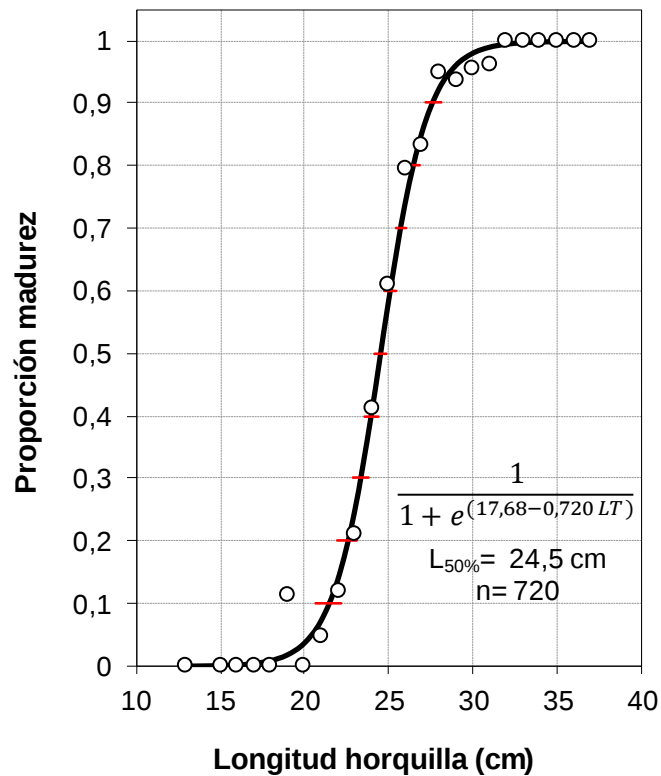


Figura 43 Ojiva de madurez sexual para sexos combinados, año 2020. Líneas rojas horizontales representa el intervalo de confianza al 95%. Fuente IFOP.

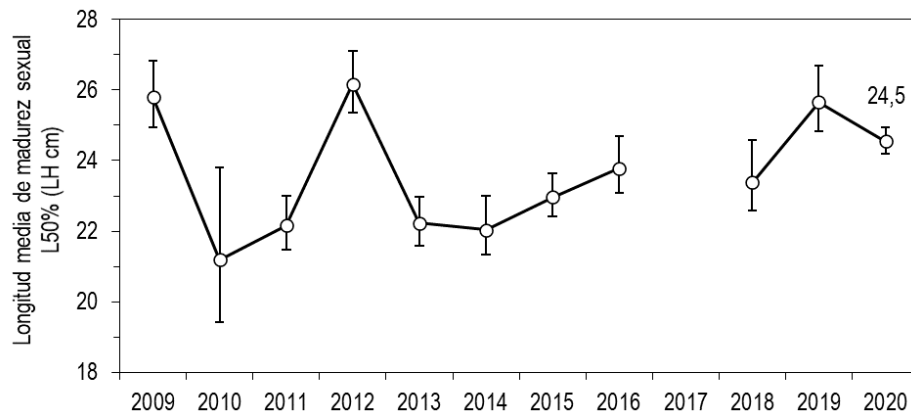


Figura 44 Estimados globales de $L_{50\%}$. Líneas verticales representan intervalo de confianza al 95%. Periodo 2009-2020. Fuente IFOP.

La **Figura 45** muestra que los individuos capturados en el 2020 alcanzaron la edad media de madurez ($E_{50\%}$) a los 7,34 años de vida, mucho menor a lo reportado en informes anteriores (Céspedes *et al.*, 2019), donde indica una madurez media para el besugo de 9,3 años y a lo mostrado en las muestras analizadas en el 2019, que fue de 10,4 años.

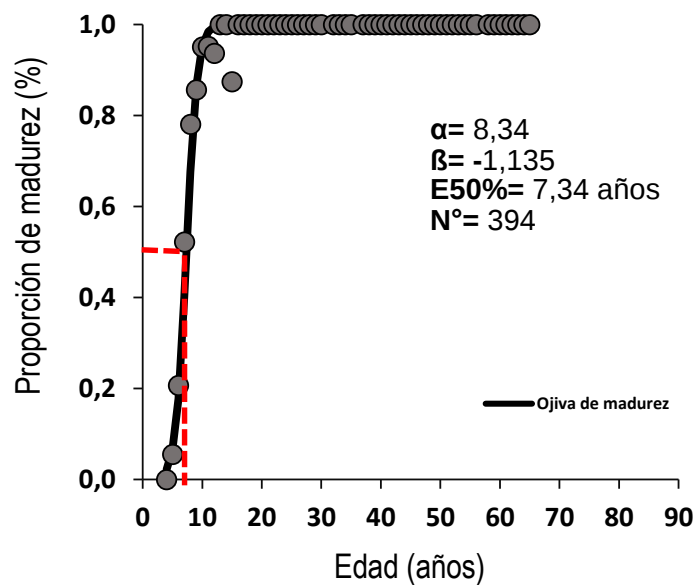


Figura 45 Curva logística de madurez sexual media a la edad (años) para hembras de besugo utilizadas en las lecturas de otolitos en el periodo 2020. Puntos grises corresponde a la proporción de madurez observados, la línea negra representa la proporción de madurez estimada y la línea roja indica los ejes de madurez al 50% y la edad a la que se alcanza.

