



**INFORME TÉCNICO FINAL**

Convenio de Desempeño 2016  
Seguimiento de las Pesquerías Demersales  
y Aguas Profundas

**Sección VI: Pesquería de Aguas Profundas, 2016**  
SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Julio-2017



## **INFORME TÉCNICO FINAL**

Convenio de desempeño 2016  
Seguimiento de las Pesquerías Demersales  
y Aguas Profundas

**Sección VI: Pesquería de Aguas Profundas, 2016**  
**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Julio-2017**

### **REQUIRENTE**

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

Subsecretaria de Economía y EMT  
**Natalia Piergentili Domenech**

### **EJECUTOR**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP**

Director Ejecutivo  
**Leonardo Núñez Montaner**

Jefe División Investigación Pesquera  
**Mauricio Gálvez Larach**

### **JEFE DE PROYECTO**

Patricio Gálvez Gálvez



**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Julio 2017**

**AUTORES**

Renato Céspedes Michea  
Liu Chong Follert  
Rodrigo San Juan Checura  
Patricio Gálvez Gálvez  
Wilma Ojeda Cerda  
Guillermo Moyano Altamirano  
Lizandro Muñoz Rubio  
Rudelina Bravo Pinto  
Luis Adasme Martínez  
Jessica González Arancibia

**COLABORADORES**

Cristian Vargas Ávila  
Nilsson Villarroel Urtubia  
Alicia Gallardo Gómez  
Christian Ibieta Figueroa  
Julio Uribe Alvarado

## PRESENTACIÓN DEL INFORME

En el marco del Convenio de Desempeño 2016 entre el Instituto de Fomento Pesquero y la Subsecretaría de Economía y EMT: “Asesoría integral para la pesca y acuicultura 2016”, el Informe Final del Proyecto: “Programa de seguimiento de las pesquerías demersales y aguas profundas 2016”, se dividió en (6) seis secciones donde cada una de ellas es informada y encuadrada en forma independiente. El presente documento reporta la **Sección VI: Pesquería de Aguas Profundas**.

- Sección I: Reporte Técnico Final Metodológico 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
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>I</b>
<b>1. RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>2</b>
<b>2. INTRODUCCI3N</b> .....	<b>7</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
3.1 Objetivo general .....	10
3.2 Objetivos específcos .....	10
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	<b>12</b>
4.1 Unidades de estudio .....	12
4.2 Área de estudio (componente espacial).....	13
4.3 Componente temporal.....	14
4.4 Componente sector productivo .....	14
4.5 Diseños de muestreo, estructura de estimadores y sus varianzas .....	15
4.6 Descripción del sistema de gesti3n de datos certificado ISO 9001/2008.....	15
4.7 Colecta de datos y muestras.....	15
4.8 Indicadores asociados a Gesti3n de Muestreo .....	17
4.9 Período de monitoreo.....	18
4.10 Estudio de alimentaci3n en granaderos.....	18
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>21</b>
5.1 Pesquería industrial de bacalao de profundidad .....	21
5.1.1 Indicadores pesqueros .....	21
5.1.2 Indicadores biológicos .....	29
5.1.3 Análisis y discusi3n de la pesquería.....	42
5.2 Pesquería artesanal de bacalao de profundidad.....	45
5.2.1 Indicadores pesqueros .....	45
5.2.2 Indicadores biológicos .....	64
5.2.3 Indicadores ecosistémicos.....	82
5.2.4 Análisis y discusi3n de la pesquería.....	83
5.3 Pesquería de orange roughy.....	89
5.4 Pesquería de alfonsino .....	89
5.5 Pesquería de besugo.....	90
5.5.1 Indicadores pesqueros .....	90
5.5.2 Indicadores biológicos .....	97
5.5.3 Análisis y discusi3n de la pesquería.....	128
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>132</b>



**ANEXOS:**

- ANEXO 1.** Composición del desembarque en número de individuos por grupo de edad: Recurso Bacalao de profundidad, Sector Industrial.
- ANEXO 2.** Composición del desembarque en número de individuos por grupo de edad: Recurso Bacalao de profundidad, Sector Artesanal.
- ANEXO 3.** Composición del desembarque en número de individuos por grupos de edad: Recurso besugo.
- ANEXO 4.** Reporte desembarque de bacalao de profundidad en lanchas artesanales. Temporada 2004-2012: aproximaciones de desembarque al norte y sur del paralelo 47° S.
- ANEXO 5.** Estimación del factor de corrección eviscerado en la pesquería artesanal de bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) en aguas chilenas (2016)
- ANEXO 6.** Ficha técnicas y bitácoras de pesca de bacalao de profundidad (Distribuidas entre los usuarios de la pesquería artesanal)
- ANEXO 7.** Alimentación de dos especies de granaderos *Macrourus holotrachys* y *Coelorinchus aconcagua*. Informe Final 2017. Universidad Andrés Bello.
- ANEXO 8.** Interacción de mamíferos marinos en la pesquería industrial de bacalao de profundidad (2016).

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 2016. Se entregan, en particular, indicadores pesqueros y biológicos del recurso bacalao de profundidad, levantados 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 2016 el sector industrial desembarcó un total de 1.302 t con la operación de 7 embarcaciones (palangre fábrica), después de ser 11 naves en el año 2011. Esta caída de naves sería un efecto de la caída de la cuota anual de captura en el año 2013, no obstante, los graduales aumentos de cuota de captura registrados entre 2014 y 2016. Durante este periodo el rendimiento de pesca de la flota palangrera ha evidenciado una gradual mejoría con respecto al 2013. Dicha tendencia puede ser explicada en parte por la adecuación que ha experimentado la flota al optar por visitar caladeros de pesca con una menor interacción con mamíferos marinos (al norte de 54° L.S), y otra a tácticas de pesca de los patrones de pesca para reducir esta interacción; que de acuerdo a los propios usuarios es una de las principales causas de la disminución de los rendimientos de pesca. Por otro lado, estos incrementos del rendimiento de pesca podría ser resultados de medidas de regulación adoptadas entre 15 y 20 años en aguas chilenas como en aguas argentinas (protección reproductiva y protección a juveniles, respectivamente).

De acuerdo a los indicadores biológicos, durante el período 2011-2016 la estructura etárea de la captura ha incrementado la presencia de ejemplares jóvenes (edades VII-X), aspecto que se relaciona con el incremento de las capturas procedente de las latitudes 47°-53°S.

#### **Sector Artesanal**

En la pesquería artesanal de bacalao de profundidad, la ocurrencia del fenómeno conocido en el sector pesquero como “carrera olímpica”, donde cada embarcación, armador o empresa se apresura a capturar la mayor cantidad posible del recurso antes del agotamiento de la cuota, a fin de conseguir el mayor porcentaje posible de la misma, continuo durante 2016. Lo anterior, a pesar de las modificaciones realizadas por la autoridad en la distribución de la cuota de captura en la flota artesanal y cuyo origen puede hallarse en el fuerte aumento en el valor de comercialización que ha registrado el recurso en los últimos años. Estos valores sitúan al recurso bacalao de profundidad como el de mayor valor económico dentro de la pesquería artesanal a nivel país y que explican el gran atractivo económico de su captura.



El cambio de percepción registrado por parte de los capitanes/armadores frente al trabajo realizado por IFOP prosiguió durante 2016, sumándosele actividades en conjunto con el Comité de Manejo de Bacalao de Profundidad tendientes a la recopilación de información por parte de los capitanes a partir de sus actividades pesqueras (a petición expresa del Comité).

Los valores de rendimientos de pesca estimados en las diferentes zonas no presentaron grandes variaciones en relación a años anteriores, no evidenciando alguna mejoría sobre el estado del recurso. Lo anterior, en concordancia con el estado de colapso o agotamiento en que se encuentra la pesquería en aguas chilenas, con una biomasa desovante que se encontraría en niveles mínimos en relación a su biomasa virginal. No obstante, confirman el predominio histórico de la zona 4 (área licitada) a nivel nacional, en el sentido de presentar los mayores valores para este indicador pesquero. Los altos valores para este indicador registrados en el área licitada por parte de la flota artesanal son la causa que originaron las actividades ilegales de pesca ejercidas antes del año 2013 en esta. Y que corroboran la existencia de un gradiente positivo entre los valores de este indicador y la latitud donde se realizan las actividades extractivas.

Durante el año 2016, la composición de tallas de los desembarques de bacalao de profundidad en las zonas 2 y 3 presentaron una distribución unimodal con una fuerte asimétrica positiva, no presentando diferencias de acuerdo al lugar de muestreo (embarcado y en desembarque). Siendo muy similar a las observadas en años anteriores y situadas entre los 77-92 cm y 72-87 cm, respectivamente. El indicador de la talla media se situó en los 89,7 y 86,4 cm y con una participación de ejemplares menores a la talla referencial de madurez sexual (110 cm) de 90 y 91%, respectivamente. Por su parte, la composición de tallas en la zona 1 presentó una forma multimodal, con una moda principal situada entre los 82-107 cm, con un valor de talla media de 107 cm y una participación de 62% de ejemplares juveniles, muy similares a los observados durante 2015. A diferencia de lo registrado en 2015 no fue posible el muestreo de ejemplares provenientes de la zona 4 o área licitada.

Las estructuras de tallas observadas en la zona 1, 2 y 3 no presentaron en general diferencias en comparación a años anteriores manteniéndose su histórica particularidad. En el sentido de presentar una fuerte participación de ejemplares juveniles en las capturas, una talla media por debajo de la talla de madurez sexual y una asimetría positiva. Al considerar la talla de los ejemplares capturados es posible observar un gradiente latitudinal negativo en sus valores, donde estos van disminuyendo a medida que la latitud aumenta, registrándose los ejemplares de menor longitud en la zona 3.

Como se mencionó anteriormente, durante la temporada 2016 se concretaron cinco viajes de pesca con personal IFOP embarcado, desde los puertos de San Antonio, Lebu y Quellón. Durante estos viajes, se muestrearon un total de 2.911 ejemplares (máximo histórico para este programa de monitoreo) y que representaron la totalidad de los ejemplares capturados, es decir, el muestreo realizado fue de tipo censal. Donde sus estructuras de tallas muestran, en general, una moda y forma muy similar entre ellas y a las observadas en los desembarques muestreados de 2016 (similar a lo registrado en 2015. Y donde las estructuras de la zona 3 no han presentado mayores



variaciones durante el periodo 2013-2016. Esta situación ratifica la información de campo, en relación a que en esta pesquería no existirán procesos de descarte o selección de ejemplares.

La actividad de muestreo realizada en los ejemplares al momento del desembarque no ha permitido registrar históricamente el sexo en los ejemplares, lo anterior como una consecuencia del proceso de eviscerado al que son sometidos al momento de la captura. No obstante, a partir de los ejemplares muestreados en los cinco viajes de pesca con personal IFOP durante 2016. Fue posible observar que, independiente de la zona extractiva, las hembras presentaron en general una mayor presencia en las capturas. Con valores que fluctuaron entre el 57 y 65 % y un valor medio de 61%. Esta característica también fue observada a nivel mensual, ratificando lo observado en los embarques realizados durante las temporadas 2014 y 2015.

## **BESUGO**

La totalidad de la captura de besugo se caracterizó por ser en calidad de fauna acompañante en las operaciones sobre merluza común y merluza de cola, debido a las vedas extractivas establecidas sobre el recurso dentro de la unidad de pesquería, para el periodo 2010-2016 (D Ex. N° 1962 de 2009; 1470 de 2010; 4 de 2012, 167 de 2013 y 10 de 2014 y 23 de 2016, MINECON). Durante la temporada 2016, la flota que reportó captura de este recurso estuvo compuesta por 3 naves, de las cuales 1 totalizó el 77% de la captura. En el contexto espacial, la flota concentró su operación en los caladeros de la zona 3 y registró variaciones negativas tanto en número de lances como en número de viajes con captura efectiva del recurso. La captura monitoreada ascendió a 20t, similar a lo observado durante la temporada 2014. En términos de rendimiento de pesca, se registró un incremento en torno al 85% comparativamente a igual periodo 2015, lo cual tuvo relación con operaciones de pesca al noroeste de Isla Mocha toda vez que dichas variaciones respondieron al comportamiento operacional de la flota orientadas a otras especies.

La composición de tallas registrada durante la temporada 2016 presentó el desplazamiento de la moda principal hacia longitudes mayores en comparación a la temporada pasada, disminuyendo de manera importante la proporción de ejemplares por debajo de la talla de referencia de 23 cm LH. No obstante, esta tendencia debe ser tomada con cautela debido a la baja representatividad del muestreo de longitud alcanzado durante la presente temporada, no reflejando necesariamente la condición de stock.

En referencia a la condición reproductiva del recurso, no fue posible establecer de manera fehaciente el periodo máximo de actividad, dado que no se contó con la continuidad temporal de la información biológica necesaria. La estimación de la ojiva de madurez obtenida a partir de la escala macroscópica arrojó un valor de  $L_{50\%}$  de 23,8 cm LH para sexos combinados, manteniéndose relativamente estable para los últimos periodos analizados.

Se empleó con buenos resultados las secciones transversales de los otolitos (para determinación de todo el espectro de edades). El total de las muestras fueron leídas en la CD (caudal – dorsal), dado



que dicho procedimiento present3 secuencias m3s definidas entre zonas hialinas y opacas en el sector de conteo de los anillos (ZCA). Las funciones que relacionan el peso del pez con su longitud horquilla presentaron ajustes con coeficientes de determinaci3n ( $r^2 \geq 0,92$ ), siendo las hembras las que presentaron una mayor relaci3n con un  $r^2 = 0,94$ . Como parte de sus diferencias morfom3tricas, en la serie hist3rica hasta el presente, los machos presentan menores pesos promedios que hembras. Los pesos promedios presentaron una disminuci3n de un 13% en machos y 15% en hembras con respecto al a3o 2015.

Los individuos utilizados para el an3lisis de clave talla-edad, presentaron una relaci3n lineal entre el radio m3ximo del otolito y la longitud horquilla del pez ( $r^2 = 0,93$ ), permitiendo integrar longitudes retro-calculadas para la estimaci3n de los par3metros de crecimiento. El mejor ajuste de los par3metros de crecimiento para el a3o 2016, fue aquel que en su estimaci3n integr3 longitudes retro-calculadas al modelo (vB tradicional).

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 dramático 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 explosivo incremento a implicado no solo el colapso de pesquerías de gran importancia económica, sino que además la creciente pérdida y degradación del ecosistema marino, debido principalmente a políticas de manejo inadecuadas fundadas en escasa información biológica y a la deficiente o inexistente supervisión de la condición de los recursos explotados en el largo plazo (FAO, 2003). Evidencia de ello ha sido ampliamente documentada por diversos autores, recalcando la necesidad de desarrollar y adoptar herramientas enfocadas en la sustentabilidad de los recursos y su medio ambiente (García, 1992; Johannes, 1998; Clark, 2001; Roberts, 2000, 2002; Sutinen y Soboi, 2003, entre otros).

En Chile, las pesquerías enfrentan situaciones complejas desde el punto de vista de su conservación y administración. Un caso particular son los recursos demersales y de aguas profundas, los que dada su baja resiliencia ante la extracción pesquera y el rol socioeconómico que se les confiere en el contexto país, suscitan 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 19.713, MINECON), Régimen Artesanal de Extracción (RAE) y suspensiones temporales del acceso a las pesquerías de alfonsino, besugo y orange roughy (D. Ex. N° 23 del 2016), 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 notable y permanente deterioro.



En la actualidad, de acuerdo al informe del estado de situación de las principales pesquerías Chilenas emitido por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) (2017), de los 11 recursos demersales de interés comercial, 4 se encuentran en estado de sobreexplotación (merluza común, merluza austral, raya volantín y bacalao de profundidad), 5 en estado de colapso o agotados (congrío dorado, merluza de cola, merluza de tres aletas, alfonsino y besugo) y 2 recursos en estado de plena explotación (reineta y jibia), por lo que la necesidad de contar con programas de investigación orientados a monitorear la actividad pesquera sobre dichos recursos es relevante para fundamentar medidas de administración oportunas frente a las tendencias y perspectivas de una explotación biológicamente sustentable.

Bajo este contexto, el proyecto denominado “Programa de Seguimiento de la Pesquería Demersal y Aguas Profundas, año 2016”, estudio encargado por el Estado de Chile, tiene como objeto proporcionar información científico técnica relevante para la toma de decisiones en el manejo de las pesquerías de peces demersales explotados sobre la plataforma continental de la zona centro sur y austral del país, en el talud continental y la Z.E.E. asociada a cordilleras submarinas situadas en las cercanías del Archipiélago de Juan Fernández, Bajo O’Higgins y eventualmente Nazca, cuando la flota pesquera proyecta operaciones hacia dicha zona.

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

3.

OBJETIVOS



### **3. OBJETIVOS**

---

#### **3.1 Objetivo general**

Analizar e informar integral y oportunamente el desempeño de las variables e indicadores de los principales recursos nacionales y su actividad pesquera, incluyendo aspectos ecosistémicos asociados e información científica disponible, basado en un sistema de monitoreo científicamente validado y con estándares de aseguramiento de calidad certificados.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- I. Actualizar e implementar un sistema de monitoreo costo-efectivo, cuyo diseño y planes operativos de muestreo estén científicamente validados y respondan a los actuales requerimientos de la Administración Pesquera, considerando el seguimiento de indicadores biológicos, pesqueros, incluyendo aspectos ecosistémicos relacionados con las pesquerías en estudio.
- II. Analizar el comportamiento de los principales indicadores biológicos y pesqueros para cada pesquería, o grupo de pesquerías, mediante un enfoque integral y espacio-temporalmente explícito, incluyendo aspectos ecosistémicos, haciendo uso de herramientas modernas de análisis cuantitativo, que permitan obtener un cuadro integral sobre la condición del recurso y actividad pesquera asociada.
- III. Proveer oportunamente, insumos de calidad necesarios para el establecimiento del status modelo basado, esto es, datos e información histórica actualizada, según los requerimientos establecidos por la Administración, así como también efectuar los análisis y cuantificación de la incertidumbre asociada a los datos e información en relación a los procesos que describen.
- IV. Cuantificar y evaluar espacio temporalmente la pesca incidental (capturas de especies de aves, mamíferos y reptiles marinos) asociada a las operaciones de pesca de las pesquerías en estudio, a través de la aplicación de metodologías adecuadas y protocolos científicamente validados.
- V. Proveer asesoría técnica oportuna a través de los medios e instancias que el Ministerio de Economía disponga para cumplir con los requerimientos de manejo.

4.

METODOLOGÍA



## 4. METODOLOGÍA

---

Si bien los Términos Técnicos de Referencia detalla los objetivos (generales y específicos) del programa de seguimiento en un contexto transversal a todas las pesquerías, el enfoque metodológico empleado fue desarrollado en función de los requerimientos de la Subsecretaría de pesca y Acuicultura (SSPA), esto es, en un formato integrado por pesquería, las cuales se estructuran de acuerdo a las unidades de estudio definidas a requerimiento de la SSPA.

Si bien el detalle específico de las metodologías empleadas puede ser encontrado en la Sección I del presente informe, denominada “Reporte Técnico Final Metodológico y de Resultados de Gestión”; a continuación, se entrega la estructura general del estudio, destacando las unidades de análisis (e.g. especies objetivo, áreas de interés, flotas involucradas, entre otros).

### 4.1 Unidades de estudio

#### a) Especies objetivo

Las especies objetivo de la presente sección corresponden a:

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

Destacan los recursos orange roughy, alfonsino y besugo (señalados con asterisco), por encontrarse sometidos a vedas biológicas durante la temporada 2016. Frente a esta situación, los esfuerzos de muestreo y estimación de indicadores biológicos y pesqueros fueron considerados de oportunidad, en función de su aparición como fauna acompañante de otras pesquerías en las distintas áreas involucradas.



## 4.2 Área de estudio (componente espacial)

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

### a) Pesquería de Pesquería de bacalao de profundidad

El área de estudio correspondió a las aguas exteriores comprendidas entre la V y XII Región. Los criterios de estratificación geográfica se basaron de acuerdo al sector productivo (artesanal e industrial). En el sector artesanal se estratificó por regiones (X y XIV) y se incluyó los muestreos logrados en San Antonio (V Región). En cuanto a los análisis del sector industrial se consideró la zona entre los 47° y 57°30' L.S, denominada "área licitada", la que fue subdividida en caladeros según Young *et al.* (1996).

### b) Unidad de Pesquería de orange roughy y alfonsino

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

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



### c) Unidad de Pesquería de besugo

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

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

### 4.3 Componente temporal

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

### 4.4 Componente sector productivo

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

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



#### a) Flotas

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

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

#### 4.5 Diseños de muestreo, estructura de estimadores y sus varianzas

Los diseños de muestreo y las estructuras de los estimadores con sus respectivas varianzas, se entregan en la **Sección I - Anexo 2**. Estos han sido utilizados hasta la fecha en los estudios de monitoreo de las principales pesquerías nacionales. Estos indicadores (pesqueros y biológicos), están referidos en términos generales a un dominio de estudio o estrato que engloba una componente temporal (mes), espacial (zona de pesca/puerto) y flota.

#### 4.6 Descripción del sistema de gestión de datos certificado ISO 9001/2008.

Todos los procesos asociados a la colecta de muestras y datos, su posterior flujo, validación y protección se encuentran basados en procesos de acuerdo a los Sistemas de Gestión de la Calidad establecidos por la norma ISO 9001 (**SGC ISO 9001/2008**), certificada por el Bureau Veritas Quality en noviembre del 2008 y recertificada en noviembre del 2010 y noviembre del 2012, octubre del 2014 y abril del 2016, proceso que involucra a todas las áreas de la Institución.

#### 4.7 Colecta de datos y muestras

##### a) Centros de muestreo y distribución del personal

La colecta de datos e información se llevó a cabo a través de un equipo de observadores científicos (OC), coordinadores de campo (CC) y logística permanente en los principales centros de desembarque y de actividad pesquera de las zonas centro sur y austral del país, lo que se resume en la **Tabla 1** y como detalla la **Sección I - Anexo 1**.

**Tabla 1**

Distribución por puerto de los Observadores Científicos que participarán en el Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales 2016.

PUERTO	PERSONAL		TOTAL	COORDINADOR DE CAMPO	COORDINADOR GENERAL
	Industrial	Artesanal			
Coquimbo		1	1	1	1
Valparaíso		2	2		
San Antonio	2	4	6	1	
Duao		1	1		
Constitución		1	1		
Curanipe		1	1		
Tomé		1	1		
Talcahuano	6	3	9	1	
Lebu		2	2	1	
Bahía Mansa		2	2		
Pto. Montt		7	7		
Ancud		3	3		
Pto. Aysén	1	5	6		
Pta. Arenas	9	1	10	1	
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>34</b>	<b>52</b>	<b>6</b>	

Fuente IFOP.

### b) Especificaciones de datos y variables a medir

Las especificaciones de los datos se definieron a inicios del estudio y se ajustaron conforme a la evolución de las pesquerías y en relación a los distintos requerimientos de datos asociados al proyecto de descarte que inició sus actividades hacia el segundo semestre de la temporada 2013. De acuerdo a esto, se estructuró el Plan Anual de Recursos Específicos y Planes Mensuales de Recopilación de Datos asociados a los recursos pesqueros, flota y lugar de muestreo. La forma de realizar las actividades de muestreo, se especifican en el Manual de Muestreo del IFOP.

### c) Información pesquera

Las características técnicas de las unidades de pesca se actualizaron con los armadores y se compararon con la información del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura Sernapesca. La recopilación de la información de las embarcaciones se centró en las dimensiones de las naves (eslora, manga, puntal, capacidad de bodega, TRG, TRN y potencia motor principal). En cuanto a las redes se realizaron esfuerzos en recopilar información referente al tipo, diseño y dimensiones estructurales.

Los datos de las operaciones de pesca artesanal, correspondieron a encuestas recopiladas por los Observadores Científicos (OC) en los diferentes centros de desembarque y en embarques (Registro Diario de la Actividad). Los principales datos recopilados fueron: fecha, hora, puerto de zarpe y



recalada, captura (por zona y/o coordenadas y especie) y el esfuerzo ejercido en términos de viajes con pesca.

El Sistema de Bitácoras Industrial Embarcado permitió recopilar información de los principales aspectos operativos y tiempos de las faenas de pesca, destacando variables como el número de lances por viaje, características de éstos y comportamiento de las agregaciones.

#### **d) Información biológica**

La caracterización biológica de los recursos capturados por las flotas industriales y artesanales, se obtuvieron de los muestreos que se realizaron sobre las especies objetivo y su fauna acompañante. La toma de muestras artesanales se realizó preferentemente en tierra en la zona centro sur y a bordo de las naves de la zona sur austral, de acuerdo a las facilidades. Por su parte los muestreos industriales fueron realizados a bordo, durante las operaciones de pesca.

Los análisis correspondientes al sector artesanales utilizaron un diseño estadístico estratificado bi-etápico (viaje, ejemplares viaje), en tanto que los análisis del sector industrial respondieron a un diseño de muestreo tri-etápico (viaje, lance, ejemplares lance).

Los datos biológicos recopilados fueron los siguientes:

- Bacalao de profundidad, longitud total del pez con precisión de 1 cm. Orange roughy, alfonsino, y besugo, longitud horquilla del pez con precisión de 1 cm.
- Peso del pez total y eviscerado (precisión 1, 5, 10 g) y el de las gónadas (precisión 1 g).
- Determinación del sexo a través de la observación de las gónadas.
- Determinación de la madurez sexual mediante la aplicación de criterios macroscópicos (tamaño, forma, color, etc.), clasificando la madurez de la gónada de acuerdo a una escala apreciativa.
- Extracción de otolitos: las estructuras sagitales se limpian, secan y almacenan en sobres, anotando la identificación y características del ejemplar.

#### **4.8 Indicadores asociados a Gestión de Muestreo**

El Departamento de Gestión de Muestreo del Instituto de Fomento Pesquero proporcionó trimestralmente un "Informe de cumplimiento de los requerimientos de datos", con sus respectivos resúmenes, los que a su vez son indicadores gráficos de la gestión. Los principales indicadores que se entregan corresponden al número de muestreos de longitud y biológicos y el número de ejemplares medidos (de longitud y biológicos), los que son agrupados de acuerdo a los requerimientos de análisis.



#### a) Procedimiento de verificación de equipos de medición para efectuar los muestreos

Para asegurar la precisión de los datos, todos los equipos utilizados para la medición de las muestras de peces fueron sometidos a un riguroso proceso de verificación, cuyos resultados constituyen la evidencia de la conformidad de los datos, acorde con los requisitos establecidos en el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de la Institución, los cuales se basan en la NCh-ISO 10012/1.Of94, "Requisitos de aseguramiento de calidad para los equipos de medición" Parte 1: "Sistema de confirmación metodológica del equipo de medición". El uso de patrones calibrados para realizar las verificaciones permite que estas sean trazables internacionalmente. La frecuencia de verificación por tipo de equipo y precisiones aceptadas se entrega a continuación (**Tabla 2**).

**Tabla 2**

Frecuencias de verificación y grados de tolerancia para los instrumentos de medición de IFOP.

Tipo de instrumento		Instrumento Patrón Certificado	Frecuencia de verificación	Grado de tolerancia ( $\pm$ )
Longitud	Límetro – Cabezal y Escala	- Regla Acero de 50 ó 100 cm.	Anual	Cabezal 2 mm*
		- Escuadra plana 200 x 130 mm.		Escala 1 mm**
Peso	Balanza electrónica	Masas patrón según rangos de medición y de trabajo	Trimestral	Según las especificaciones técnicas
	Balanza Japonesa (BJ)	Masas patrón según rangos de medición y de trabajo	Semestral	1 g (BJ Chica)
				5 g (BJ Mediana)
Balanza reloj	Masas patrón según rangos de medición y de trabajo	Semestral	Según las especificaciones técnicas	

Nota: (\*): Para instrumentos con resolución 1 cm; (\*\*): Para instrumentos con resolución 0,5 cm; BJC: Balanza Japonesa Chica (0-100 g); BJM: Balanza Japonesa Mediana (0-500 g); JG: Balanza Japonesa Grande (0,5–3kg y 3–11kg).

#### 4.9 Período de monitoreo

El proyecto de seguimiento recolectó información entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del 2016, ambas fechas inclusive

#### 4.10 Estudio de alimentación en granaderos

En el **Anexo 7** se entrega la metodología, resultados y análisis del estudio de alimentación de dos representantes de la familia Macrouridae: *Coelorinchus aconcagua* y *Macrourus holotrachys*. Las muestras de estómago fueron colectadas por Observadores Científicos IFOP a bordo de naves comerciales que operaron durante el 2016 en la zona centro sur y sur austral y se analizaron posteriormente en laboratorio por el equipo de investigadores de trofodinámica de la Universidad Andrés Bello, dirigido por el MSc, PhD. Sebastián A. Klarian.

5.

RESULTADOS

# 5.1

## Pesq. Ind. BACALAO DE PROFUNDIDAD

### **Pesquería Industrial de bacalao de profundidad**

#### **5.1.1 Indicadores Pesqueros**

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

#### **5.1.2 Indicadores Biológicos**

##### **5.1.2.1 Composición de talla de las capturas**

- a) Estructura de talla
- b) Talla media

##### **5.1.2.2 Proporción sexual**

##### **5.1.2.3 Condición reproductiva**

- a) Índice gonadosomático

##### **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 Análisis y discusión de la pesquería**



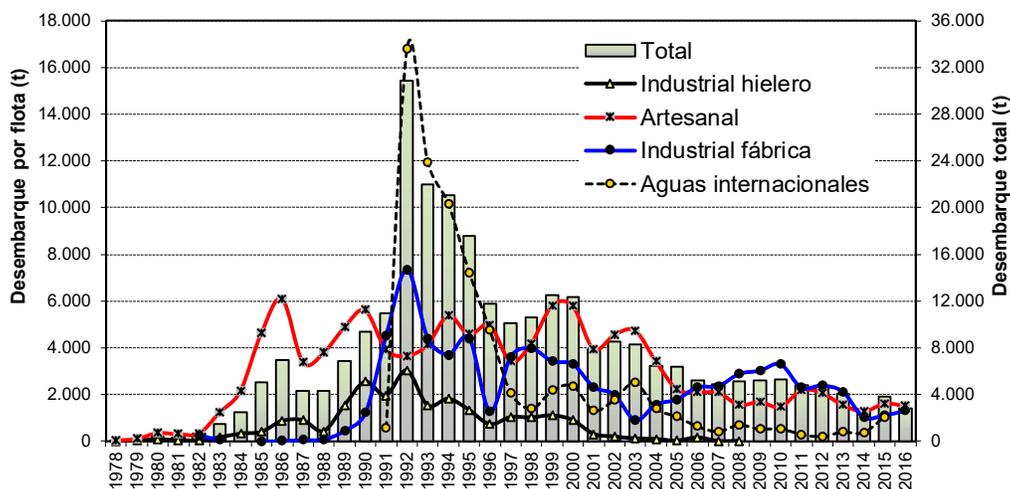
## 5. RESULTADOS

### 5.1 Pesquería industrial de bacalao de profundidad

#### 5.1.1 Indicadores pesqueros

##### a) Desembarque a nivel país

El desembarque de bacalao de profundidad en aguas chilenas entre el 2010 y 2016 registró una caída que es explicada en gran medida por la disminución de la cuota de captura anual del recurso en los últimos años. Sin embargo, los niveles de desembarques en aguas chilenas entre 2015 y 2016 registraron valores en torno a las 2.800 t (Figura 1).



Año	Flota (t)		Total Aguas chilenas (t)	Aguas Internacional (t)	Total País (t)
	Artesanal	Industrial fábrica			
<b>2012</b>	2.064	<b>2.383</b>	<b>4.447</b>	209	<b>4.656</b>
<b>2013</b>	1.558	<b>2.128</b>	<b>3.686</b>	404	<b>4.090</b>
<b>2014</b>	1.280	<b>1.036</b>	<b>2.316</b>	375	<b>2.691</b>
<b>2015</b>	1.609	<b>1.117</b>	<b>2.726</b>	1.042	<b>3.768</b>
<b>2016</b>	1.526	<b>1.302</b>	<b>2.828</b>		<b>2.828</b>

Fuente : Anuarios de Sernapesca

**Figura 1** Desembarque (t) de bacalao de profundidad a nivel país según el tipo de flota. Fuente: cifras oficiales control cuota Sernapesca (temporada 2016 dato preliminar).



**b) Tamaño de la flota**

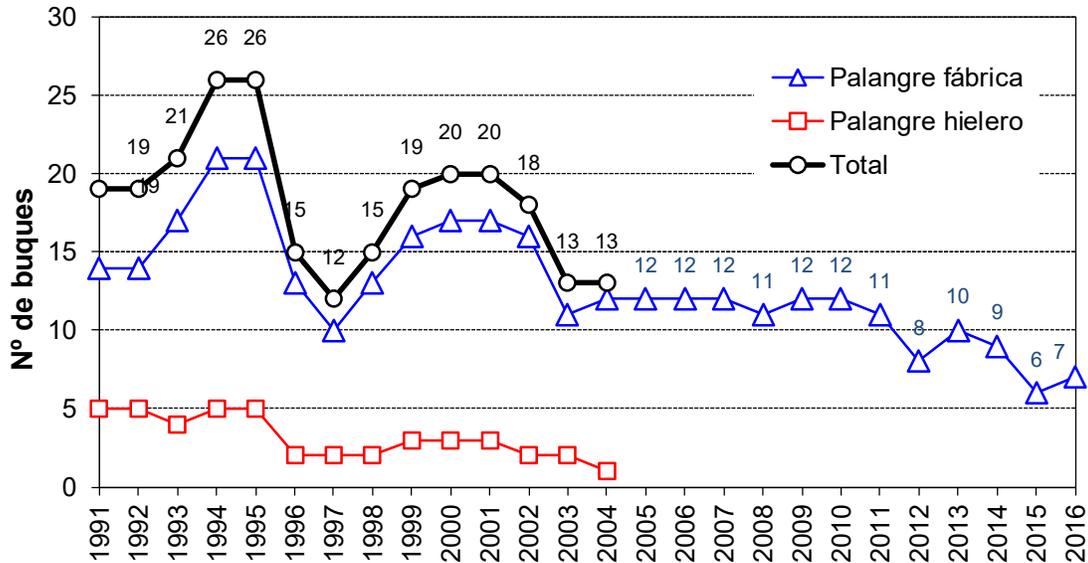
Durante el periodo 2009 - 2014 se registró la disminución de naves industriales operando sobre el recurso bacalao de profundidad, hasta alcanzar durante las temporadas 2015 y 2016 un tamaño de flota constituido por 6 a 7 buques palangreros respectivamente, valores que representan los niveles mínimos de operación histórica (**Figura 2 y Tabla 3**).

**Tabla 3**

Número y nombres de las naves que compone la flota palangrera fábrica que operaron a bacalao de profundidad entre 2007 y 2016.

<b>Año</b>	<b>Barcos</b>
2007 12 naves	Pesca Cisne: Cisne Blanco, Cisne Verde Pesca Chile: Faro de Hércules, Magallanes III, Polarpesca I, Puerto Ballena y Tierra del Fuego Pesq. Suribérica: Isla Camila; Isla Santa Clara, Isla Sofía Globalpesca: Globalpesca I, Globalpesca II
2008 11 naves	Antarctic sea fisheries: Antarctic Bay Pesca Cisne: Cisne Blanco, Cisne Verde Pesca Chile: Faro de Hércules, Magallanes III, Puerto Ballena, Puerto Williams Pesq. Suribérica: Isla Santa Clara, Isla Sofía Globalpesca: Globalpesca I, Globalpesca II
2009 12 naves	Antarctic sea fisheries: Antarctic Bay Pesca Cisne: Cisne Blanco, Cisne Verde Pesca Chile: Faro de Hércules, Magallanes III, Puerto Ballena, Puerto Williams Globalpesca: Globalpesca I, Globalpesca II, Globalpesca III, Isla Santa Clara Pesq. Isla Edén: Isla Edén
2010 12 naves	Antarctic sea fisheries: Antarctic Bay Pesca Cisne: Cisne Blanco, Cisne Verde Pesca Chile: Faro de Hércules, Magallanes III, Puerto Ballena, Puerto Williams, Saint Pierre Globalpesca: Globalpesca I, Globalpesca II, Globalpesca III, Isla Santa Clara
2011 11 naves	Antarctic sea fisheries: Antarctic Bay Pesca Cisne: Cisne Blanco, Cisne Verde Pesca Chile: Faro de Hércules, Magallanes III, Puerto Ballena, Puerto Williams, Saint Pierre Globalpesca: Globalpesca I, Globalpesca II, Globalpesca III
2012 8 naves	Antarctic sea fisheries: Antarctic Bay Pesca Cisne: Cisne Blanco, Cisne Verde Pesca Chile: Magallanes III, Puerto Williams Globalpesca: Globalpesca I, Globalpesca II, Globalpesca III
2013 10 naves	Antarctic sea fisheries: Antarctic Bay Pesca Cisne: Cisne Blanco, Cisne Verde Pesca Chile: Magallanes III, Puerto Williams, Puerto Toro, Puerto Ballena Globalpesca: Globalpesca I, Globalpesca II, Globalpesca III
2014 9 naves	Antarctic sea fisheries: Antarctic Bay Pesca Cisne: Cisne Blanco Pesca Chile: Magallanes III, Puerto Williams, Puerto Toro, Puerto Ballena Globalpesca: Globalpesca I, Globalpesca II, Globalpesca III
2015 6 naves	Pesca Cisne: Cisne Blanco Pesca Chile (Deris): Puerto Williams, Puerto Toro Globalpesca: Globalpesca I, Globalpesca II, Globalpesca III
2016 7 naves	Pesca Cisne: Cisne Blanco Pesca Chile (Deris): Puerto Williams, Puerto Toro, Puerto Ballena Globalpesca: Globalpesca I, Globalpesca II, Globalpesca III

Fuente: control cuota Sernapesca.



**Figura 2** Número de naves anuales en la flota palangre bacaladera por tipo de buque. Fuente: control cuota Sernapesca.

### c) Desembarque industrial

La cuota de captura de bacalao de profundidad en el área licitada registró un brusco descenso en el año 2014 (con el valor más bajo históricamente, 1.098 t). Sin embargo, a partir del 2015 se observan cambios respecto a esta tendencia, destacando el fraccionamiento de la cuota de captura anual y el aumento gradual de la misma, llegando a 1.656 t para el año 2016 (**Tabla 4**). En relación a lo primero destaca la incorporación, en cuanto a participación se refiere de la flota artesanal, aun cuando una parte importante de la cuota se destina al sector industrial.