5.5.2.3 Estructura de edad en las capturas

a) Descripción de las muestras analizadas

Para la estimación de la edad de las capturas de besugo se analizaron un total de 630 otolitos (> 25% al 2019), donde el 37% correspondió a machos y el 63% a hembras, proporción similar a la presentada el 2019 (40% machos y 60% hembras). El rango de longitud estuvo entre los 16 a los 37 cm LH en sexos combinados, rango similar al registrado el 2019 (19 - 40 cm LH) (**Figura 46 a**)

De las muestras analizadas, hubo disponibilidad en 7 meses del año, donde el mes de enero es el que presentó los ejemplares de mayor tamaño, cuya longitud media alcanzó los 28 cm, el resto de los meses se observan medias similares, alrededor de los 26 cm. Las hembras en general presentan las mayores longitudes a lo largo del año (**Figura 46b**).

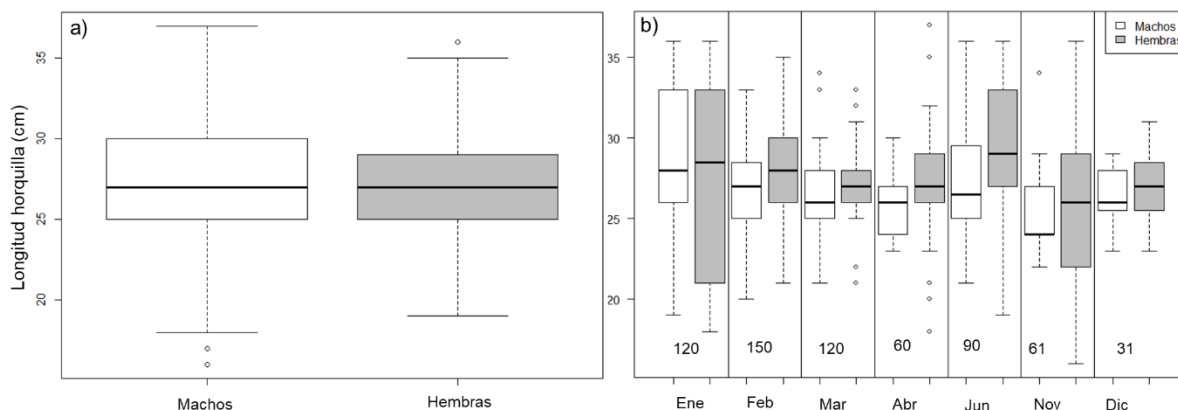


Figura 46 Rango de longitudes asociados a los ejemplares utilizados para la determinación de edad de las capturas en besugo en la temporada 2020. Donde: a) distribución de longitudes por sexo (machos y hembras) y b) distribución de longitudes por meses del año para machos y hembras, los valores en el eje inferior representan el número de otolitos analizados por mes.



La frecuencia porcentual obtenida de los muestreos de longitud, evidenciaron en general una distribución similar a la frecuencia de los individuos utilizados en la estimación de edad (otolitos analizados) (**Figura 47**). A través del estadístico no paramétrico Wilcoxon, se demostró que no hay diferencias significativas entre ambas distribuciones, tanto para hembras como machos con un $p=0,83$ y $p=0,52$ respectivamente. Por lo tanto, las muestras analizadas a la edad para el año 2020, procedente del análisis de otolitos de besugo, guarda estructuralmente relación con el muestreo de longitud.