**Tabla 4**  
Cuotas de capturas anuales de bacalao de profundidad para el área licitada.

Año	Area Licitada (AL) 47° - 57° S (t)			Total cuota cap. (t)
	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	201	15	1.352
2016	1.309	327	20	1.656
2017	1.786	95	24	1.905

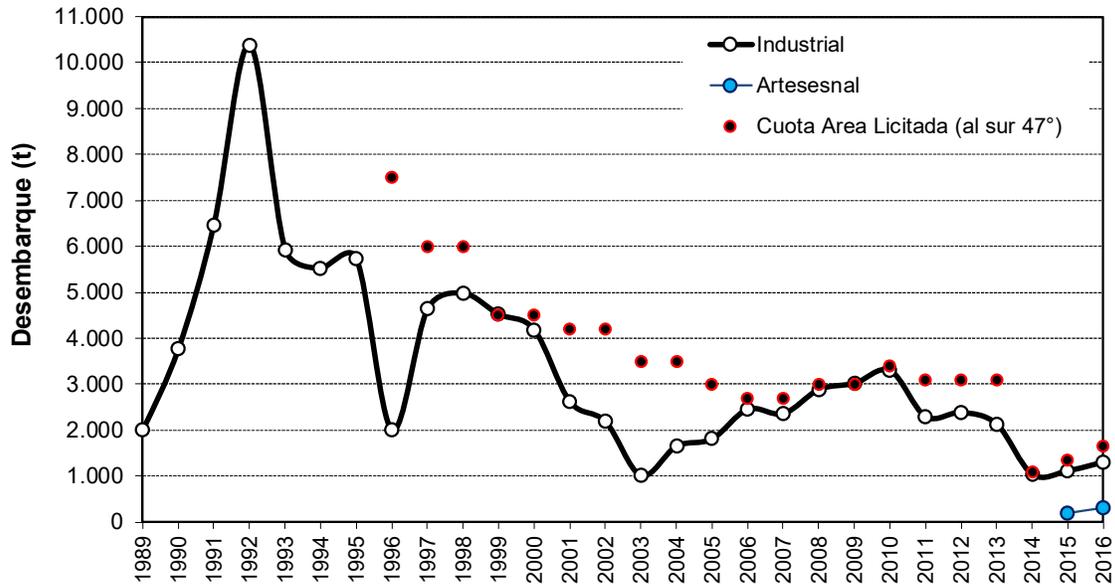
  

	Objetivo	Cuota captura		Cuota captura	
		Original (t)	%	Efectiva (t)	%
2015	Industrial	1136,45	84,1	1123,45	83,1
	Artisanal	200,55	14,8	213,55	15,8
	Investigación	15	1,1	15	1,1
	<b>Total</b>	<b>1352</b>	<b>100</b>	<b>1352</b>	<b>100</b>
2016	Industrial	1308,8	79,0	1308,8	79,0
	Artisanal	327,2	19,8	327,2	19,8
	Investigación	20	1,2	20	1,2
	<b>Total</b>	<b>1656</b>	<b>100</b>	<b>1656</b>	<b>100</b>

Fuente: SSPA

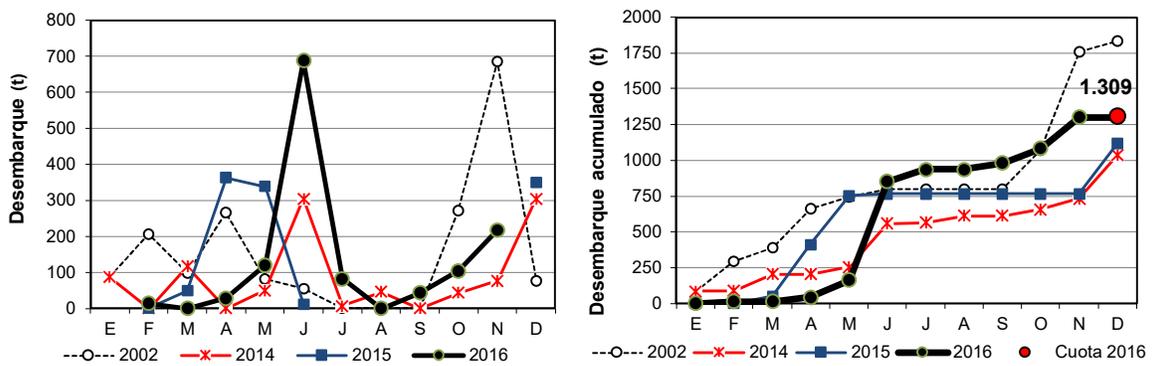
La cifra oficial (preliminar) del desembarque total para la temporada 2016 fue de 1.615 t. La flota industrial aportó al desembarque con 1.302 t, prácticamente completando el consumo de la cuota de captura (**Figura 3** y **Figura 4**).

Como es habitual, los niveles mensuales de desembarques registraron dos temporadas, uno principalmente situado entre enero-junio y otro entre septiembre-diciembre, teniendo presente la veda establecida en los meses de julio y agosto al sur del paralelo 53°S (**Figura 4**).



Flota	2015			2016		
	Desembarque (t) Area licitada	Cuota captura (t)	Resto (t)	Desembarque (t) Area licitada	Cuota captura (t)	Resto (t)
Industrial	1117	1136	19	1302	1309	6
Artesanal	185	201	16	313	327	15
Total	1302	1337	35	1615	1636	21

**Figura 3** Desembarque (t) de bacalao de profundidad en el área licitada (47°-57°S) por flota y los valores de la cuota de captura (t) asignadas. Fuente Semapesca.



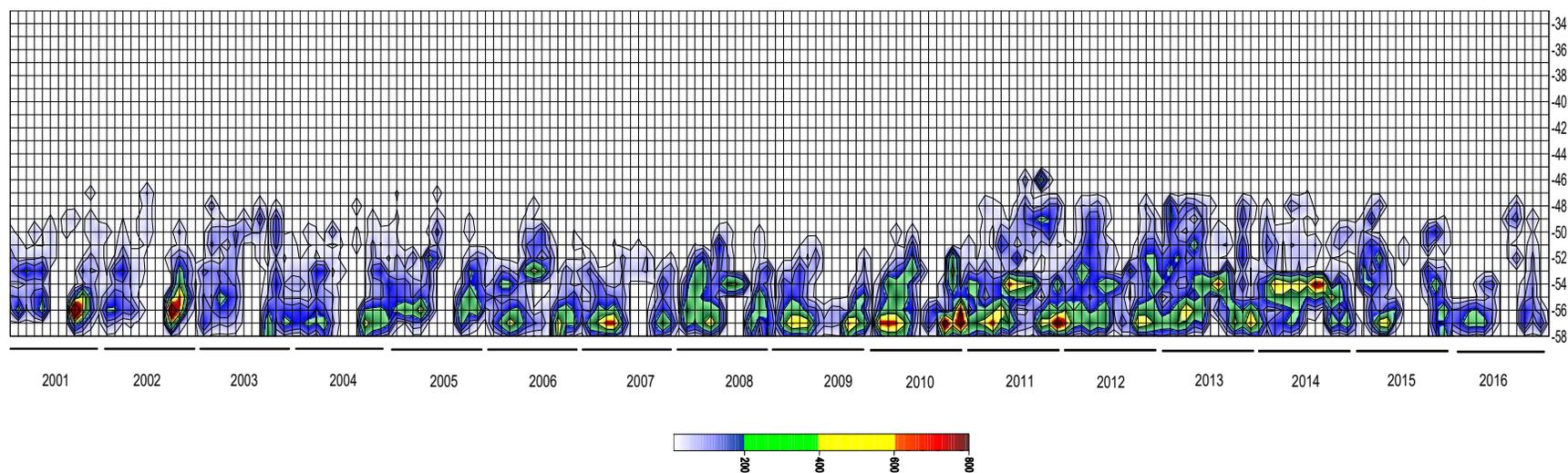
**Figura 4** Distribución mensual del desembarque industrial (oficial) y desembarque acumulado (t) de bacalao de profundidad en el área licitada para 2002, 2014, 2015 y 2016, más la cuota captura anual efectiva. Fuente Semapesca.



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

La distribución espacio temporal del esfuerzo de pesca de la flota industrial en el año 2016 confirmó que la operación sobre bacalao de profundidad se concentra habitualmente al sur del paralelo 55°S ( **Figura 5**), salvo el periodo de veda entre junio-agosto, en donde los principales niveles esfuerzos de pesca se desplazan hacia el norte del paralelo 53° S. Como es habitual en esta pesquería, el esfuerzo de pesca se concentró en un área reducida del extremo austral, aledaño al límite con Argentina, entre los paralelos 55° y 57°S, en donde destacan los caladeros cercanos a la Islas Diego Ramírez.

El principal cambio de patrón de distribución del esfuerzo de pesca de la flota se observó más notoriamente a partir del año 2011 en adelante, en que se registró un mayor esfuerzo de pesca hacia latitudes menores entre los 47° y 53°S ( **Figura 5**).

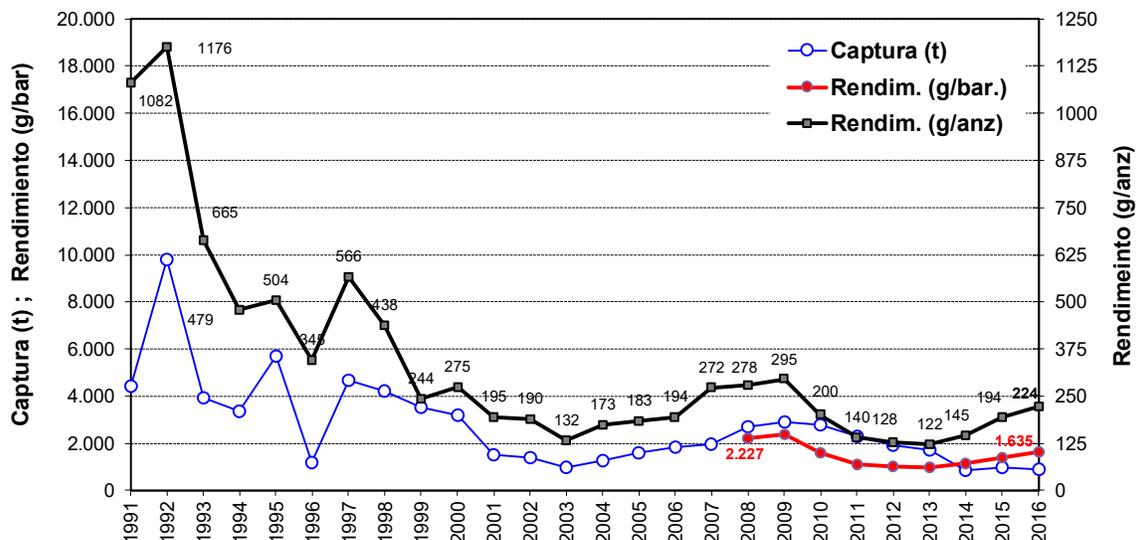


**Figura 5** Distribución del esfuerzo de pesca (miles de anzuelos) en bacalao de profundidad por mes y rango de latitud. Serie histórica 2001 - 2016. Fuente bitácoras de pesca IFOP.



### e) Captura, esfuerzo y rendimiento nominal hist3rico

El rendimiento de pesca entre los a1os 2014 y 2016 registr3 un gradual aumento alcanzando los 1.625 g/barandillo (**Figura 6**), tendencia que contrarrest3 la gradual ca3da entre el 2009 al 2013; en donde el rendimiento de pesca del 2013 fue el m1s bajo (975 g/bar). En relaci3n al incremento anual del rendimiento de pesca entre el 2013 al 2016 fue de aproximadamente un 19%.



**Figura 6** Distribuci3n 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 1rea de licitada. Serie hist3rica 1991 - 2016. Fuente bit1coras de pesca IFOP.

Debido a que los indicadores pesqueros de captura y rendimiento de pesca presentan alg3n grado de incertidumbre frente a episodios de interacci3n y consumo de la captura por parte de mam3feros marinos como orcas y cachalotes (Moreno *et al.*, 2003; C3spedes *et al.*, 2016), se entregan en el **Anexo 8** de la presente secci3n estimaciones de depredaci3n y captura perdida por efecto de dicha interacci3n.



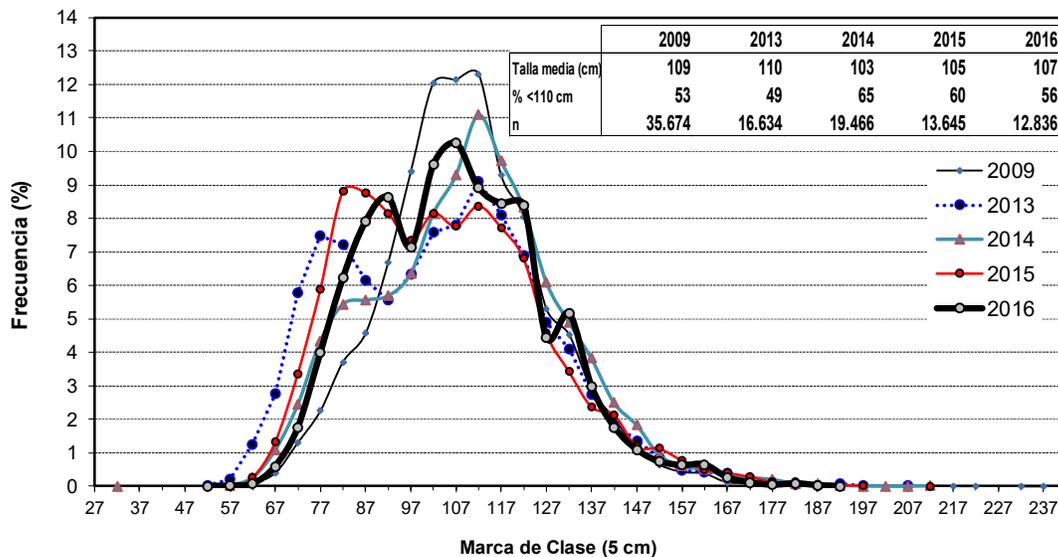
## 5.1.2 Indicadores biol3gicos

### 5.1.2.1 Composici3n de talla de la captura

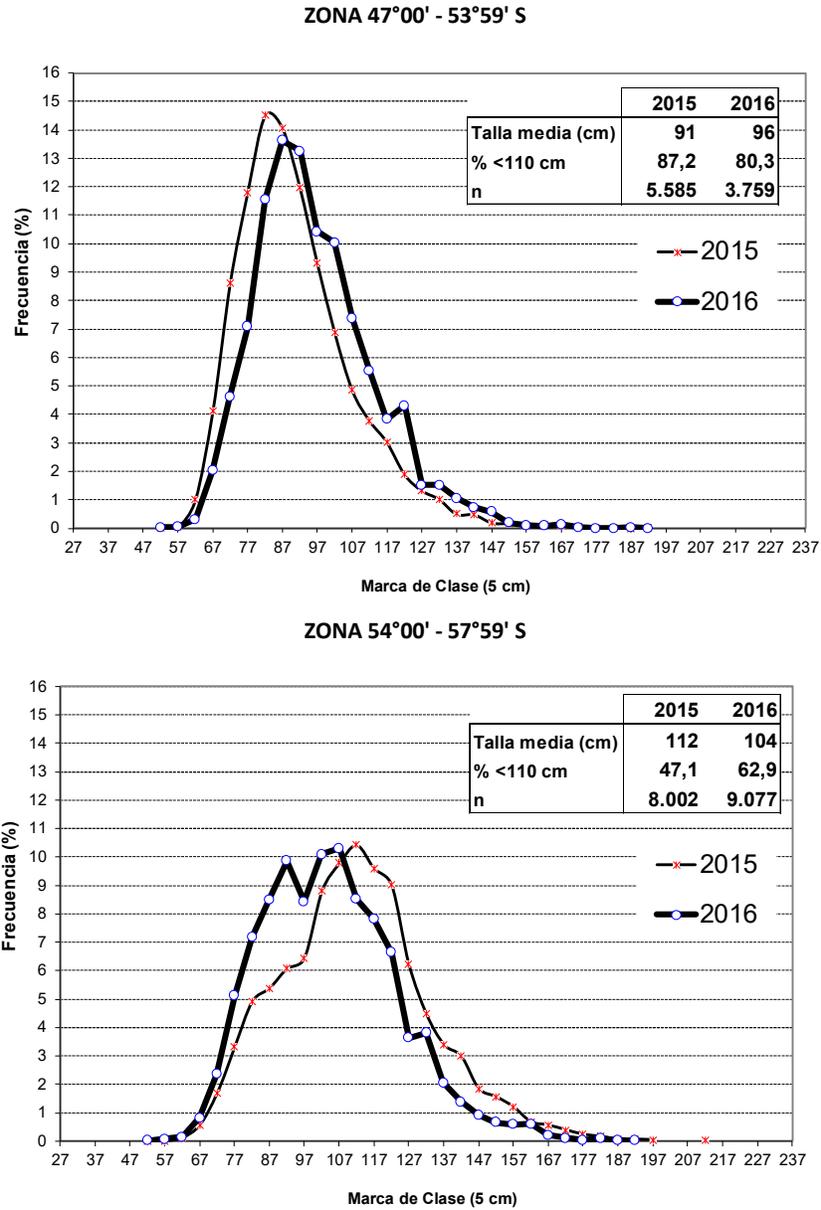
#### a) Estructura de talla

Durante la temporada 2016 la composici3n de talla de la captura industrial de bacalao de profundidad present3 una distribuci3n bimodal, una moda adulta entre los 95 y 129 cm y otra moda de tallas menores entre los 70 y 94 cm (**Figura 7**). Esta distribuci3n bimodal tambi3n fue observada entre los a3os 2013 y 2015. Sin embargo, estas distribuciones de tallas contrastan con la distribuci3n habitual observada en la pesquería, la cual se caracteriz3 por una distribuci3n unimodal (entorno a los 110 cm) de ejemplares fracciones adultos, como se muestra para el a3o 2009 en la **Figura 7** (C3spedes *et al*, 2010).

La presencia de ejemplares de menor talla (menores a 94 cm) entre el 2013 a 2016 es principalmente explicada por muestras provenientes de zonas de pesca localizadas en latitudes menores (entre los 47°-53° S), como se muestra en la (**Figura 8**). En cambio, en el área 54°-57° S fue m3s evidente la presencia de adultos entre 95 y 125 cm. Lo anterior permite observar un posible gradiente en la distribuci3n de talla del recurso, en sentido que las áreas de pesca al norte de los 54°S tienden a una mayor presencia de ejemplares juveniles.



**Figura 7** Distribuci3n de talla de bacalao de profundidad en la flota palangrera industrial. Temporadas 2009, 2013-2016. Fuente muestreos de longitud IFOP.

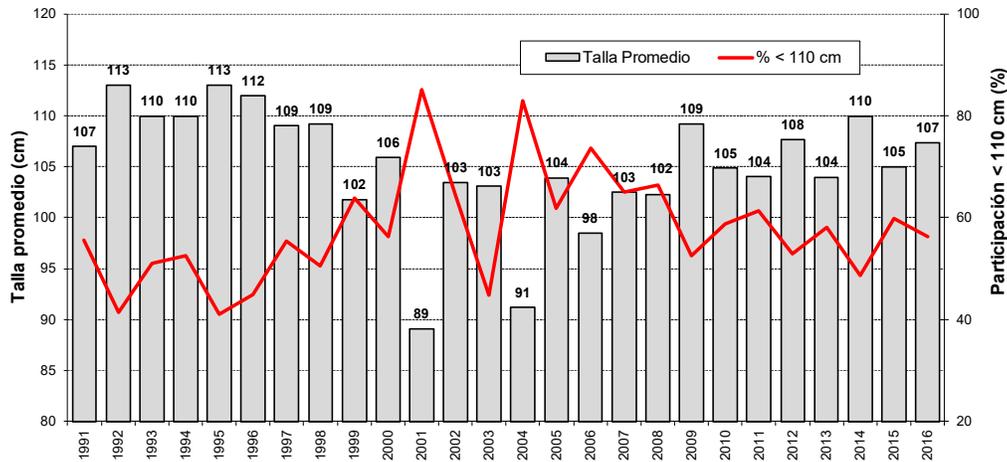


**Figura 8** Distribuci3n de talla de bacalao de profundidad en la flota palangrera industrial por rango de latitud (zona 47°-53°S y zona 54°-57°S). Temporadas 2015 y 2016. Fuente muestreos de longitud IFOP.



## b) Talla media

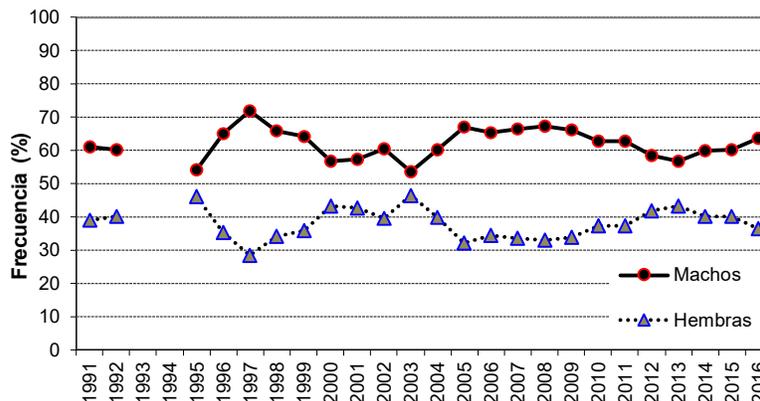
Durante el período 2009 - 2016 la talla media se registró entre los 104 y 110 cm, mientras que la proporción de ejemplares bajo la talla de los 110 cm fluctuó entre 50% y 60% (**Figura 9**).



**Figura 9** Distribución de la talla media anual y porcentaje de ejemplares bajo la talla 110 cm del recurso bacalao de profundidad en la flota palangrera (ambos sexos) en el área licitada. Fuente muestreos de longitud IFOP

### 5.1.2.2 Proporción sexual

Como ha sido habitual en esta pesquería, la proporción sexual en la captura de bacalao de profundidad en la temporada 2016 mantuvo el predominio de los machos (64%) respecto de las hembras (**Figura 10**).



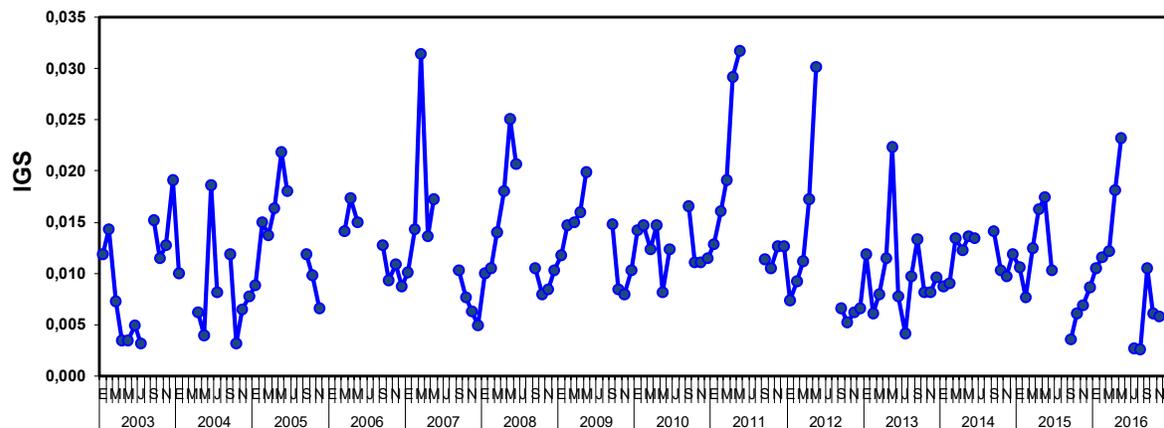
**Figura 10** Distribución histórica de la proporción sexual de bacalao de profundidad en las capturas de la flota palangrera industrial. Fuente muestreos biológicos IFOP.



### 5.1.2.3 Condición reproductiva

#### a) Índice gonadosomático en el área de licitación

En la temporada 2016 fue posible observar un incremento del IGS hacia el mes de mayo, similar al comportamiento del índice registrado en los años 2011 y 2013; para posteriormente en septiembre registrar bajos valores de este indicador (**Figura 11**). Este patrón, podría estar indicando una posible mayor actividad reproductiva del recurso durante el período de veda en el área austral.



**Figura 11** Índice gonadosomático (IGS) de bacalao de profundidad para hembras en el área licitada para el período 2003 a 2016. Fuente muestreos biológicos IFOP.

#### 5.1.2.4 Composición de edad del desembarque

El procedimiento efectuado para recolectar los muestreos de estructuras duras en la pesquería demersal sur-austral (PDA), durante el año 2016, al igual que en años anteriores, se desarrolló siguiendo el protocolo de trabajo señalado en lo metodológico y abarca la pesquería artesanal e industrial.

Durante este año el esfuerzo de actividad de muestreo industrial, alcanzó un total de 6.417 pares de estructuras duras recolectadas (**Tabla 5**).

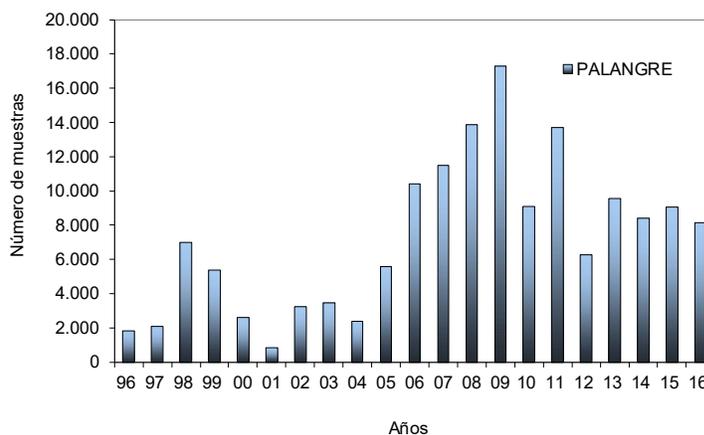


**Tabla 5**  
Otolitos recolectados en la pesquería industrial de bacalao de profundidad, durante el 2016, en la unidad de pesquería sur (UPS).

MES	Bacalao de profundidad Palangre UPS
E	380
F	696
M	565
A	574
M	423
J	
J	291
A	814
S	894
O	1.237
N	543
D	
TOT	6.417

Fuente muestreos biológicos IFOP.

En la pesca industrial el muestreo biológico con recopilación de otolitos en el último trienio ha sido de similar magnitud lográndose desde 2014 a 2016 una cantidad de muestra sustentada por 6.680; 7.116 y 6.417 pares de otolitos respectivamente. La pesca industrial se ha caracterizado históricamente por permitir elevados niveles de muestreo, dado el tipo de operación basado en mareas extensas y enfocadas a la pesca de este recurso principalmente (**Figura 12**).



**Figura 12** Números de muestras de estructuras duras recolectadas en la pesquería industrial de bacalao de profundidad durante el período 1996 - 2016. Fuente muestreos biológicos IFOP.



### a) Estructura de edad del desembarque

Durante el año 2016, la distribución de tallas del bacalao de profundidad (sustentada en 12.836 registros de longitudes), permitió la conversión de la captura total registrada a número de ejemplares, en donde de un total de 89.630 ejemplares 57.017 corresponden a machos (63,6%) y 32.614 a hembras (36,4%). La mayor presencia de machos también se presentó durante los años anteriores registrándose una proporción de 61,3%; 55,5%; 63,4%; 66,5%; 65,5%; 66,4%; 67,1%; 66,2%, 62,8%, 62,7%, 58,3%, 57,4%, 59,9% y 60,0% desde el 2002 al 2015 respectivamente (Céspedes *et al.*, 2003 a 2013, Gálvez *et al.*, 2014; Céspedes *et al.*, 2015 y Céspedes *et al.*, 2016)

El que los machos se presenten más abundantemente ha sido una constante que también se ha observado en décadas anteriores en donde esta fracción ha tomado valores por sobre el 60% en los años 1996, 1998 y 1999 y por sobre el 50% en el 2000 y 2001, en que se observó que los machos tenían una presencia de 63,3%; 65,8%; 64,6%; 56,8% y 53,8% respectivamente. Sólo en 1997 se presentó un notable aumento de la proporción de los machos registrándose un 71,7% (Céspedes *et al.*, 1997; Céspedes *et al.*, 1998; Céspedes *et al.*, 1999; Céspedes *et al.*, 2000, Ojeda *et al.*, 2001 y Céspedes *et al.*, 2002).

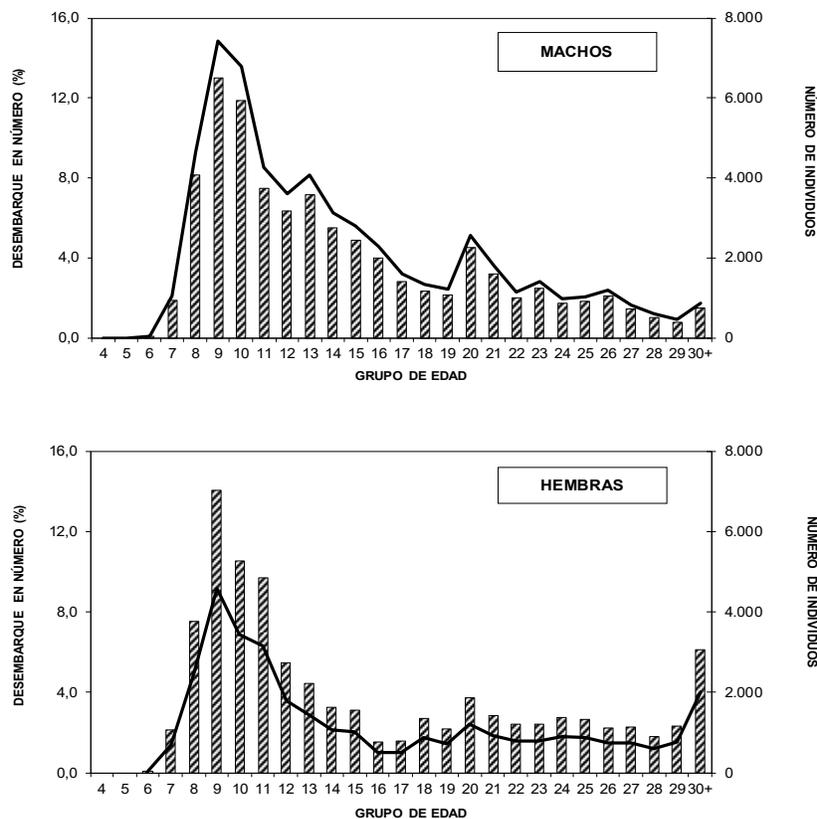
En la estructura en número de individuos por grupos de edad, si bien este recurso tiene una amplia estructura de edades presente (VI hasta 30+), las capturas se han concentrado en GE jóvenes. Considerando los GE que contribuyen con un aporte de al menos en un 5% a la estructura, se tiene que en machos los GE VIII a XIV constituyen un 59%, destacándose entre ellos la moda en el GEIX (13%) y modal secundario en GE XIII (7%). En los peces más adultos sus contribuciones a la estructura son bajas (menores a 4%) y entre ellos se destaca el GE XX (4,5%). En hembras, los grupos que aportan con  $\geq 5\%$  a la estructura son cinco grupos de edad jóvenes, destacándose desde GE VIII a XII, conforman un 47 %, con la moda que recae en el GE IX con notable intensidad (14%) respecto de las otras edades. En los más adultos, el grupo 30+ reúne a los peces de esa edad y mayores alcanzando un 6% de representación en la estructura, **Figura 13** y **Anexo 1, Tablas 1 y 2**.

La captura en número por clase de tallas, presentó en machos una distribución con bimodalidad moderada, registrando la moda principal en la marca de clase 107cm y la moda secundaria en tallas menores situada en la clase 92cm, dentro de un intervalo que recorre desde la marca de clase 52 cm hasta 187 cm (**Anexo 1 Tabla 1**, ver recuadro inferior izquierdo de la tabla de composición de desembarque).

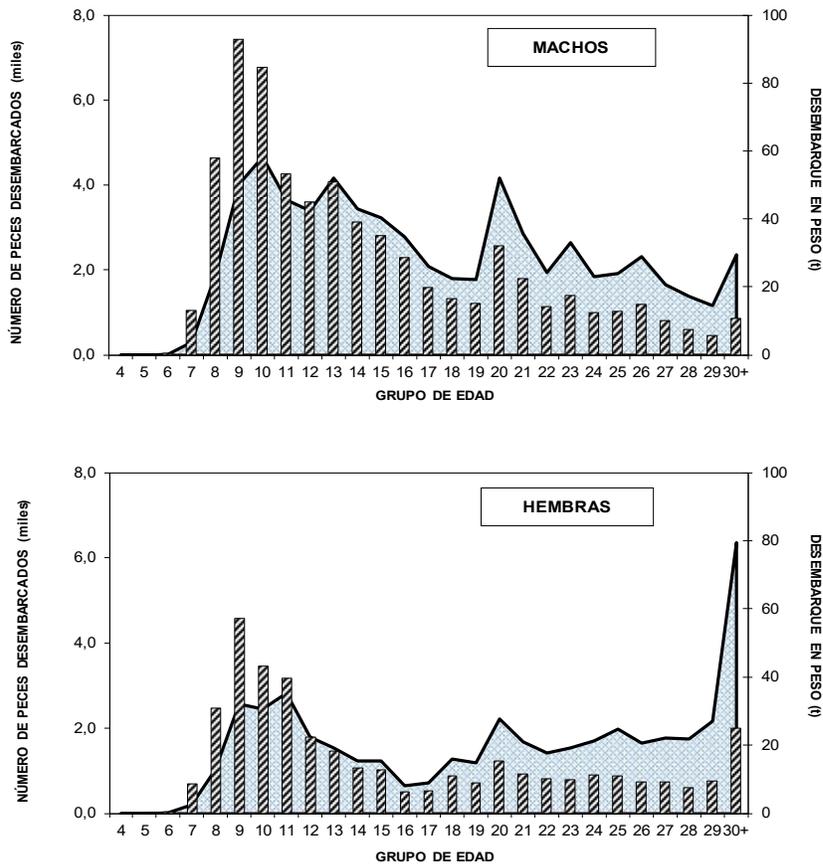
Las hembras se caracterizan por presentar modas menos intensas que los machos y a su vez por tener mayor representación en las tallas mayores. Presentan dos modas principales que se sitúan en la marca de clase 92cm y 102cm con un intervalo entre 52 cm y 192cm (**Anexo 1, Tabla 2**, ver recuadro inferior izquierdo de la tabla de composición de desembarque). Esta composición de tallas, focalización e intensidad de las modas en tallas menores está estrechamente relacionada con la estructura etaria en que se destaca la moda en los grupos de edades jóvenes (GE IX, **Figura 13**).



Respecto al desembarque en peso por grupos de edad (**Figura 14**) se aprecia que en la pesca industrial existe una importante contribuci3n los GE m1s adultos a la captura. A modo de ejemplificar el efecto del peso de los ejemplares se puede mencionar que, en machos, la moda principal recae en peces j3venes del GE IX, en donde sus 7,4 mil ejemplares aportan 50t al desembarque, en cambio en adultos de s3lo 4 a1os m1s (GEXIII), aun cuando el n3 extra3do en la pesca (4,1 mil ejemplares) es aproximadamente la mitad (55%) de lo que registra el GE IX, el aporte al desembarque en peso es algo mayor (52 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 espacio necesario para el crecimiento y su reproducci3n.



**Figura 13** Composici3n del desembarque industrial en n3mero (l3nea) y porcentaje (barras) por grupos de edad de bacalao de profundidad para el 1rea sur-austral, 2016. Fuente muestreos biol3gicos IFOP, contrastada con informaci3n oficial control cuota Sernapesca.



**Figura 14** Desembarque industrial en peso (línea) y número de peces desembarcados (barras) por grupos de edad de bacalao de profundidad para el área sur-austral, 2016. Fuente muestreos biológicos IFOP, contrastada con información oficial control cuota Sernapesca.

## 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.

Con la información biológica industrial recopilada, 4.710 registros, se ajustó las relaciones peso-longitud. En la **Tabla 6** se presentan los valores de los parámetros de interés y estadísticos asociados. Los ajustes presentan coeficiente de determinación  $\geq 0,96$ .



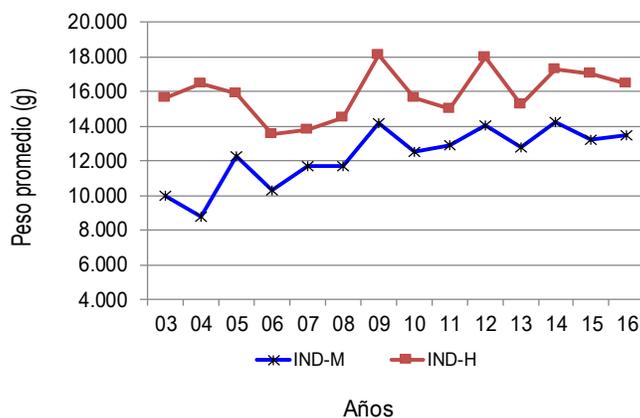
**Tabla 6**

Datos estadísticos de interés para las relaciones peso - longitud ajustadas por métodos lineales para bacalao de profundidad 2016.

PALANGRE	a	b	r <sup>2</sup>	N
<b>Zona Sur Machos</b>	<b>0,0059201</b>	<b>3,122173745</b>	0,965	2.704
Lim. Inferior	0,0053420	3,099803427		
Lim. Superior	0,0065607	3,144544063		
<b>Zona Sur Hembras</b>	<b>0,0050447</b>	<b>3,1595631</b>	0,970	2.006
Lim. Inferior	0,0045109	3,1350619		
Lim. Superior	0,0056417	3,1840644		
<b>Zona Sur Ambos</b>	<b>0,0055746</b>	<b>3,1362895</b>	0,967	4.710
Lim. Inferior	0,0051687	3,1197836		
Lim. Superior	0,0060125	3,1527953		

Fuente parámetros estimados a partir de muestreos biológicos IFOP

En la pesca industrial, en promedio, los machos presentaron 13,4 Kg y hembras 16,4 Kg, valor levemente superior en machos y más bajo en hembras, respecto de los registrados en 2015. En la **Figura 15** se ilustra el comportamiento de este indicador en los últimos catorce años separado por sexos. Como se puede observar en la **Figura 15** las hembras alcanzan pesos medios notablemente mayores que los machos. Desde 2005 al presente tanto machos como hembras han presentado fluctuaciones con la misma dirección ya sea en ganancia o pérdida de peso medio.



**Figura 15** Pesos promedios (g) de bacalao de profundidad en el desembarque, serie histórica 2003 – 2016 IND: Industrial ART: Artesanal M=Machos H=Hembras. Fuente muestreos biológicos IFOP, contrastada con información oficial control cuota Sernapesca.



**c) Error de las estimaciones de la captura en número por grupos de edad**

Los grupos de edades en que se sitúan mayormente las capturas en número de individuos y cuya presencia en la estructura superan el 5%, muestran que el coeficiente de variación (CV) de la estimación oscila entre 6 y 15% (Tabla 7).

**Tabla 7**

Número de individuos por grupos de edad, varianza (var) y coeficiente de variación (CV), en el desembarque de bacalao de profundidad industrial, durante el 2016 para el área sur-austral.

GE	INDUSTRIAL					
	MACHOS			HEMBRAS		
	Nº	VAR	CV	Nº	VAR	CV
IV						
V						
VI	31	175	0,4279	25	162	0,5118
VII	1.051	14.490	0,1145	694	5.967	0,1113
VIII	4.634	87.952	0,0640	2.462	30.971	0,0715
IX	7.427	189.639	0,0586	4.577	74.701	0,0597
X	6.777	245.733	0,0731	3.441	84.851	0,0847
XI	4.255	246.575	0,1167	3.162	92.006	0,0959
XII	3.607	228.059	0,1324	1.789	61.577	0,1387
XIII	4.065	286.052	0,1316	1.451	50.994	0,1556
XIV	3.131	234.179	0,1545	1.059	35.903	0,1790
XV	2.796	213.023	0,1651	1.020	35.540	0,1849
XVI	2.276	178.967	0,1858	497	16.365	0,2572
XVII	1.595	124.248	0,2210	516	17.277	0,2549
XVIII	1.334	103.874	0,2416	883	28.364	0,1907
XIX	1.216	88.267	0,2443	707	23.747	0,2178
XX	2.559	122.819	0,1369	1.217	37.753	0,1597
XXI	1.805	109.069	0,1830	920	29.662	0,1871
XXII	1.134	63.249	0,2219	795	25.371	0,2003
XXIII	1.403	66.750	0,1841	793	26.053	0,2036
XXIV	988	45.504	0,2159	899	27.384	0,1840
XXV	1.028	46.810	0,2105	871	25.615	0,1837
XXVI	1.192	52.427	0,1921	731	21.341	0,1999
XXVII	813	33.584	0,2255	740	20.061	0,1913
XXVIII	591	19.966	0,2393	596	15.458	0,2085
XXIX	450	12.091	0,2445	764	20.132	0,1857
XXX+	858	17.752	0,1553	2.003	41.027	0,1011
TOTAL	57.017	113.915		32.614	106.436	

Fuente: muestreos biológicos IFOP



#### d) **Serie Histórica**

En la serie histórica de la pesquería industrial se aprecia la constante predominancia de machos con respecto a las hembras (**Figura 16**). Al observar la serie histórica 1996 – 2012, exceptuando el año 2001, en los machos, los GE X; XI; XII y XIII han sido los que más frecuentemente encabezan las modas de la captura en número, sin embargo, para el 2001, la estructura de su captura se ve desplazada hacia los GE más jóvenes, situándose la moda en el GE VI.

En hembras, aun cuando antes del 2001 el mayor componente era hacia GE mayores que la estructura de machos, entre GE XI y XIV presentaban su moda, para el 2001 también se presenta la moda en GE VI, aunque siempre con una mayor presencia en los GE mayores al GE modal, fracción a la derecha de la moda. Durante el 2004 al 2007 se presenta una estructura con mayor fracción de jóvenes que el resto de la serie (**Figura 16**).

Esta serie de estructura del desembarque en número por GE comprende análisis de escamas desde su inicio hasta 2006 y análisis de otolitos desde 2007 al presente. La necesidad de este cambió se debió, entre otras razones, a que los diferentes laboratorios internacionales que trabajan en la determinación de la edad de este recurso lo hacían con otolitos y se requería estar analizando las mismas estructuras duras para posibilitar el intercambio y las comparaciones.

Antes del 2006, según las posibilidades de muestreo que se tenía en esa época, sólo se podía acceder a las escamas. Algunas pruebas en 2005 y parte del 2006 se fueron realizando de modo de obtener muestreo en paralelo de ambas estructuras cuando la pesca así lo permitía. El inicio de análisis de otolitos, siendo una nueva actividad de estimación de la edad, requirió una amplia etapa de entrenamiento durante 2006, para luego de una vez concluida proceder a la comparación entre las edades estimadas por ambas estructuras.