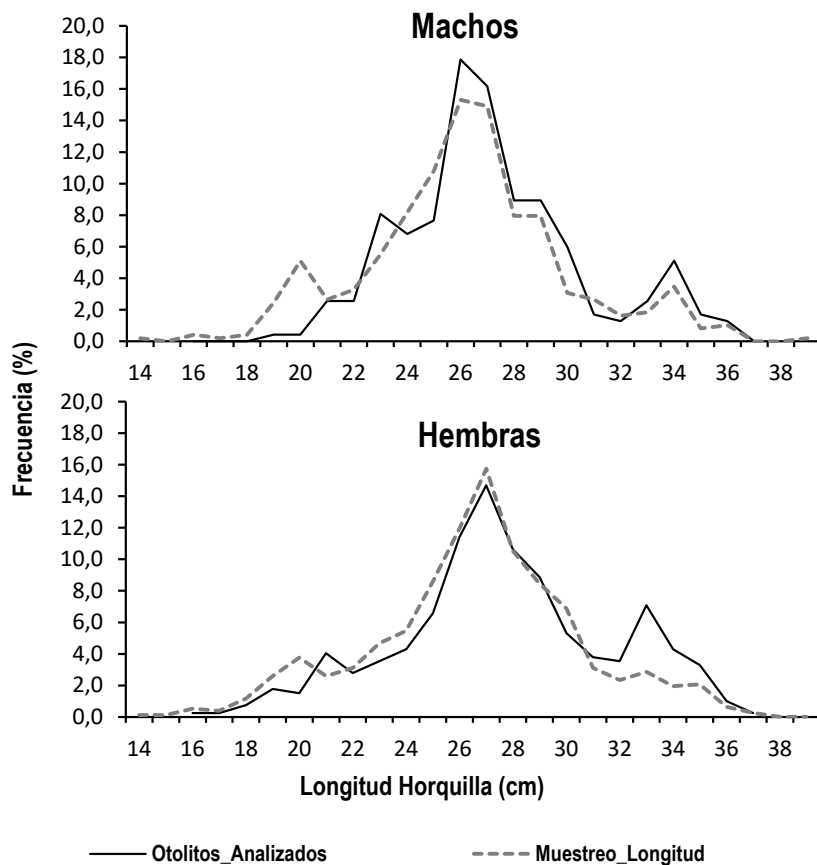


Figura 47 Comparación en la distribución de frecuencia porcentual de longitudes de peces objeto de lectura de edad (frecuencia otolitos analizados) y las longitudes de peces derivadas de los muestreos de longitud y biológico, provenientes de las capturas de besugo, 2020.

b) Función longitud - peso

Los valores observados y parámetros obtenidos para machos, hembras y sexos combinados de las relaciones entre el peso total (g) con la longitud horquilla (cm) de los peces muestreados biológicamente se entregan en la **Figura 48**.

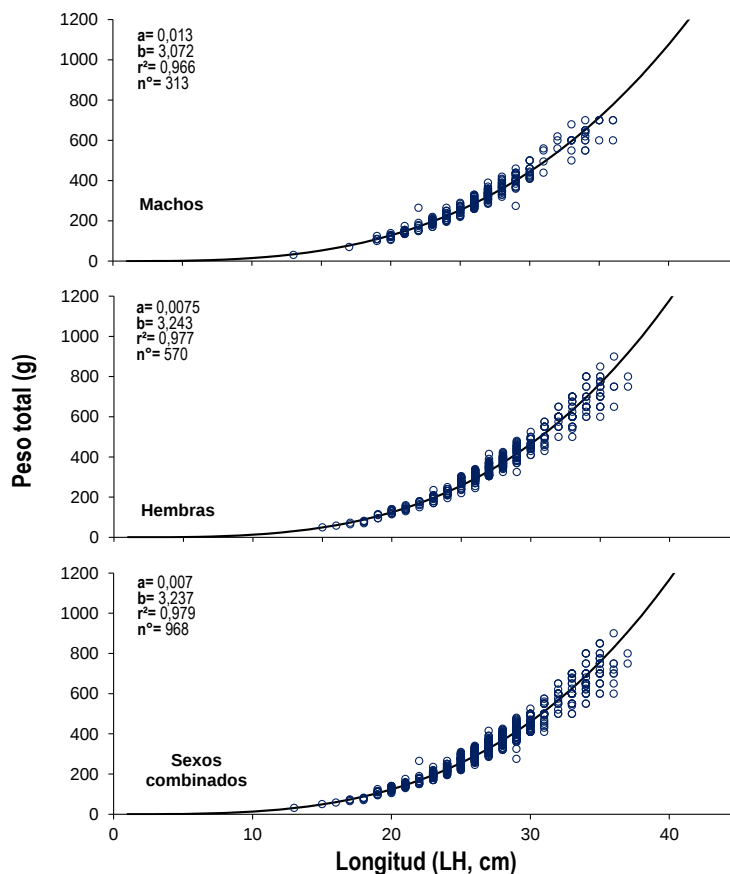


Figura 48 Dispersión de las variables longitud horquilla (cm) – peso total (g) para besugo (macho, hembra y sexos combinados) y los parámetros obtenidos de estas relaciones. Zona demersal centro sur, 2020. La línea negra representa la curva teórica obtenida de los parámetros.

De los parámetros de la relación longitud peso, se obtuvieron los pesos promedio para machos y hembras para el año 2020, los que fueron de 323 g y 470 g respectivamente. En el caso de los machos el peso para el 2020 se redujo en un 10% con respecto al 2019 (355 g), lo contrario aconteció con las hembras ya que su peso promedio aumento en un 4% con respecto al 2019 (451 g).

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

En la **Figura 49** se presenta los valores de desembarque en peso (t) y número de ejemplares, además del peso promedio de sexos combinados a partir del año 2010, donde se instaura la veda biológica del recurso. Se puede observar que en los primeros años se llevan a cabo los mayores niveles de desembarque. Sin embargo, el 2017 llega a su nivel más bajo de captura ya como fauna acompañante de la merluza común. A partir de ahí se han registrado niveles de capturas similares a los registrados en el año 2014. Similar tendencia a ocurrido con los pesos medios de los individuos capturados, el año 2020 presentó un peso promedio levemente menor al 2019.