Para la comparación de las estimaciones de edad que arrojaban ambas estructuras (escamas y otolitos) se empleó muestreos recolectados en enero y febrero de 2007 tanto en pesca industrial como artesanal (Ojeda *et al.*, 2008) no encontrando diferencias significativas, no obstante es una realidad que el campo de trabajo que ofrecen las escamas en peces viejos, permite escasa facilidad a la discriminación, hecho que es comprobado al contrastarlo con el campo visual que permiten los otolitos, los cuales preparados con la técnica apropiada brindan las condiciones para un mejor y más fácil discernimiento entre los *annuli* de peces de edades mayores.

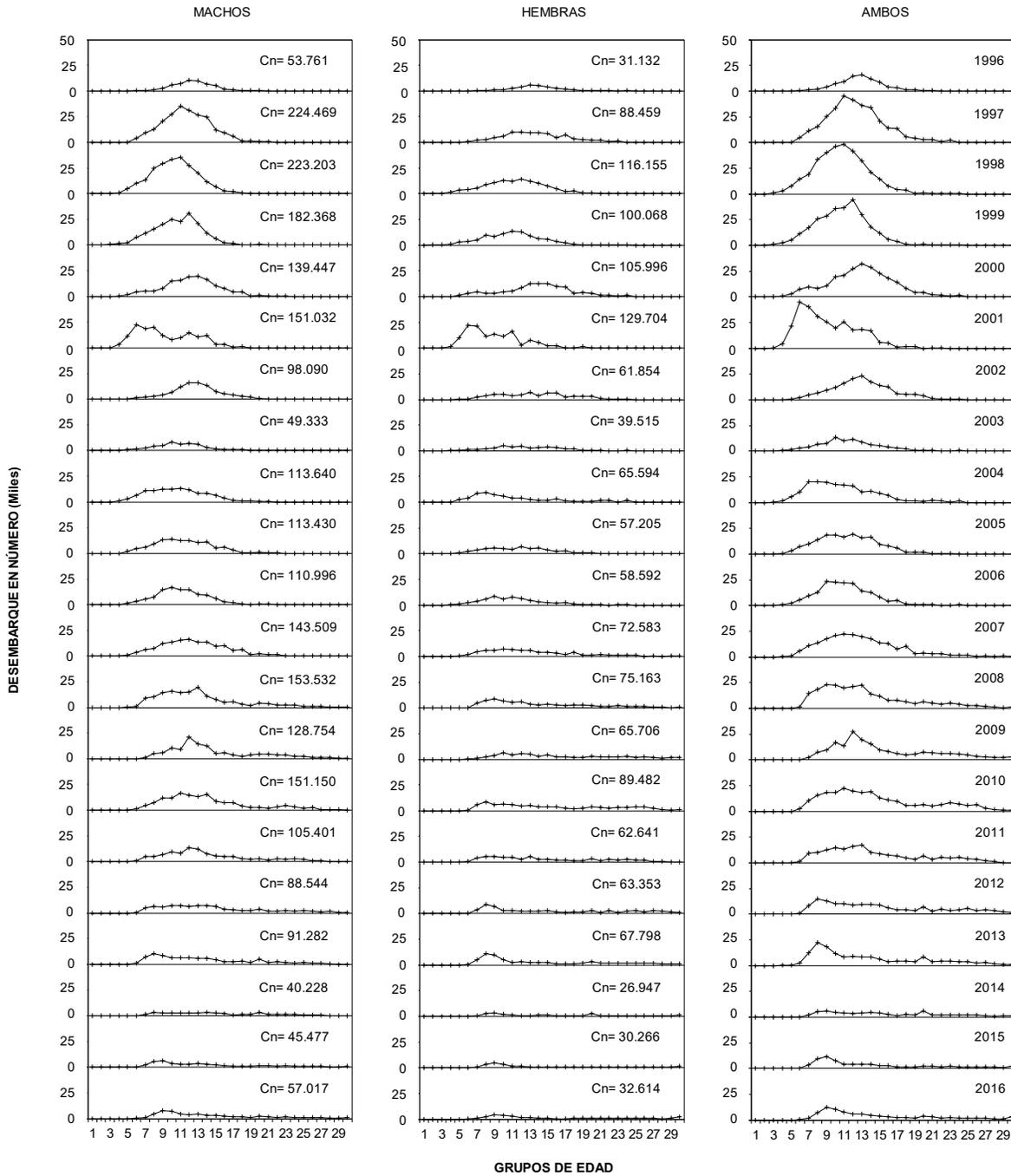
Esta facilidad de observación de las edades de peces más viejos en los otolitos (previamente preparados con la técnica apropiada) puede estar ocasionando que en los años posteriores al 2007 en la estructura se aprecie mayor presencia de peces en edades adultas. De otro modo si se deseara tener constituida toda la serie en base al conocimiento que se dispone hoy en día en base a otolitos, se debe tener en cuenta que no siempre hubo facilidad de recolectar otolitos como se mencionó en párrafo anterior, sino que sólo se dispone de ellos de forma esporádica en 2005-2006 y posterior a eso se cuenta con la serie continua hasta el presente. Cabe mencionar que al conseguir



el muestreo de esta estructura (otolitos) que beneficiaba la observación de la edad y pudiéndolo sostener en el tiempo, el muestreo de escamas fue descontinuado finalmente.

Para 2011, en la extracción industrial, sin diferenciar por sexo, dentro de un rango de edades observadas desde VI a XXVIII años, los grupos más relevantes van desde edad VII a XV y constituyen un 66% de la estructura, en cambio en 2012, el 61% corresponde a edad VII a XV (grupos con aporte  $\geq 5\%$ ) y se focaliza la estructura hacia grupos más jóvenes, siendo la moda en GE VIII (10%, **Figura 16**).

De forma similar en 2013, pero con mayor intensidad se presenta la moda en peces jóvenes GE VIII (14 % para ambos sexos), constituyendo los grupos de mayor relevancia un 62% de la estructura de la captura en número por grupos de edad GE VII hasta GEXIV. En 2014 y 2016, las bajas cifras de desembarque y su conversión a estructura en número por sexo generan valores que apenas se despegan de la abscisa en la gráfica de la serie histórica (**Figura 16**). Como se mencionó precedentemente la estructura actual de la pesca industrial está constituida de forma importante por peces jóvenes que no han alcanzado su etapa de crecimiento que le permita mayor ganancia en peso y/ o desove que asegure su descendencia, presentándose en la actualidad un foco modal (considerando ambos sexos) de 52% de la captura entre las edades VIII a XIV (las cuales aportan  $\geq 5\%$  c/u en la estructura).



**Figura 16** Composici3n del desembarque en n3mero de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquería demersal industrial para el perío3do 1996 – 2016. Fuente: muestreos biol3gicos IFOP, contrastada con informaci3n oficial control cuota Sernapesca.



### 5.1.3 Análisis y discusión de la pesquería

La medida de una fuerte reducción de cuota de captura del recurso al sector industrial acaecido en el 2013; no obstante, los aumentos registrados de cuotas de capturas en los años siguientes, ha implicado una caída de la actividad extractiva, reflejado en la salida de naves pesqueras como parte de las adecuaciones que han realizado los armadores en respuesta a ello. Esta situación tiene consecuencias negativas en la cadena de empleo y sobretodo en los servicios que requieren para su operación.

En los últimos 10 años, la flota pesquera industrial ha empleado el palangre denominado “cachalotera” con el propósito de reducir los efectos de consumo de la captura de bacalao de profundidad por parte de mamíferos marinos (orcas y cachalotes). Sin embargo, no solo se han efectuado modificación en los aparejos de pesca, sino que además se ha registrado un cambio en la distribución espacial de operación por parte importante de la flota, orientando el esfuerzo de pesca a caladeros pocos habituales, localizados al norte del paralelo 54°S.

No obstante, los cambios descritos anteriormente, como es habitual en esta pesquería las mayores concentraciones espacio temporal de las capturas, el esfuerzo de pesca y los rendimientos de pesca se han mantenido en el extremo austral, al sur del paralelo 55° 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 Taschieri, 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 marcaje-recaptura de mediano a largo plazo (plurianual) sobre el recurso, el cual permita dilucidar los procesos migratorios con mayor detalle, aprovechando además dicha instancia para determinar el tamaño del stock. En este sentido, el programa de marcaje-recaptura podría ser incorporado dentro del programa de monitoreo de la pesquería.

Los indicadores pesqueros de captura y rendimiento de pesca tienen la incertidumbre de la interacción y consumo de la captura por parte de mamíferos (Moreno *et al.*, 2003). No obstante, esta situación, el rendimiento de pesca observado en la operación de la flota industrial durante los últimos años (2014 a 2016) ha registrado un aumento gradual del rendimiento de pesca respecto del año 2013 (año con el registro de rendimiento de pesca más bajo de la pesquería). Entre los posibles factores que explican el incremento del rendimiento de pesca estaría por ejemplo el desplazamiento de la operación de pesca hacia caladeros ubicados al norte del paralelo 54° S, con el propósito de disminuir la interacción con mamíferos marinos (Céspedes *et al.*, 2012), como también podría ser respuesta a tácticas de pesca que realizan los patrones de pesca con objeto de reducir la interacción de mamíferos en las capturas.

Por otro lado, el incremento de rendimiento de pesca en los últimos años podría responder a una mayor presencia de recurso en el área de operación de la pesquería, en donde una posible



explicación podría responder a efectos de medidas de regulación adoptadas años anteriores, no solo en lado chileno, también en lado argentino. Una medida importante en el lado chileno es la veda reproductiva establecida en el año 1996 entre el 1 de junio y 31 de agosto en el área 53°-57° S. Sin embargo, esta medida por si sola no pareciera suficiente. Luego, es necesario tener presente que en el lado argentino entre los años 2000 a 2003 se iniciaron medidas de administración orientadas a reducir la captura de juveniles de bacalao (veda, reducción de ejemplares juveniles en las capturas, restricciones de pesca del arrastre, y pescar sobre los 800 m profundidad). En este sentido, considerando las medidas adoptadas por ambos países una protegiendo la fracción desovante y la otra protegiendo la fracción juvenil por aproximadamente 20 años y 15 años, respectivamente, pudiera ser -entre otros factores- una posible influencia en los aumentos de rendimientos de pesca registrados recientemente en la pesquería.

Con respecto a la composición anual de tallas de las capturas industriales entre los años 2012 hasta el año 2016 marcaron una diferencia respecto de temporadas anteriores, con una distribución bimodal (una moda de ejemplares adultos mayores a 95 cm) y otra moda de ejemplares juveniles (menores a 95 cm). Antes del año 2012 la distribución de talla habitual de la captura industrial era una distribución unimodal de ejemplares adultos entorno a los 110 cm (Céspedes *et al.*, 2013, 2014). Los cambios observados del año 2012 en adelante responden al cambio de distribución de operación a zonas de pesca al norte del paralelo 54° S, en donde la estructura de talla proveniente entre los 47°-53° S son distribuciones predominadas por ejemplares juveniles menores a 95 cm; mientras las estructuras de tallas entre los 54°-57° S - zona principal en las capturas del recurso- corresponden a una fracción adulta con una moda principal entre los 95-125 cm. Esta situación de la pesquería podría indicar una posible estratificación espacial del recurso en el área comprendida entre los 47°-57° S con efectos en cambios estructurales de la captura, como es en la estructura etaria y el número de ejemplares capturados producto de la incorporación de mayores ejemplares juveniles a la captura.

Las variables pesqueras y biológicas de la actividad operacional de pesca en la flota industrial están afectas a incertidumbres por interacción de los mamíferos y los procesos biológicos del recurso (por ejemplo, migración). Por tanto, con el fin lograr reducir la incertidumbre en las estimaciones y captar la variabilidad de los diferentes factores que inciden en las capturas de bacalao de profundidad es que se requiere fortalecer el monitoreo. Para ello se sugiere censar los viajes de la flota industrial realizados en el año, con el propósito de elevar la calidad del dato a estándares de estudios internacionales (por ejemplo, CCAMLR). Sin embargo, dada la multiplicidad de actividades abordado que enfrentan los Observadores Científicos (por lo general un OC por viaje), el cubrir un mayor número de lances a la vez que se recopila información ecosistémica (interacción con mamíferos marinos) se torna en una difícil tarea. Frente a esta situación, es indispensable avanzar en mejorar la cooperación y comunicación con los armadores de la pesquería, a modo de lograr embarcar a lo menos 2 Observadores Científicos por viaje de pesca, atendiendo a las limitaciones de habitabilidad y espacio de trabajo abordado de las embarcaciones.

# 5.2

## Pesq. Art. BACALAO DE PROFUNDIDAD

### **5.2.1 Indicadores Pesqueros**

- a) Desembarque oficial
- b) Captura, esfuerzo y rendimiento de pesca
- c) Indicadores pesqueros de acuerdo a información oficial

### **5.2.2 Indicadores Biológicos**

#### **5.2.2.1 Composición de talla de la captura**

- a) Estructura de talla
- b) Talla media

#### **5.2.2.2 Proporción sexual**

#### **5.2.2.3 Condición reproductiva**

- a) Índice gonadosomático

#### **5.2.2.4 Composición de edad del desembarque**

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

### **5.2.3 Indicadores ecosistémicos**

- a) Precio de comercialización

### **5.2.4 Análisis y discusión de la pesquería**



## 5.2 Pesquería artesanal de bacalao de profundidad

### 5.2.1 Indicadores pesqueros

Las modificaciones y perfeccionamientos a la Ley General de Pesca y Acuicultura promulgada durante el año 2013, introdujeron cambios sustantivos en el marco de ordenamiento de este recurso, las que se han reflejado en las actuales normas vigentes y en el cambio de prácticas observadas en esta pesquería artesanal.

Los cambios más relevantes dicen relación con el establecimiento de cuotas de captura en el área de pesquería artesanal de este recurso (al norte del paralelo 47°L.S.) y la inclusión del sector artesanal en la cuota de captura establecida para el área lícitada (al sur del paralelo 47°S), mediante la subasta de permisos extraordinarios de pesca.

Lo anterior con la finalidad de regular los niveles de captura (mortalidad por pesca) para este recurso, en consideración al deterioro observado en su estado de conservación, en todo el territorio marítimo que se encuentra al norte del paralelo 47°S a partir de la temporada 2013. Es así como, mediante Decreto Exento N° 184 de febrero de 2013, la autoridad estableció una cuota para esta temporada de 1.185 t., posteriormente, la autoridad mediante el Dto. Ex. N° 750 julio de 2013 a petición de organizaciones de armadores artesanales aumentó en 208 t, la cuota de captura sobre este recurso quedando fijada en 1.393 t.

Para el establecimiento de esta cuota de captura fue necesaria la corrección de los desembarques declarados al norte del paralelo 47°S por los propios armadores artesanales al Servicio Nacional de Pesca (debido a serias dudas sobre la veracidad en la zona de pesca entregada a la autoridad), de acuerdo a criterios basados en el puerto de desembarque, rendimientos de pesca (kg/viaje) y duración de los viajes de pesca (Chong & Céspedes, 2013). Y acogiendo la recomendación realizada por el Grupo Científico-Técnico Asesor (GT-BAC) en el sentido de distribuir esa cuota conforme a una ponderación relativa basada en la participación en esos desembarques corregidos, por parte de las regiones que conforman las principales macro-zonas pesqueras de área de esta pesquería (**Anexos 4 y 5**).

Con la entrada en vigencia de la nueva Ley de Pesca (N° 20.657) las cuotas de capturas son recomendadas por los Comités Científicos Técnicos (CCT) a la autoridad respectivas. En el caso de bacalao de profundidad este recurso fue incluido en CCT de Recursos Demersales de Aguas Profundas. De tal forma, la autoridad mediante Decreto Exento N°946 del 11 de noviembre de 2015 estableció una cuota de captura para la temporada 2016 de 1.491 t, superior a la establecida para el año 2015 (Dto. Ex. N°862 del 27 de octubre de 2014) y de las cuales 8 t fueron reservadas para fines de investigación. Esto significó en la practica un aumento del 50% y 22% en relación a la cuota de las temporadas 2014 y 2015, respectivamente.



### a) Desembarque oficial

El desembarque artesanal muestra claramente el proceso de agotamiento de los caladeros de pesca de este recurso, en sentido norte a sur (**Figura 17**). En los inicios de la serie, el desembarque se explica principalmente por la actividad desarrollada en la VIII Región, la cual registra el valor máximo histórico en el año 1990, momento a partir del cual se registra un descenso hasta el año 1998. Simultáneamente, la flota inició un desplazamiento hacia la zona sur (X Región) en búsqueda de mejores rendimientos de pesca, situación que explica el aumento en importancia del desembarque en esta región a partir de 1996 (**Figura 17**). Desde el año 2000 en adelante el desembarque registró una fuerte caída, observándose niveles mínimos durante el periodo 2008-2010. No obstante, el aumento en la cuota de captura para la temporada 2016, significó de igual forma registrar mínimos históricos en los últimos años para la pesquería artesanal a nivel nacional con 1.525 t durante 2016 (no considerando los desembarques realizados a partir de actividades en el área licitada (**Figura 17**)).

Como es habitual en esta pesquería, la X Región presentó los mayores valores de desembarque, representando el 42% (640 t) del desembarque nacional y siendo superior a lo registrado en años anteriores. Le siguió la VIII Región con un 21% (325 t) y la XIV Región con un 16% (243 t, **Figura 17**).

Durante la temporada 2016, se hizo necesario establecer dentro del área al norte del 47° L.S. unidades de menor extensión, lo anterior considerando las características operacionales de la flota que opera sobre este recurso (donde los desembarques realizados en un puerto/región en general no son capturados dentro de sus límites), los rendimientos de pesca y las estructuras de tallas de los ejemplares. De acuerdo a lo anterior, se establecieron 4 zonas, cuyos límites geográficos se señalan a continuación. La zona 1 comprende desde el límite norte del país a los 30° L.S., zona 2 entre 30°01' - 41°L.S., zona 3 entre 41°01' - 47° L.S. y zona 4 ubicada al sur del 47°L.S. (zona licitada, **Figura 18**).

Considerando los límites geográficos mencionados anteriormente, es posible observar que el desembarque artesanal se realiza principalmente en las zonas 2 y 3, registrando esta última mayores valores de este indicador para los últimos años (**Figura 18**). Por su parte, la zona 1 muestra los menores valores históricos de desembarques, siendo superada en los últimos años incluso por la zona 4. Esto a pesar de ser la zona de mayor extensión geográfica (**Figura 18**).

La autoridad respectiva, a diferencia de lo observado en años anteriores, estableció que la cuota de captura fuese distribuida en dos fases durante la temporada 2016 (Dto. Ex N°946 de 2015). De esta forma se definieron dos periodos de pesca: el primero contemplo los meses de febrero-mayo y el segundo septiembre-diciembre, con capturas autorizadas de 741 y 742 toneladas, respectivamente.

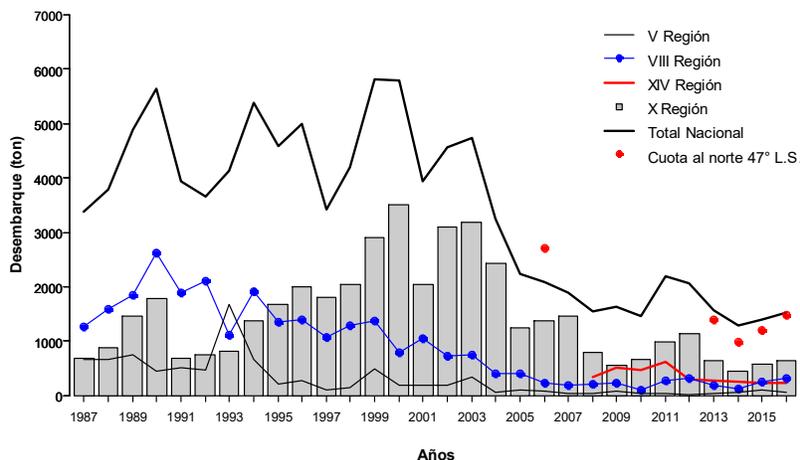


Esta distribuci3n temporal de la cuota tuvo por finalidad mantener la actividad sobre el recurso bacalao de profundidad durante un mayor tiempo, a modo de evitar lo registrado en 2015, a3o en que el consumo total de la cuota de extracci3n se alcanz3 al 20 de abril, y que gener3 el cierre de la actividad sobre el recurso desde la XV Regi3n y el paralelo 47°00' L.S. No obstante, la posterior modificaci3n de la cuota de captura en 2015 permiti3 el desembarque durante los meses de octubre, noviembre y diciembre.

La situaci3n anteriormente descrita tiene su origen en el fen3meno conocido en el sector pesquero como "carrera ol3mpica", donde cada embarcaci3n o armador se apresura a capturar la mayor cantidad posible del recurso antes del agotamiento de la cuota, a fin de conseguir el mayor porcentaje posible de la misma.

De tal forma, la cuota de captura establecida para el periodo febrero-mayo de 2016 fue capturada en un alto porcentaje (78%) durante el mes de febrero (**Figura 19**), lo que origino que la autoridad respectiva estableciera el cierre de la cuota de este periodo el d3a 23 de marzo. De la misma forma, durante el mes de septiembre se observ3 un gran desembarque, que coincide con el inicio del segundo periodo de pesca, que represento el 90% de la cuota para este periodo (**Figura 19**). Considerando, lo anterior el d3a 29 de septiembre se suspenden las actividades extractivas sobre este recurso por parte de la autoridad respectiva.

Por su parte, el desembarque realizado por la flota artesanal a partir de capturas realizadas en la zona 4 (unidad de pesquer3a) fue de acuerdo a cifras oficiales de 312 t, cifra superior a lo capturado por esta flota en la temporada 2015 (185 t). En estas operaciones de pesca participaron un total de 21 armadores en 30 naves y en 112 viajes de pesca, los m3ximos desembarques se registraron durante los meses de enero y abril con 90 y 66 toneladas, respectivamente.



**Figura 17** Desembarque (t) artesanal de bacalao de profundidad por regi3n y a nivel nacional. Fuente Sernapesca.

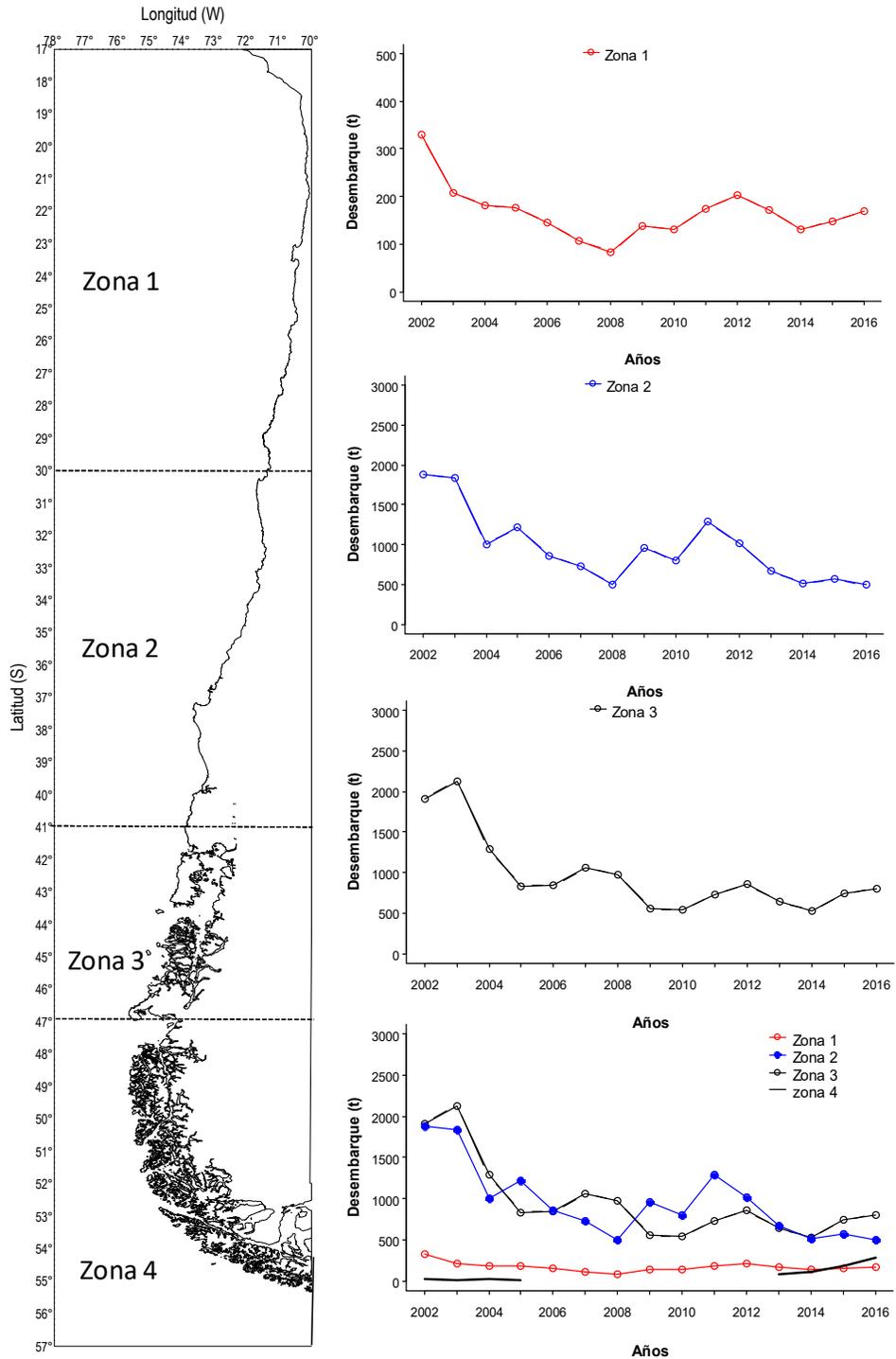
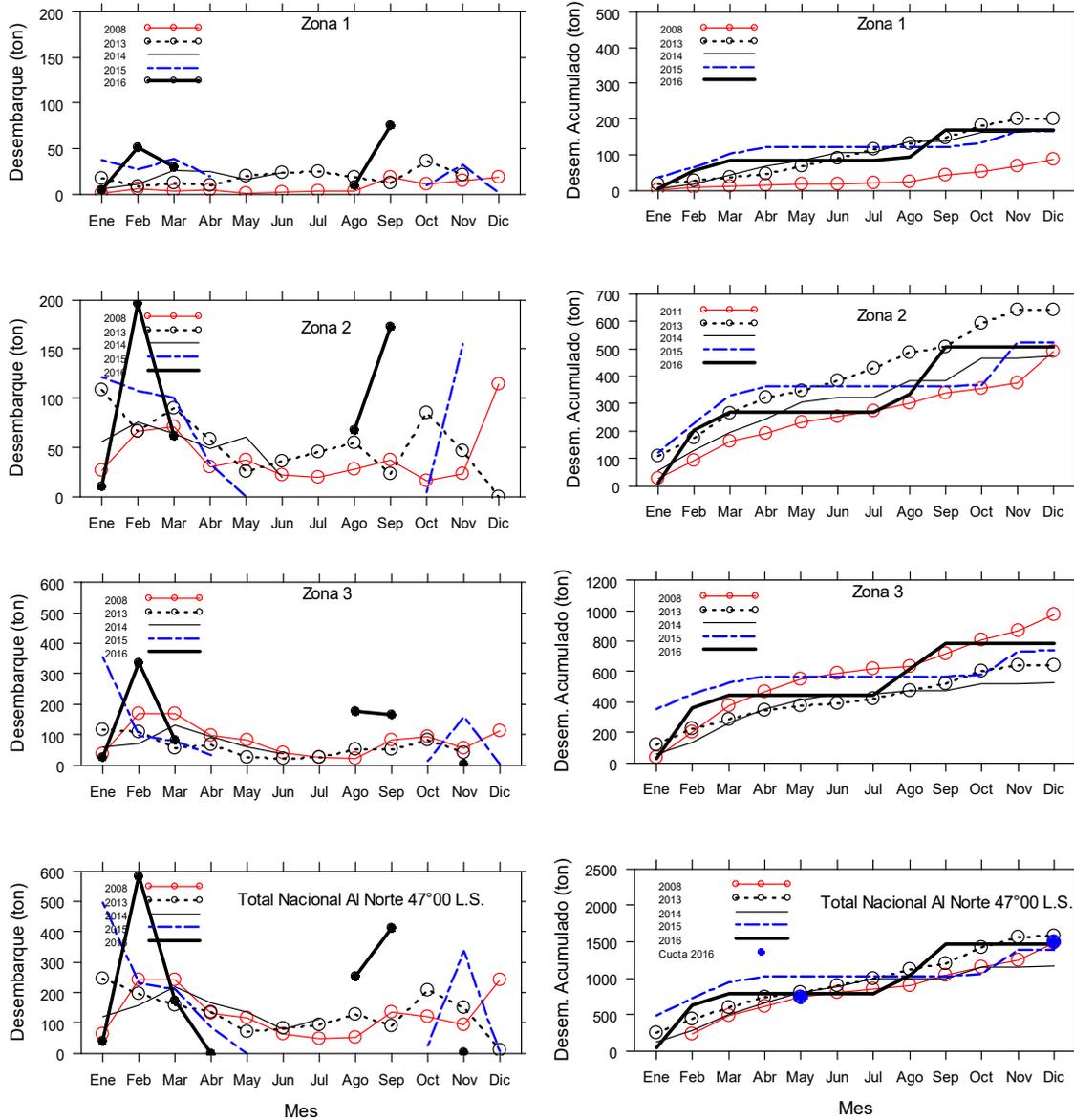


Figura 18 Desembarque (t) artesanal de bacalao de profundidad por zona. Fuente Sernapesca.



**Figura 19** Distribuci3n del desembarque y desembarque acumulado (t) de bacalao de profundidad en la flota artesanal (lanchas) por principales regiones y a nivel nacional entre 2013–2016 al norte del 47°00’L.S. Fuente Sernapesca (datos preliminares).



## b) Captura, esfuerzo y rendimiento de pesca

Durante la temporada 2016, el número de viajes y desembarques muestreados experimentó un aumento importante en relación a lo observado en años anteriores, lo cual se tradujo en registrar el mayor número de viajes (182) y desembarque (300 t) muestreado durante el periodo 2007-2016 (**Tabla 8, Tabla 9 y Tabla 10**). Este aumento habría sido ya identificado durante la segunda mitad de 2013 y tiene su origen en un cambio de actitud por parte de la flota artesanal (tanto armadores como capitanes) frente al trabajo de levantamiento de información realizado por parte del instituto, asociado principalmente a los cambios registrados en esta pesquería por la autoridad (fijación de cuotas de captura). Este cambio está en directa relación con sus apreciaciones por cuanto al no existir información proveniente de la operación al norte del área licitada (al norte del 47° L.S.) es imposible esperar algún aumento de su cuota de captura respectiva.

Este cambio en la disposición por parte de los armadores, de permitir el embarque de personal IFOP continuó durante la temporada 2016 y permitió el monitoreo de las actividades extractivas sobre este recurso a partir de embarques en la flota que opera desde los puertos de San Antonio (V Región), Lebu (VIII Región) y Quellón (X Región). Gracias a lo anterior, fue posible el monitoreo de cinco viajes de pesca con personal IFOP embarcado durante la temporada 2016 (**Tabla 11 y Tabla 12**), pese a que dicha cifra representa una importante disminución en relación a lo registrado en 2015 (12 embarques).

Considerando las zonas de pesca definidas anteriormente, se observó que los mayores valores de rendimientos de pesca se registraron en la zona 4, seguida de la zona 3, zona 2 y zona 1 (**Tabla 10**). A niveles mensuales se registraron valores muy disímiles entre las zonas monitoreadas y con una alta variabilidad, fluctuando entre 942 y 9.668 kg/viaje (**Tabla 10, Figura 21 y Figura 22**). Como era de esperar la zona 4, presentó a nivel mensual los mayores valores (5.747-9.668 kg/viaje), con un valor promedio de 6.700 kg/viaje (**Tabla 10 y Figura 21**), seguido por la zona 3 con valores mucho menores que la anterior y que fluctuaron entre los 1.325 y 6.372 kg/viaje con un valor promedio de 2.427 kg/viaje. Por su parte, la zona 2 registró valores que fluctuaron entre los 1.063 y 1.729 kg/viaje y un valor promedio de 1.471. Finalmente, la zona 1 fue la que presentó los menores valores con un valor promedio de 1.118 kg/viaje (**Tabla 10, Figura 21 y Figura 22**).

Los valores anteriores mantuvieron la tendencia histórica registrada en esta pesquería, donde es posible observar un gradiente latitudinal en los niveles de rendimientos de pesca. Aumentando sus valores a medida que las operaciones de pesca se desplazan hacia mayores latitudes (**Figura 21**). Por otra parte, durante la temporada 2016 no se registraron variaciones importantes en las principales zonas de operación de la flota (zona 2 y 3), manteniéndose los bajos valores registrados en la zona 3 a partir de 2013 (**Figura 21 y Figura 23**).

Es importante señalar, que dentro de la información recopilada fue posible por segundo año consecutivo el registro de viajes de pesca que realizaron operaciones al sur del 47°00 L.S. (zona 4 o área licitada) (**Figura 24**). Estas operaciones se encuentran autorizadas a partir de 2013 (a



diferencia de lo que ocurría anteriormente), por medio de la subasta del 50%, de la fracción licitada de la cuota asignada a esta área, al sector artesanal.

Al igual que lo observado en la flota palangrera que opera en el área licitada (zona 4), la interacción con mamíferos, principalmente lobos y cachalotes es de ocurrencia habitual. Estas interacciones se traducen en el consumo de las piezas capturadas, como también en daños y pérdidas del aparejo de pesca. A diferencia de lo registrado en la pesca industrial (introducción de "cachaloterías"), en la flota artesanal no se ha registrado hasta la fecha ninguna modificación en los aparejos de pesca, sin embargo, se han implementado una serie de medidas tales como no calar o virar la línea frente a la presencia de orcas o cachalotes (caracterizado por "soplos" a la distancia). Esto en la práctica se traduce por lo general en cortar, balizar y calar nuevamente la línea para ser virada en otra oportunidad (Moreno *et al.*, 2003).

**Tabla 8**

Capturas y desembarques (t) de la flota artesanal de bacalao de profundidad monitoreados por zona. temporada 2016.

Mes	Zonas				Total	2011	2012	2013	2014	2015
	1	2	3	4						
Enero								11,3	19,3	27,1
Febrero	14,93	6,35	6,37		27,66	7,4		2,4	4,4	26,2
Marzo	11,30	19,02	20,72		51,05	11,8	1,5	2,0	21,4	35,2
Abril				7,91	7,91	6,4		5,5	14,9	31,2
Mayo				9,67	9,67		11,6	11,7	15,2	0,3
Junio				3,48	3,48	3,4		8,5	12,0	
Julio						6,3		5,7	10,3	
Agosto						4,7	27,5	13,3		
Septiembre	46,44	84,69	52,31		183,44	7,3		6,8		
Octubre		3,19	7,95	5,75	16,89	5,9	35,6	40,1	55,0	13,3
Noviembre						28,7	10,9	23,1		160,4
Diciembre								6,3		3,3
Total 2016	72,68	113,25	87,36	26,80	300,09	82,0	87,1	136,7	152,5	296,9

Fuente: Los indicadores corresponden a viajes con personal IFOP y a datos obtenidos de bitácoras de los armadores.

**Tabla 9**

Número de viajes y días fuera de puerto de la flota artesanal de bacalao de profundidad monitoreados por zona. Temporada 2016.

Mes	Número de Viajes					Días fuera de puerto (dfp)				
	Zonas					Zonas				
	1	2	3	4	Total	1	2	3	4	Total
Enero										
Febrero	10	4	1		15	126	65	17		208
Marzo	12	11	8		31	132	174	128		434
Abril				1	1				43	43
Mayo				1	1				22	22
Junio				1	1				18	18
Julio										
Agosto										
Septiembre	43	59	21		123	457	650	309		1.415
Octubre		3	6	1	10		32	95	28	155
Noviembre										
Diciembre										
Total 2016	65	77	36	4	182	714	921	548	111	2.295

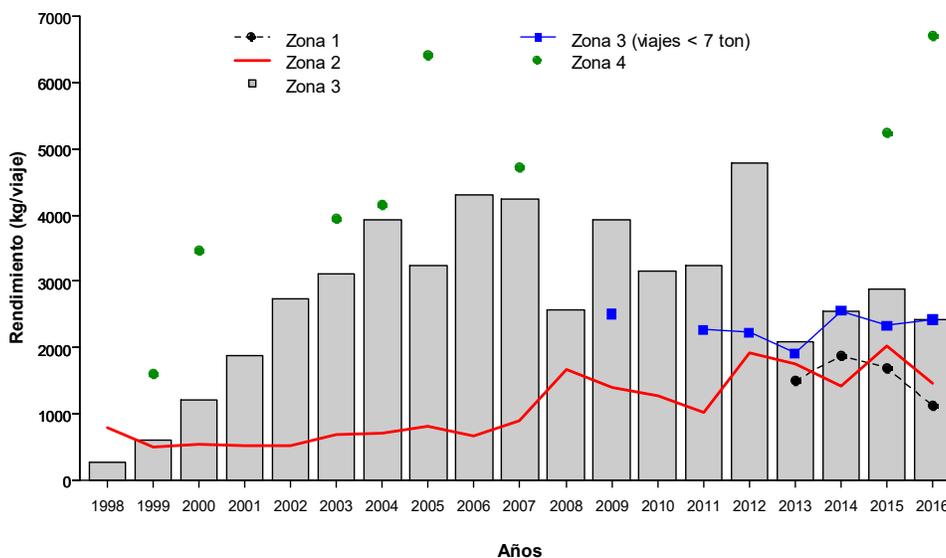
Fuente: Los indicadores corresponden a viajes con personal IFOP y a datos obtenidos de bitácoras de los armadores.



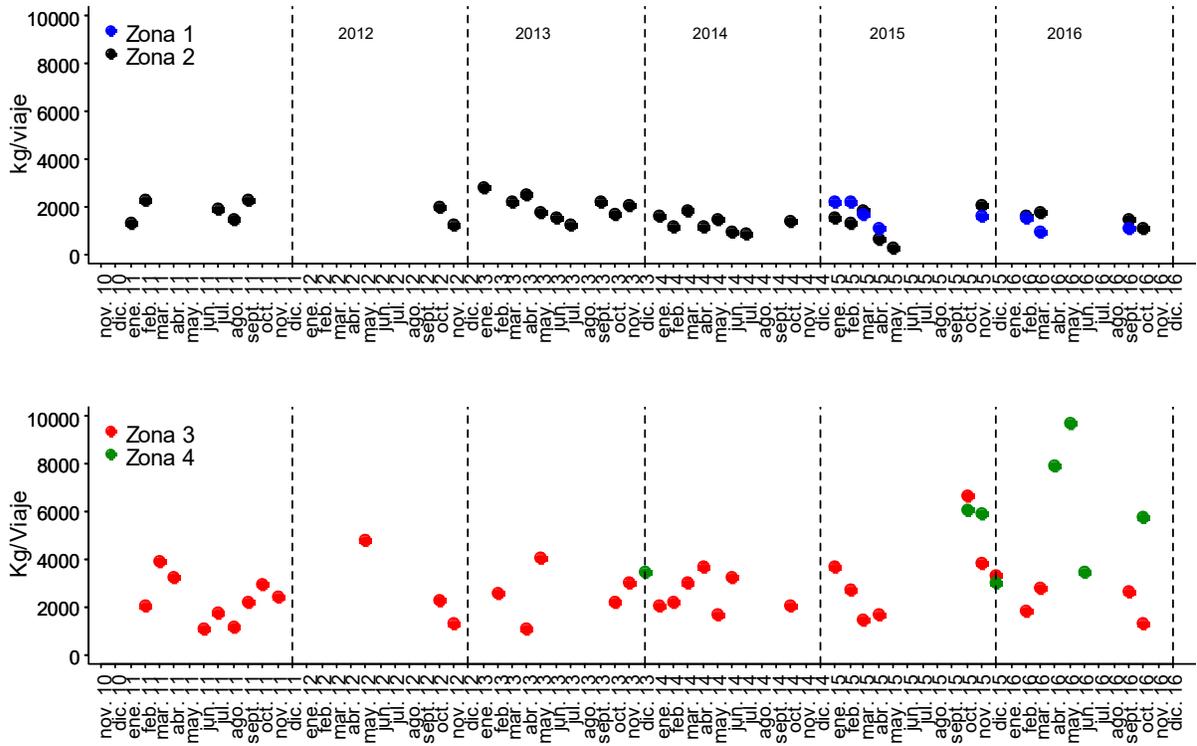
**Tabla 10**  
Rendimientos de pesca (kg/viaje) de la flota artesanal de bacalao de profundidad monitoreados por zona.  
Temporada 2016.