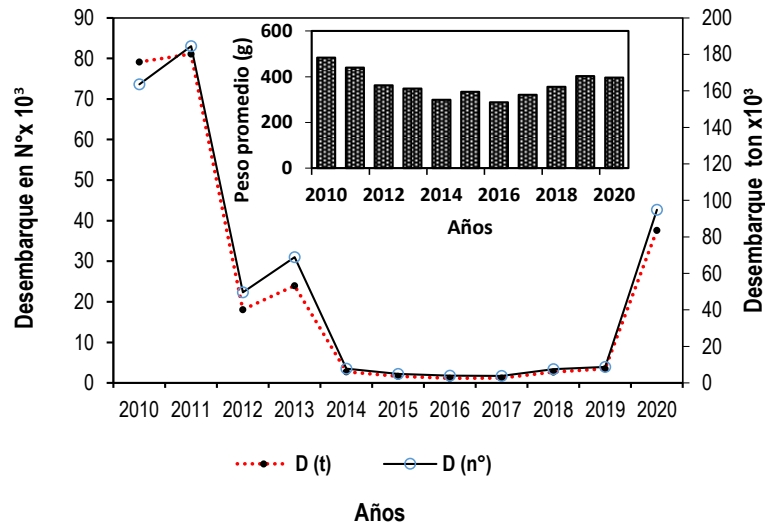


Figura 49 Desembarque en peso (t), número ejemplares y los pesos promedios de las capturas de besugo a partir de la aplicación de la veda biológica en el año 2010 hasta el 2020 para ambos sexos.

Los valores desembarque en peso (t) para machos y hembras provenientes de la fauna acompañante de la flota de arrastre centro sur para el 2020 fueron de 12 t y 27 t respectivamente. Y en número de ejemplares corresponde a 37.087 individuos machos y 58.203 hembras. Cifras muy superiores a las registradas el año 2019 (> 1074%), las cuales en machos representaron un desembarque de 1,4 t y en hembras de 2,2 t (Sernapesca, 2020). Las composiciones del desembarque en número de individuos por grupo de edad para machos y hembras del año 2020 muestran que las capturas estuvieron representadas por individuos correspondientes a los grupos de edad 4 a 68 años en ambos sexos. Las edades con aporte $\geq 5\%$ en la estructura constituyen un 87% del desembarque de machos y está sustentado principalmente por los grupos de edad entre los 4 a 16 años, igual a lo mostrado el año 2019. Para el caso de las hembras, los grupos de edad con aporte $\geq 5\%$ son entre 4 a 24 y el grupo de 44 años, aportando en total un 79,5% de las capturas de hembras. Registros muy similares a los mostrados el año 2019.

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 17% y las hembras desde los 8% a 32%.

En la **Figura 50** se presenta el porcentaje y el número de los individuos desembarcados de besugo por grupo de edad para machos, hembras y ambos para los años 2000, cuando se produce el nivel más alto de captura de besugo. El año 2010 cuando se instaura la veda biológica del recurso, y los últimos tres años de estudio (2017 al 2019). Se puede observar claramente que los individuos capturados han tendido a individuos más jóvenes con el transcurso de los años. Ya que el año 2000 la moda principal era del grupo de edad 36, para el año 2010 esta moda cae en individuos del grupo de edad 28. Y para los últimos años esta moda ha caído a los grupos de edad cuatro y ocho.

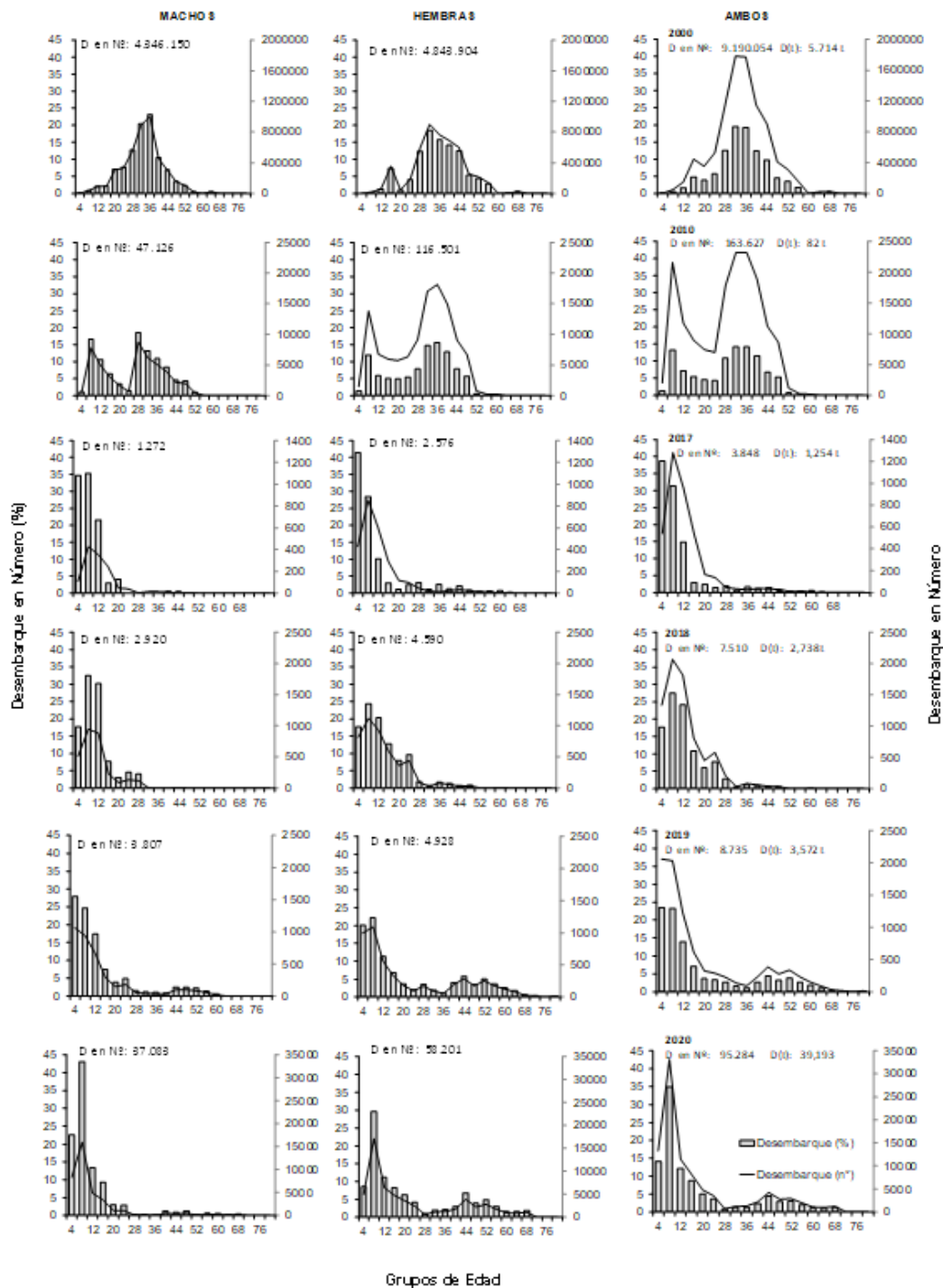


Figura 50 Composición del desembarque porcentual y en número al grupo de edad de besugo (machos, hembras y sexos combinados), para los años 2000, 2010 y el periodo 2017 al 2020.



d) Función del crecimiento a la edad

La **Figura 51** indica la relación lineal existente entre el radio máximo del otolito (dmo) y la longitud horquilla del pez (cm) para las 630 muestras analizadas el año 2020, con un coeficiente de determinación ($r^2 \geq 0,84$ para sexos combinados). Relación óptima para el uso de retro-cálculo (Hunt, 1978), permitiendo obtener información de las longitudes en los ejemplares más jóvenes de la población, los cuales no aparecen frecuentemente en la pesquería de besugo. Las longitudes observadas y retro-calculadas corregidas para ambos sexos se pueden observar en los informes de edad y crecimiento de besugo 2018.

La **Figura 52** muestra la relación entre las variables longitud horquilla del pez (cm) y la edad observada (años) y edades retro calculadas que permiten obtener las primeras edades del besugo que no aparecen en las capturas (Moyano *et al.*, 2018). Además, se presenta la curva ajustada de crecimiento para machos y hembras. Los parámetros de crecimiento estimados para machos con edades retro calculadas para el 2020, indican una longitud asintótica (L_∞) de 33,114 (LH, cm), la tasa de crecimiento anual (k) es de 0,14 y la edad teórica (t_0) a la longitud cero es de -0,881. En el caso de las hembras presentaron una longitud asintótica (L_∞) de 33,324 (LH, cm), la tasa de crecimiento anual (k) es de 0,15 y la edad teórica (t_0) a la longitud cero es de -0,67.