Mes	Kg * Viaje					Kg * día				
	1	2	3	4	Total	1	2	3	4	Total
Enero										
Febrero	1.493	1.588	6.372		1.844	119	97	366		133
Marzo	942	1.729	2.591		1.647	86	109	162		118
Abril				7.906	7.906				185	185
Mayo				9.668	9.668				446	446
Junio				3.476	3.476				188	188
Julio										
Agosto										
Septiembre	1.080	1.435	2.491		1.491	102	130	169		130
Octubre		1.063	1.325	5.747	1.689		99	84	206	109
Noviembre										
Diciembre										
Total 2016	1.118	1.471	2.427	6.700	1.649	102	123	159	242	131

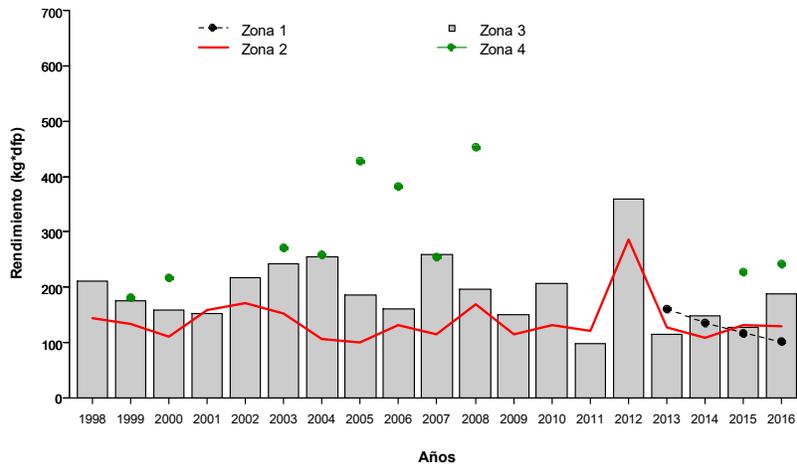
Fuente: Los indicadores corresponden a viajes con personal IFOP y a datos obtenidos de bitácoras de los armadores.



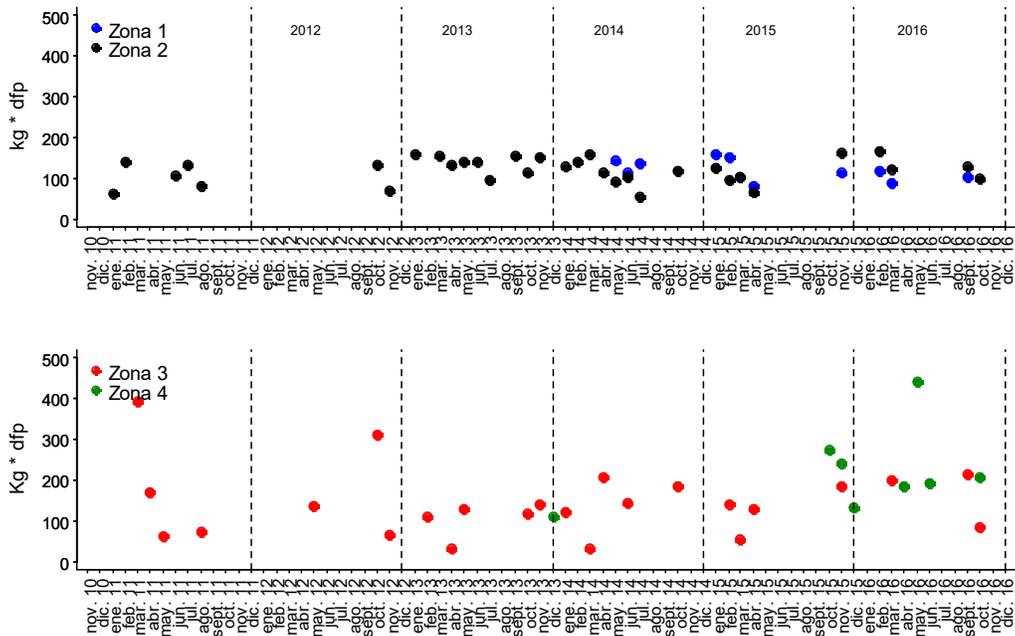
**Figura 20** Rendimiento de pesca nominal (kg / viaje) para bacalao de profundidad en la flota artesanal por zona y región. Período 1998-2016. Fuente bitácoras de pesca IFOP.



**Figura 21** Rendimiento de pesca nominal mensual (kg / viaje) para bacalao de profundidad por zona. Período 2011-2016. Fuente bitácoras de pesca IFOP.



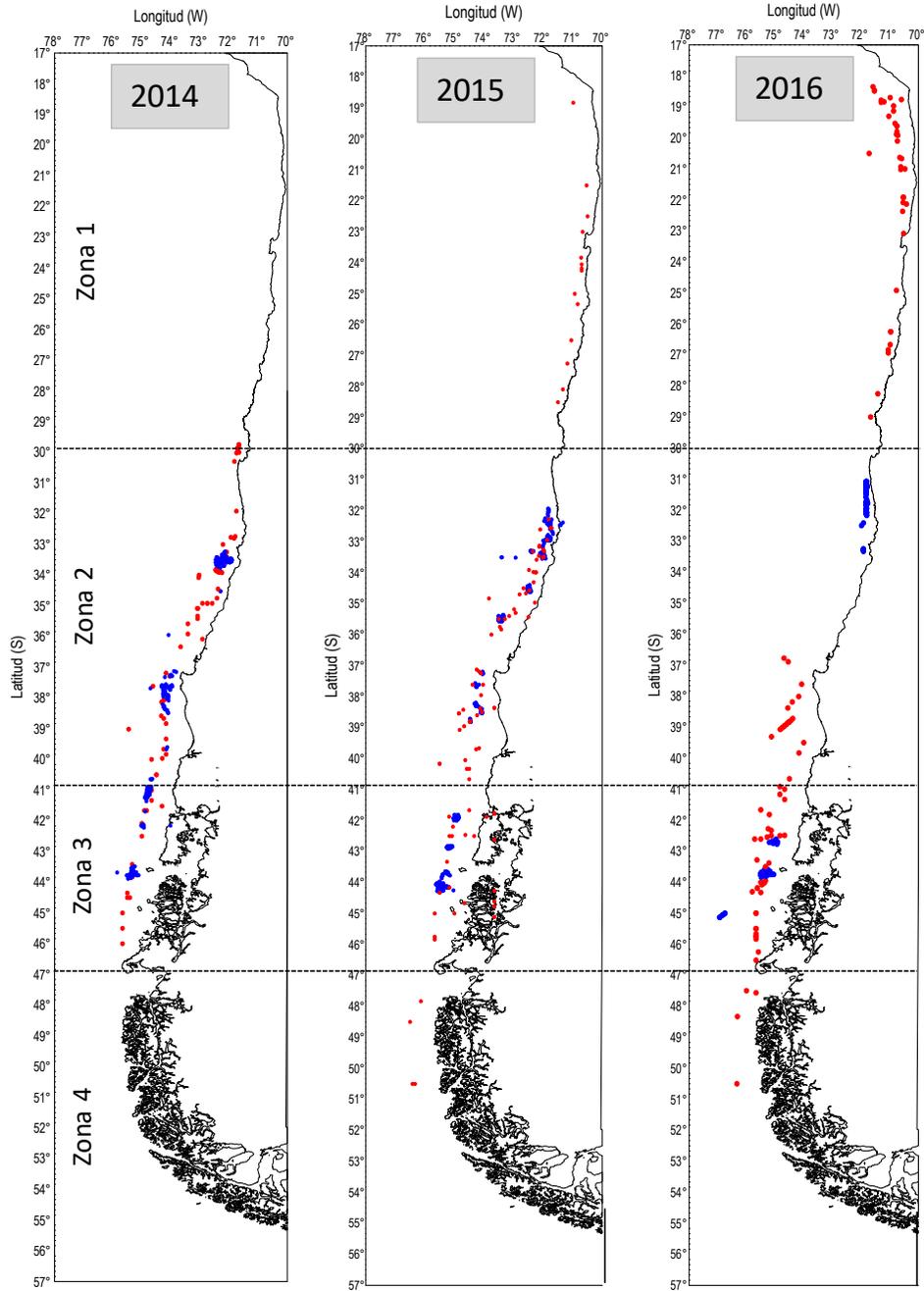
**Figura 22** Rendimiento de pesca nominal (kg / día fuera puerto) para bacalao de profundidad en la flota artesanal por zona. Período 1998-2016. Fuente bitácoras de pesca IFOP.



**Figura 23** Rendimiento de pesca nominal mensual (kg / día fuera puerto) para bacalao de profundidad por zona. Período 2011-2016. Fuente IFOP.

Del mismo modo, la informaci3n de captura, número de lances, dfp (días fuera de puerto) y número de anzuelos recopilados a partir de los cinco viajes de pesca con personal IFOP se muestran en la **Tabla 11**. En ellos fue posible el muestreo de 25 toneladas, capturadas en 234 lances de pesca utilizándose un total de 262.360 anzuelos en 129 días de operaci3n. El aparejo de pesca utilizado corresponde a un espinel horizontal de fondo con líneas verticales, con 1 a 2 reinales, con un anzuelo, distribuidos de manera escalonada en el vertical y presentando variaciones entre embarcaciones (número de verticales calados y el número de anzuelos por vertical).

Es importante señalar que aproximadamente el 20% de los lances realizados en los cinco viajes no presentaron captura de la especie objetivo (porcentaje superior al registrado en los embarques realizados en 2014 y 2015). Durante la realizaci3n de estos viajes fue posible el registro de la informaci3n georeferenciada del total de lances realizados, los que señalan que en general las actividades extractivas se realizan a partir del quiebre de la plataforma continental (**Figura 24**). Una de las principales características observadas en esta pesquería es la ocurrencia de viajes de pesca de larga duraci3n (la más extensa en cuanto a días fuera de puerto en la pesca artesanal a nivel país), cuya duraci3n en promedio bordea los 26 días.



**Figura 24** Distribuci3n 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 cientifico (OC) y en color rojo los viajes registrados a partir de informaci3n aportada por los armadores en los puertos de desembarques. Per3odo 2014-2016 Fuente IFOP-Armadores.



**Tabla 11**

Resultados operación por zona, registrados en los cinco viajes con personal IFOP embarcado en la flota artesanal de bacalao de profundidad durante 2016.

Mes	Capturas (t)			Número de Lances			dfp * Viaje			Número de Anzuelos		
	Zona			Zona			Zona			Zona		
	2	3	Total	2	3	Total	2	3	Total	2	3	Total
Enero												
Febrero	2,40	6,37	8,77	29	67	96	27	17	44	34.300	73.600	107.900
Marzo	2,75		2,75	35		35	19		19	44.100		44.100
Abril												
Mayo												
Junio												
Julio												
Agosto												
Septiembre		13,10	13,10		103	103		66	66		110.360	110.360
Octubre												
Noviembre												
Diciembre												
Total 2016	5,14	19,47	24,62	64	170	234	46	83	129	78.400	183.960	262.360

Nota: Los indicadores corresponden a viajes con personal IFOP. Fuente bitácoras de pesca IFOP

El número de lances por viaje fluctuó entre 23-80 con un promedio de 47 lances por viaje, asimismo el número de anzuelos oscilo entre los 700-1.680 por lance con un promedio de 1.116 y de 34.000-88.000 por viaje con un promedio 52.000 unidades. Los rendimientos de pesca registraron una gran variación tanto a nivel de viajes como de lances, con valores medios de 105 kg/lance, 190 kg/dfp y 94 g/anz (**Tabla 12** y **Figura 25**). Los viajes que presentaron los mayores valores, independiente de la unidad considerada, fueron aquellos que realizaron actividades extractivas en la zona 3 al oeste y sur-oeste de la isla de Chiloé y que registraron valores promedios de 87, 144 y 110 kg/lance (**Tabla 12** y **Figura 25**). Situación que confirma lo señalado anteriormente en relación a la existencia de un gradiente latitudinal en los niveles de rendimientos de pesca.

En relación al tiempo de duración de los lances de pesca (**Figura 26**) es posible apreciar que estos presentarían una mayor duración en las actividades extractivas realizadas en la zona 3 en comparación a la zona 2, con valores medios de 1,2 y 1,5 días respectivamente, para los lances registrados en 2016 (**Figura 26**)

Los viajes de pesca monitoreados visitaron caladeros ubicados en zonas de pesca muy disimiles y distante entre ellas y que se encuentran relacionadas directamente con el puerto de zarpe de la embarcación monitoreada. Es así, que las embarcaciones que realizaron sus actividades de pesca a partir del puerto de San Antonio desarrollaron sus actividades en un radio no superior a las 100 millas náuticas de este. Por su parte, las naves de Lebu y Quellón concentraron sus actividades al oeste y sur de la isla de Chiloé (**Figura 27**).



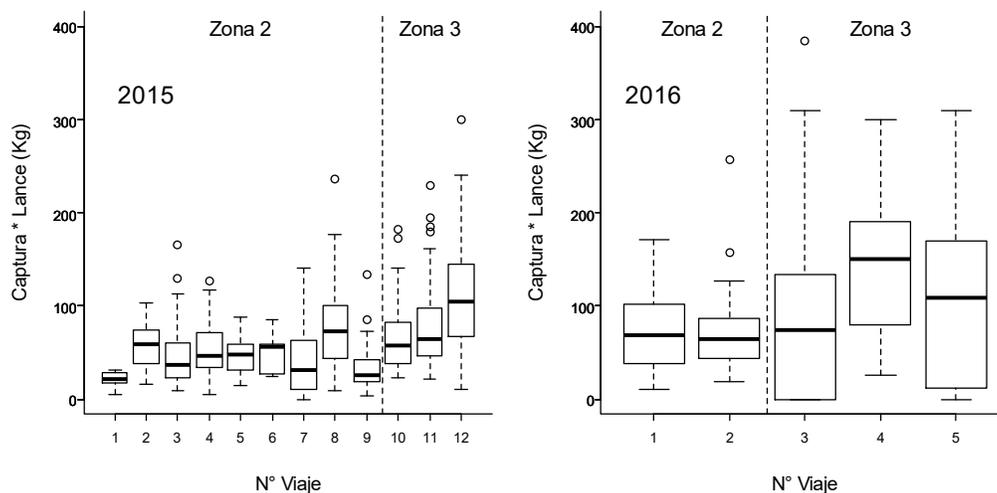
En relaci3n a la profundidad de operaci3n, se observa que sobre el 96% de los lances, donde fue posible el registro de este indicador, el aparejo de pesca oper3 sobre los 1.000 metros (**Figura 28**). Al considerar la zona de operaci3n se observa que la zona 2 present3 profundidades muy similares a las registradas durante el 2015 y que corresponden a actividades de pesca de embarcaciones que tienen como puerto base a San Antonio (**Figura 27**). Asimismo, es posible observar que las operaciones realizadas en la zona 3 presentarían una menor profundidad de operaci3n.

**Tabla 12**

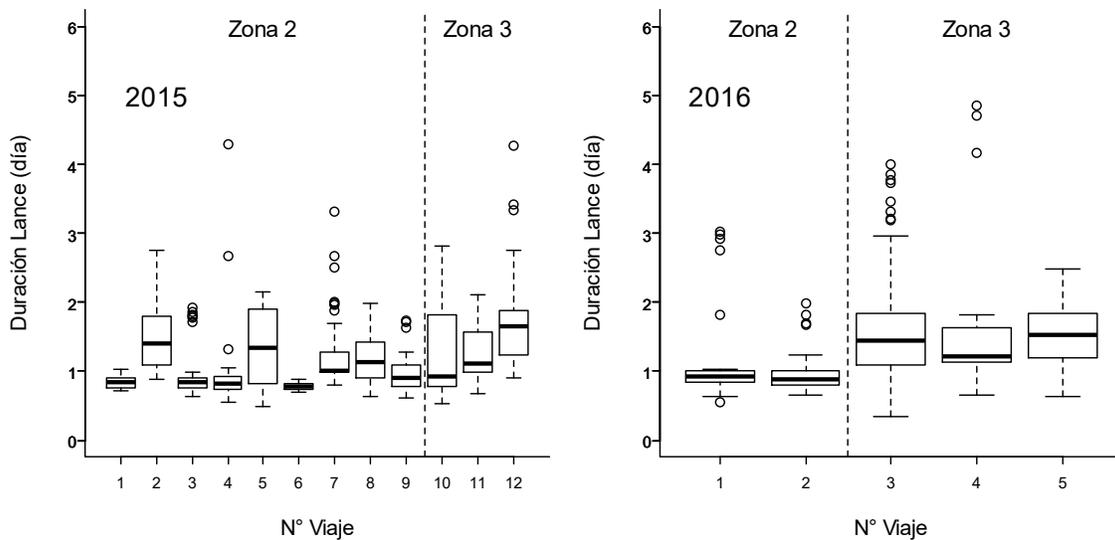
Rendimientos de pesca nominal por zona, registrados en los cinco viajes con personal IFOP embarcado en la flota artesanal de bacalao de profundidad. Temporada 2016.

Mes	Kg/Lance			Kg/dfp			gr/Anzuelo		
	Zona 2	Zona 3	Total	Zona 2	Zona 3	Total	Zona 2	Zona 3	Total
Enero									
Febrero	82,73	95,11	177,84	88,85	374,85	199,35	69,94	86,58	81,29
Marzo	78,44		78,44	144,50		144,50	62,26		62,26
Abril									
Mayo									
Junio									
Julio									
Agosto									
Septiembre		127,18	127,18	198,48		198,48		118,70	118,70
Octubre									
Noviembre									
Diciembre									
Total 2016	80,38	114,54	105,20	111,84	234,61	190,83	65,62	105,85	93,83

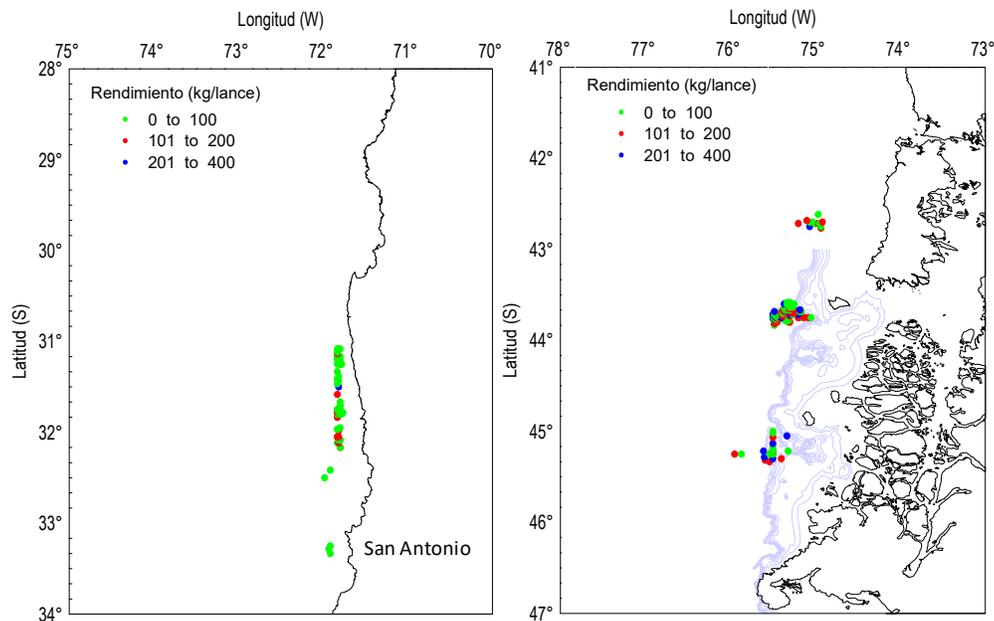
Nota: Los indicadores corresponden a viajes con personal IFOP. Fuente bitácoras de pesca IFOP



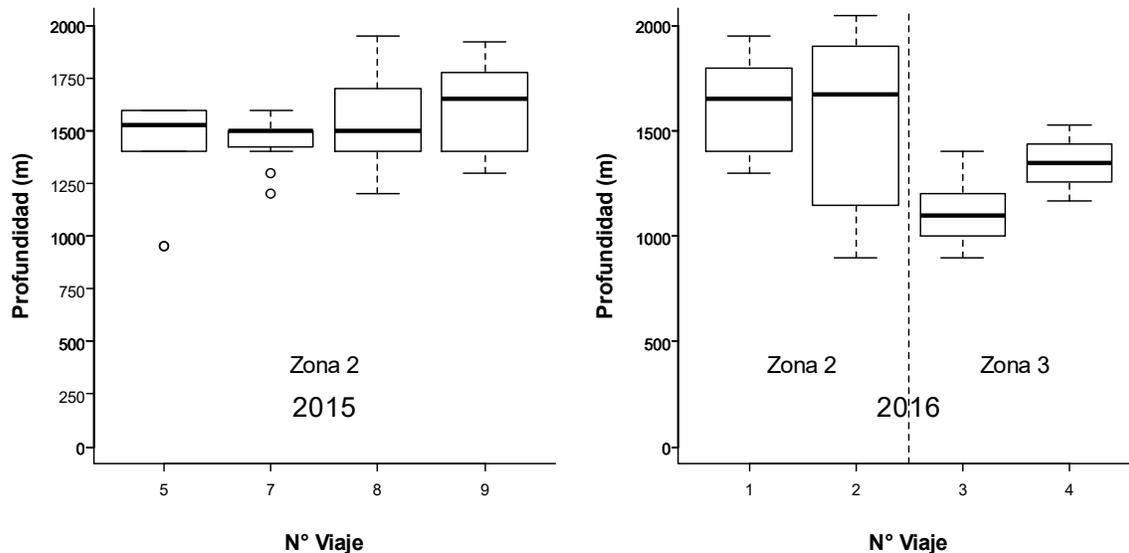
**Figura 25** Rendimiento de pesca (kg/lance) de bacalao de profundidad por zona y viaje con personal IFOP embarcado. Periodo 2015-2016. Fuente bitácoras de pesca IFOP.