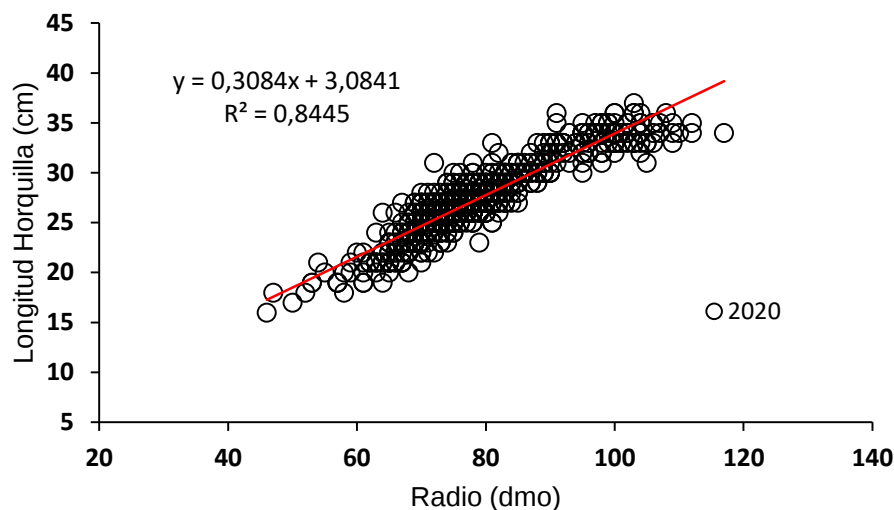


Figura 51 Relación entre el radio máximo (dmo) y longitud horquilla (cm) para sexos combinados de besugo, año 2020. La línea roja representa la tendencia lineal entre las variables, incluye parámetros de la relación de las variables.

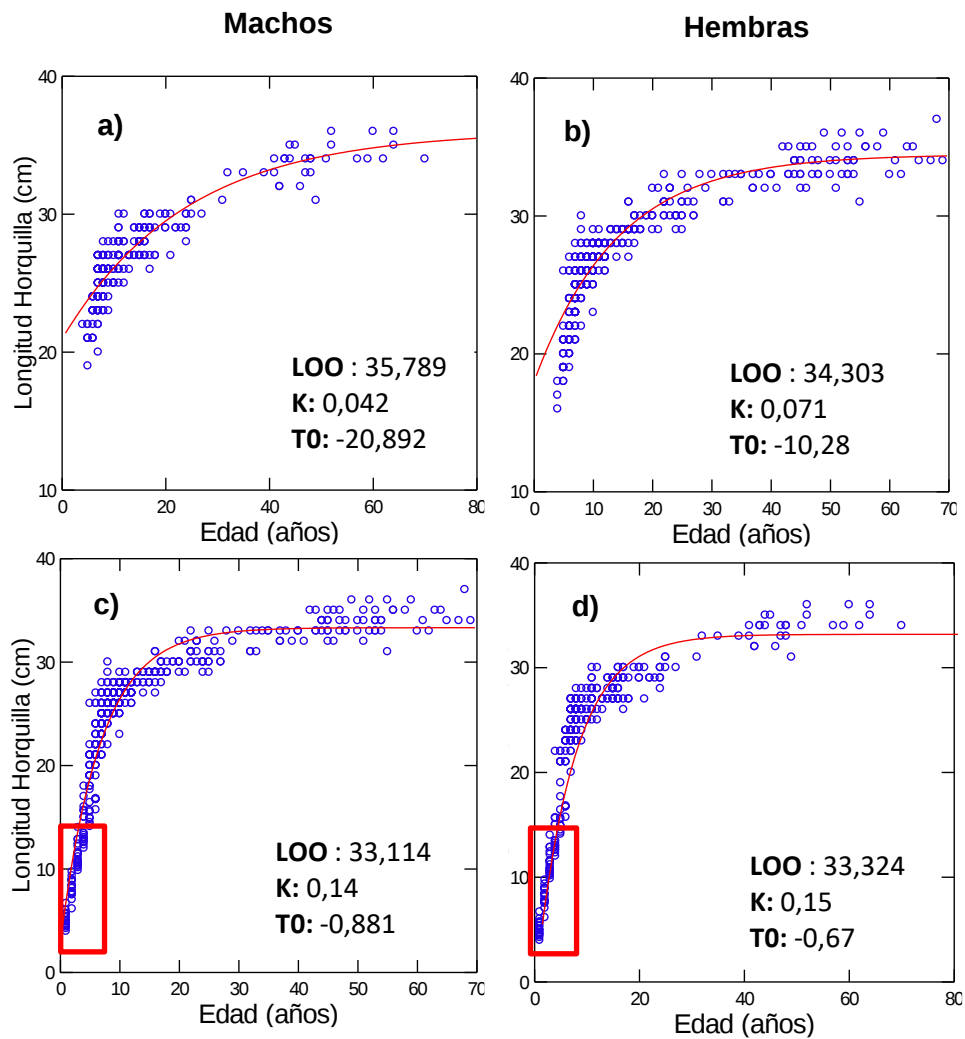


Figura 52 Relación entre las variables longitud horquilla pez (cm) y edad pez (años) para machos y hembras de besugos recolectados para lecturas de otolitos del año 2020. Línea roja: Representa la curva de crecimiento ajustada por el modelo vB tradicional. (a y b) modelo ajustado con longitudes observadas y (c y d) Modelo ajustado con longitudes retrocalculadas (cuadro rojo)



5.5.3 Análisis y discusión de la pesquería

Durante las últimas 10 temporadas la actividad pesquera sobre el recurso besugo se ha encontrado restringida producto de la implementación de veda extractiva, la cual autoriza el desembarque únicamente como fauna acompañante en actividades dirigidas con red de arrastre a peces y crustáceos demersales en ambos sectores (industrial y artesanal), además de aquellas con palangre y espinel respectivamente (Decretos Exentos N°1.962 del 2009; N°1.470 del 2010; N°04 del 2012; N°167 del 2013; N°10 de 2014 y N°23 de 2016 del Minecon). No obstante, si bien la medida ha logrado reducir los niveles de explotación observados desde el 2010 a la fecha, la normativa ha sido infringida en reiteradas oportunidades, debido principalmente a operaciones de pesca en caladeros puntuales entre Lebu e Isla Mocha característicos de la pesquería de merluza común (Gálvez *et al.*, 2020). Al respecto, si bien es cierto que los indicadores analizados responden a un muestreo de oportunidad, se aprecian ciertos patrones de la flota frente a la disponibilidad del recurso, situación que se manifiesta durante el 2020 con la extracción de poco más de 31 toneladas del recurso, valor que representa un incremento del 46% en comparación al periodo 2019 y que marca un precedente en la historia reciente de la pesquería. Esta situación deja en evidencia que, pese a la delicada situación en la que se encuentra el recurso (debido a su historia de vida), los decretos establecidos no necesariamente aseguran la protección de este y vaticinan una lenta recuperación del stock, de acuerdo con las estimaciones realizadas por Tascheri y Flores (2013).

La composición de tallas registrada durante la temporada 2020 nuevamente se caracterizó por sus extremos, dados por la conformación de una moda principal de ejemplares adultos jóvenes presente en la capturas desde 2017 y por otra compuesta de adultos en torno a los 35 cm LH que anteriormente fuera la moda principal de la población. Al respecto, llama la atención el paulatino incremento de esta última cohorte, la que sumado a una disminución de la proporción de ejemplares por debajo de la talla referencial en las capturas produjo el incremento de la talla promedio durante el 2020. No obstante, si bien este escenario pudiese ser considerado como un aspecto favorable en la recuperación de la población se debe tener en cuenta que el dato 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 cohorte (28 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). También ayuda a entender las diferencias que se observan interanualmente, en las que lamentablemente para el último periodo (2010-2020) al provenir el dato de un muestreo de oportunidad



(durante el desarrollo de la veda extractiva en calidad de fauna acompañante) resulta en una pobre comprensión de las dinámicas que presenta hoy en día el recurso.

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 la disminución del indicador, aspecto que representa nuevamente un cambio de la tendencia reportada en informes anteriores. En este sentido si bien estos cambios pueden guardar relación con mecanismos compensatorios tendientes a incrementar la supervivencia y la reproducción frente a la presión extractiva (Stearns & Koella, 1986; Lorenzen & Enberg, 2002; Rose *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 superior en un 4% en comparación con el 2019. Con respecto a la estructura de edad de la población, se observó una estabilidad para los últimos cuatro años, toda vez que esta estuvo representada sobre un 45% por individuos de grupos de edad IV y VIII. No obstante, cabe destacar que, si bien el incremento del GE VIII en las capturas observado durante el 2020 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

Actualmente la informaci3n sobre la que se sustentan los an3lisis no permite establecer signos o tendencias de mejora en relaci3n con el estatus del stock, dado que esta proviene de operaciones de pesca dirigida a otros recursos y no representa necesariamente la condici3n de este. Al respecto si bien las medidas administrativas han logrado disminuir los niveles de captura por parte de la flota industrial, persisten episodios de captura en determinados caladeros hist3ricos, los cuales no contribuyen a la perspectiva de recuperaci3n. Frente a la incertidumbre que plantea la falta de informaci3n independiente de la pesquería, surge la necesidad de considerar la posibilidad de realizar investigaciones que permitan establecer el nivel de biomasa alcanzado durante el transcurso de los últimos 10 ańos, adem3s de despejar dudas respecto del proceso reproductivo y estructura de talla-edad, no obstante, dada la historia de vida que presenta el recurso este escenario podría ser adverso para su recuperaci3n.

6.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agnew, D., Heaps, L., Jones, C., Watson, A., Berkiet, K., & Pearce, J. (1999). Depth distribution and spawning pattern of *Dissostichus eleginoides* at South Georgia. CCAMLR Science, Vol. 6: 19-36.
- Arana, P. (2009). Reproductive aspects of the Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) off southern Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 37(3): 381-394.
- Ashford, J., Fach, B., Arkhipkin, A., & Jones, C. (2012). Testing early life connectivity supplying a marine fishery around the Falkland Islands. Fish. Res. 121-122: 144-152.
- 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.
- 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 – Requiriente: Subsecretaría de Pesca.
- Céspedes, R., Chong, L., San Juan, R., Gálvez, P., Ojeda, V., Moyano, G., ...y González, J. (2016). Convenio de desempeño 2015. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección VI: Recursos de Aguas Profundas, 2015. Ejecutor IFOP – Requiriente: Subsecretaría de Pesca.
- Céspedes, R., Chong, L., San Juan, R., Gálvez, P., Ojeda, V., Moyano, G., ...y González, J. (2017). Convenio de desempeño 2016. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección VI: Recursos de Aguas Profundas, 2016. Ejecutor IFOP – Requiriente: Subsecretaría de Pesca.
- Céspedes, R., Chong, L., San Juan, R., Ojeda, V., Moyano, G., Muñoz, L., ...y Bravo, R. (2018). Convenio de desempeño 2017. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección VI: Recursos de Aguas Profundas, 2017. Ejecutor IFOP – Requiriente: Subsecretaría de Economía y EMT.
- Céspedes, R., Chong, L., San Juan, R., Ojeda, V., Moyano, G., Muñoz, L., Gálvez, P. y Bravo, R. (2019). Convenio de desempeño 2018. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección VI: Recursos de Aguas Profundas, 2018. Ejecutor IFOP – Requiriente: Subsecretaría de Economía y EMT.
- 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 – Requiriente: Subsecretaría de Economía y EMT.
- Chikov, V., & Melnikov, S. (1990). On the question of fecundity of the Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides*, in the Region of the Kerguelen Islands. J. of Ichthyology 30 (8): 19-125.



- Clark, M. (1995). Experience with management of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) in New Zealand waters, and the effects of commercial fishing on stocks over the period 1980-1993. En: Deepwater fisheries of the North Atlantic oceanic slope (Ed. Hopper, A.). Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Netherlands, 251-266.
- Clark, M. (2001). ¿Are deepwater fisheries sustainable? The example of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) in New Zealand. *Fish. Res.* 51, 123-135.
- 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

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

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

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

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

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

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

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

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



- FAO (2011). Review of the state of World marine fishery resources. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 569. Rome, pp. 334.
- Flores, A., Wiff, R., Diaz, E., & Gálvez, P. (2015). Reproductive biology of female cardinalfish, *Epigonus crassicaudus* de Buen, 1959. J. Appl. Ichthyol. 1-6.
- Gálvez, P., Flores, A., Chong, L., Céspedes, R., Ojeda, V., Bravo, R., ... y Vidal, L. (2013). Convenio: Asesoría Integral para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura. Actividad 1: Seguimiento General de Pesquerías de Peces y Crustáceos: Pesquerías Demersales y Aguas Profundas, 2012. Sección VI: Recursos de Aguas Profundas, 2012. Ejecutor IFOP – Requirente: Subsecretaría de Pesca.
- Gálvez, P., Sateler, J., Garcés, E., Moyano, Belmar, K., Olivares, J., ... y González, J. (2020). Seguimiento de las Pesquerías Demersales y de Aguas Profundas. (Informe Final: Sección II: Pesquería Demersal Centro Sur, 2019. Subsecretaría de Economía y EMT). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- 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.
- Palta E., Araya, A., Torres, C., Rojas, J. y Olivares, G. (2021). Monitoreo económico de la industria pesquera y acuícola nacional, 2020. Informe Final. Convenio desempeño 2020, Subsecretaría de Economía y EMT / IFOP.
- Oyarzún, C., Gacitúa, S. Araya, M., Cubillos, L., Galleguillos, R., Pino, C., ... y Lamilla, J. (2003). Monitoreo de la pesquería artesanal de bacalao de profundidad entre la VIII y XI Regiones. Informe Final, Proyecto FIP 2001-16, 222.
- Permitin, Y. (1974). Fecundity and reproductive biology of icefish (Chaenichthidae) of the Scotia Sea (Antartica). *J. of Ich.* 13: 204-215.
- Rideout, R., Rose, G., & Burton, M. (2005). Skipped spawning in female iteroparous fishes. *Fish and Fisheries* 6: 50-72.
- Roa, R., Ernst, B., & Tapia, F. (1999). Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. *Fish. Bull.* 97: 570-580.



- Roberts, C. (2000). ¿Why does fishery management so often fail? En: Science and 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.
- 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. (2020). <https://www.subpesca.cl/portal/617/w3-article-107234.html>
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura Subpesca (2021). Estado de situación de las principales pesquerías chilenas, 2020.
- Sutinen, J., & Sobol, M. (2003). The performance of fisheries management systems and the ecosystem challenge. En: Responsible fisheries in the marine ecosystem (Eds. Sinclair, M. y Valdimarsson, G.), .291-309p. Rome, Italy y Wallingford, UK. FAO and CAB international.



- Tascheri, R., 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 Canales, C. (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/](https://doi.org/10.1038/s41598-018-36389-x) (2019): 9:1904 <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36389-x>
- Tixier, P., Welsford, D., Lea, M., Hindell, M., Guinet, C., Janc, A., Richard, G., Gasco, N., Duhamel, G., Arangio, R., Ching, M., Suberg, L. and Arnould, J. (2019b). Fisheries interaction data suggest variations in the distribution of sperm whales on the Kerguelen Plateau. Second Kerguelen Plateau Symposium: marine ecosystem and fisheries: 259-270 p.



- 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. *Cybiu*, 7 (2): 1-74.
- Young, Z., Robotham, H. y Gili, R. (1996). Evaluaci3n 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., 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