**Figura 26** Duración de lances de pesca (días) dirigidos hacia el recurso bacalao de profundidad por zona y viaje con personal IFOP embarcado. Periodo 2015-2016. Fuente bitácoras de pesca IFOP.



**Figura 27** Distribución espacial de los rendimientos de pesca (kg/lance) de bacalao de profundidad en los viajes con embarque de observador científico (OC) realizados en la flota artesanal durante la temporada 2016. Fuente bitácoras de pesca IFOP.



**Figura 28** Profundidad (metros) de operación del aparejo de pesca por zona y viaje con personal embarcado de IFOP. Periodo 2015-2016. Fuente bitácoras de pesca IFOP.

### c) Indicadores pesqueros de acuerdo a información oficial

A continuación, se presenta el análisis histórico de la información oficial de esta flota como complemento al realizado sobre los antecedentes recopilados por este programa de seguimiento en esta pesquería.

La información utilizada comprende el periodo 1997-2016, conteniendo las fechas de recalada, cantidad desembarcada, puerto de desembarque y zona de pesca según las cuadrículas diseñadas por dicho servicio. Se asumió que dicha información contiene el total de los desembarques de bacalao a nivel nacional, es decir, el censo del desembarque. Por lo tanto, los indicadores pesqueros basados en esta información se asumieron como datos conocidos sin error.

El tamaño de la flota artesanal presentó una tendencia descendente a partir de 2007, pasando de 333 a 125 naves en 2015, situación que fue revertida durante la temporada 2016 al registrarse un importante aumento (66%) en el número de embarcaciones que realizaron desembarques de este recurso (208 naves, **Figura 29**). Luego de la fuerte caída del esfuerzo de pesca, expresado como número de viajes, registrada durante 2014 y 2015 como consecuencia del establecimiento de una cuota de captura, este presentó un fuerte aumento durante 2016 cercano al 260% y que significó el máximo valor para el periodo 2006-2016 (**Figura 29**). El rendimiento de pesca (kg/viaje), luego de los leves aumentos observados en 2014 y 2015, presentó una fuerte caída cercana al 55% y que significó registrar el mínimo histórico para este indicador del periodo analizado (**Figura 29**). Por su

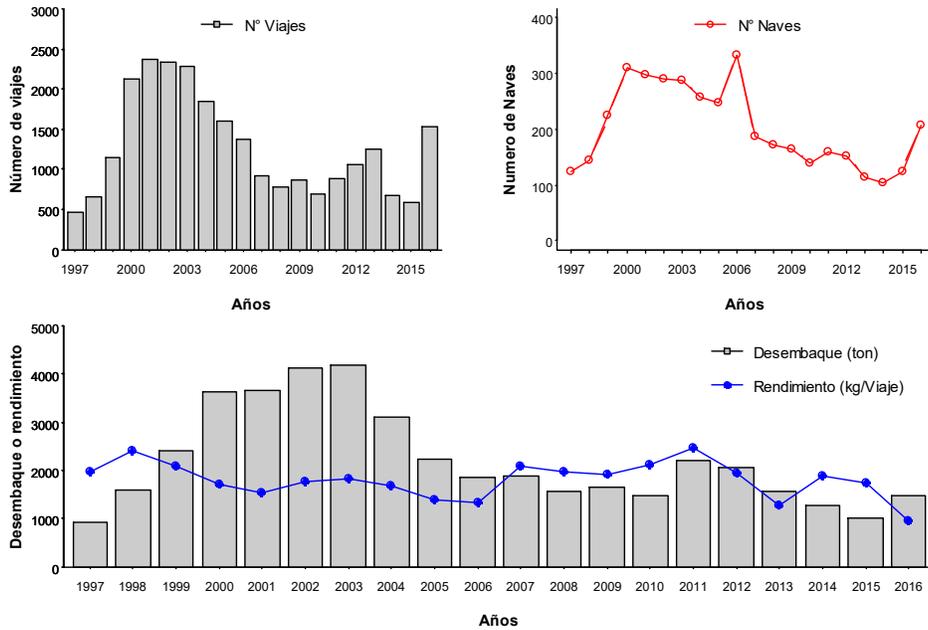


parte, el desembarque nacional registró luego de una sostenida caída a partir de 2011 (como consecuencia del deterioro estado de conservación del recurso y de la fijación de una cuota de captura al norte del área licitada a partir de 2013), registro en 2016 un leve aumento de este indicador debido exclusivamente al aumento de la cuota de captura (**Figura 29**).

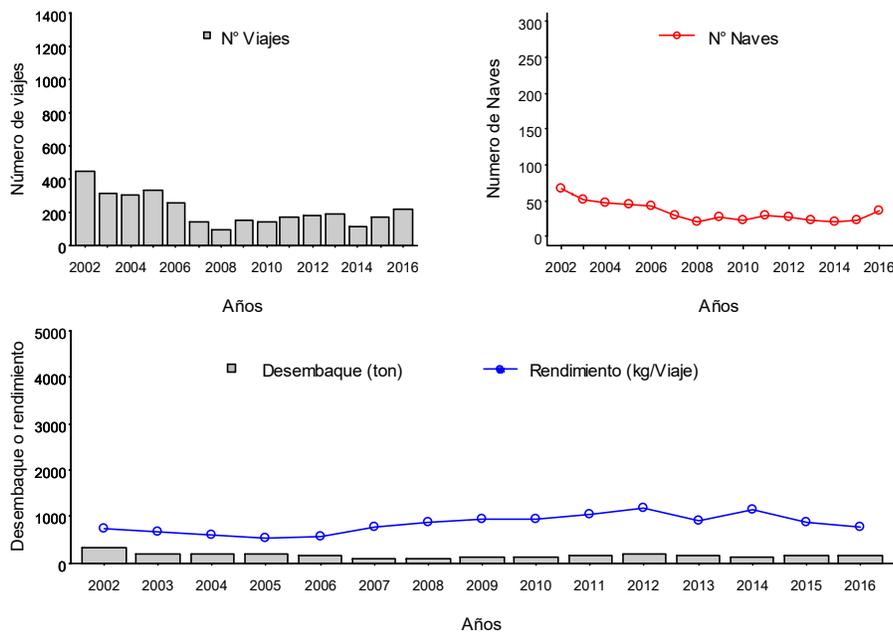
En general, las zonas 1, 2 y 3 registraron desde 2003 al 2010 una caída en la operación de pesca dirigida a bacalao de profundidad, con reducción del número de naves, número de viajes, desembarque y valores de los rendimientos de pesca (**Figura 30**, **Figura 31** y **Figura 32**). Posteriormente, durante los años 2011 y 2012 en las zonas 2 y 3 se observaron en general incrementos, tanto en el desembarque, número de viajes y rendimiento de pesca y que se interpretaron como un nuevo periodo de interés sobre este recurso a una escala nacional (**Figura 31** y **Figura 32**). Sin embargo, la implementación de una cuota de captura a partir de la temporada 2013 repercutió negativamente en los niveles de desembarque y número de viajes, siendo afectada principalmente la zona 3.

El aumento en el valor de cuota de captura establecida para 2016, significó un fuerte aumento de la actividad extractiva sobre este recurso. Registrándose un aumento en los indicadores de esfuerzo de pesca como en los valores de desembarque en las tres zonas (**Figura 31** y **Figura 32**). Lo anterior confirma el fuerte interés que existe por parte de los pescadores para participar de esta pesquería, debido principalmente al alto precio de compra que presenta durante los últimos años.

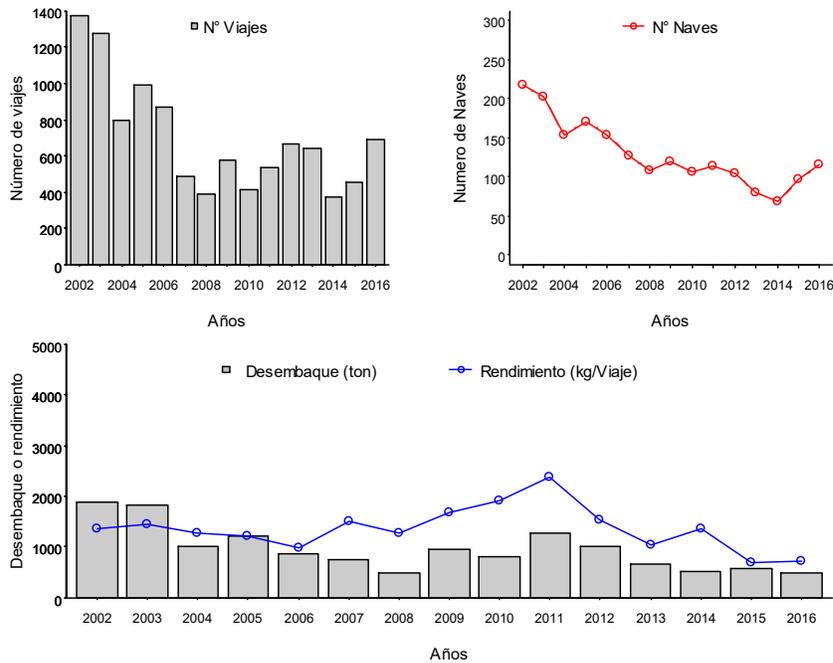
Al comparar los rendimientos de pesca estimados a partir de la información oficial versus los obtenidos con información de IFOP, se observó que en todas las zonas se registraron valores menores en los primeros. No obstante, de igual forma es posible observar el gradiente latitudinal en los valores de rendimientos de pesca mencionado anteriormente (**Figura 30**, **Figura 31**, **Figura 32** y **Figura 33**).



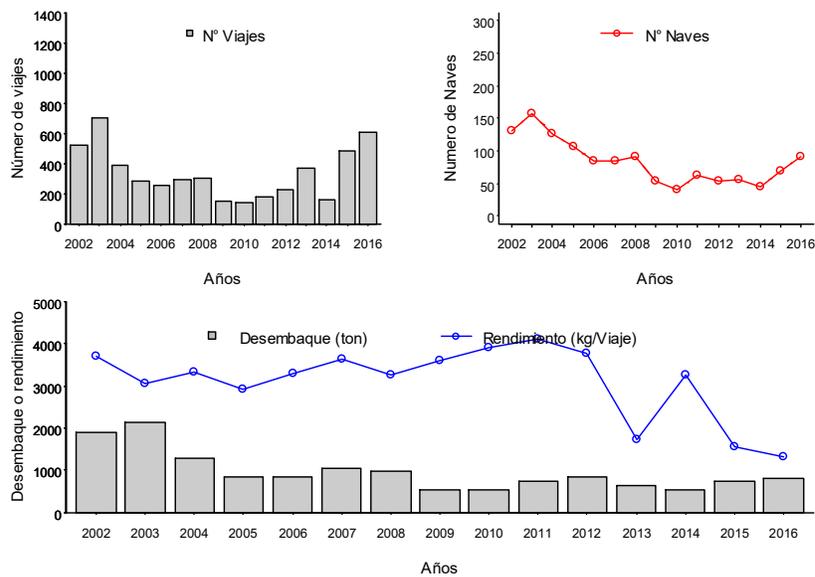
**Figura 29** N3mero de viajes, n3mero de naves, desembaque (t) y rendimiento de pesca (kg/viaje) en bacalao de profundidad en la flota artesanal en aguas nacionales. Perodo 1997- 2016. Fuente Sernapesca.



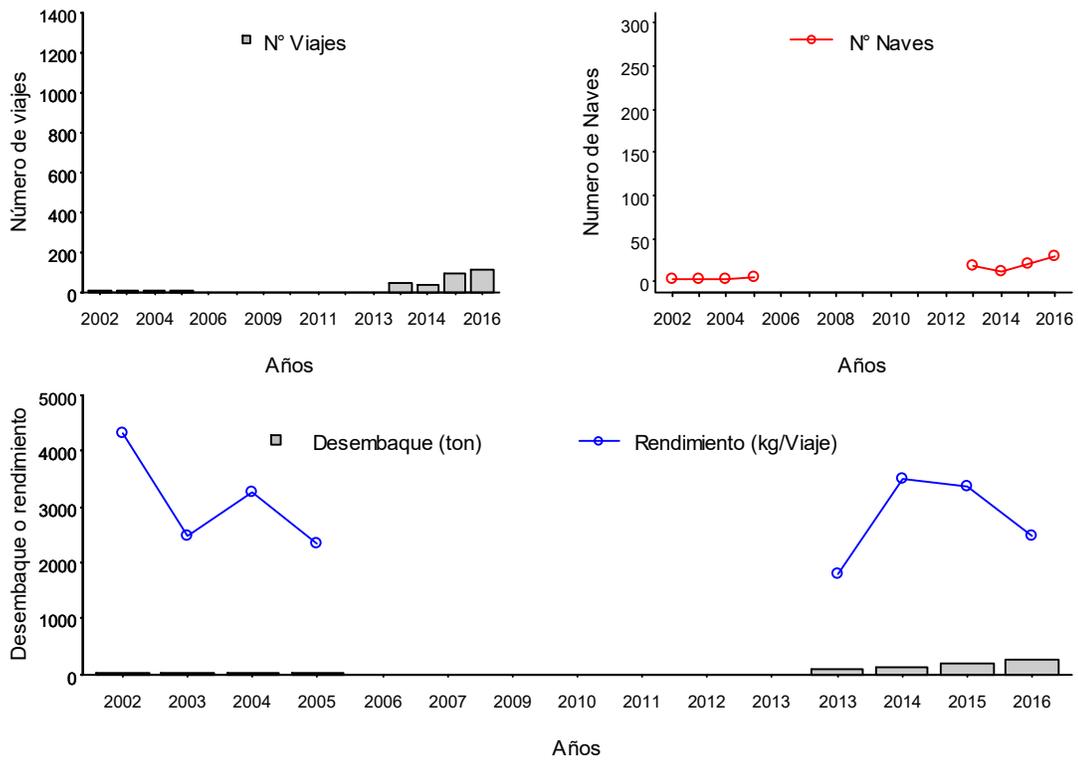
**Figura 30** N3mero de viajes, n3mero de naves, desembaque (t) y rendimiento de pesca (kg/viaje) en bacalao de profundidad para la zona 1, 2001- 2016. Fuente Sernapesca.



**Figura 31** Número de viajes, número de naves, desembarque (t) y rendimiento de pesca (kg/viaje) en bacalao de profundidad (flota artesanal) para la zona 2, 2001- 2016. Fuente Sernapesca.



**Figura 32** Número de viajes, número de naves, desembarque (t) y rendimiento de pesca (kg/viaje) en bacalao de profundidad (flota artesanal) para la zona 3, 2002- 2016. Fuente Sernapesca.



**Figura 33** Número de viajes, número de naves, desembarque (t) y rendimiento de pesca (kg/viaje) en bacalao de profundidad (flota artesanal) para la zona 4, 2002- 2016. Fuente Sernapesca.



## 5.2.2 Indicadores biológicos

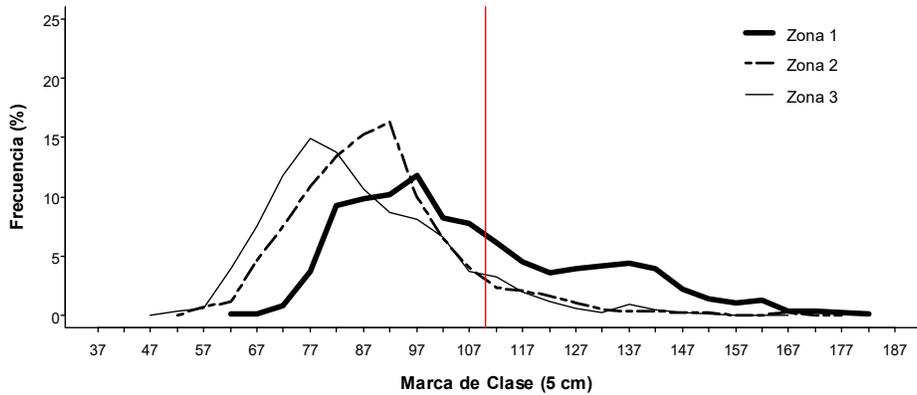
### 5.2.2.1 Composición de talla de las capturas

#### a) Estructura de talla

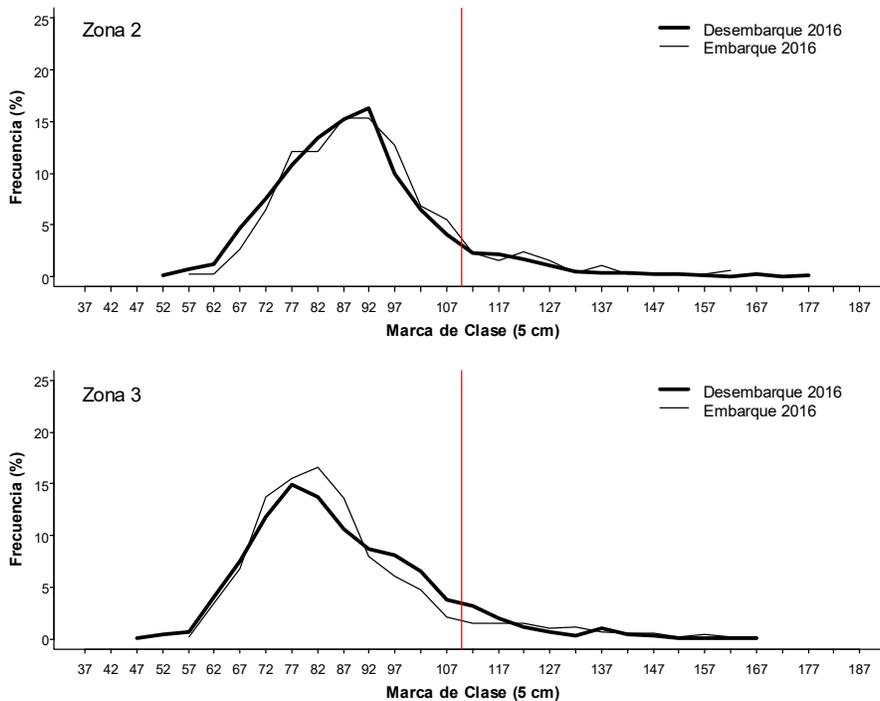
Durante el año 2016, la composición de tallas de los desembarques de bacalao de profundidad en las zonas 2 y 3 presentaron una distribución unimodal con una fuerte asimetría positiva (**Figura 34**), no presentando diferencias de acuerdo al lugar de muestreo (embarcado y en desembarque, **Figura 35**). Estos resultados son similares a los observados en temporadas anteriores y situadas entre los 77-92 cm y 72-87 cm, respectivamente (**Figura 37** y **Figura 38**). El indicador de la talla media se situó en los 89,7 y 86,4 cm, con una participación de ejemplares menores a la talla referencial de madurez sexual (110 cm) de 90 y 91%, respectivamente (**Tabla 13**). Por su parte, la composición de tallas en la zona 1 presentó una forma multimodal, con una moda principal situada entre los 82-107 cm (**Figura 34**), con un valor de talla media de 107 cm y una participación de 62% de ejemplares juveniles, muy similares a los observados durante 2015 (**Figura 36**). A diferencia de lo registrado en 2015 no fue posible el muestreo de ejemplares provenientes de la zona 4 o área licitada.

A nivel histórico, no se observan en los últimos años cambios importantes en las estructuras de tallas en las zonas 1, 2 y 3 (**Figura 36**, **Figura 37** y **Figura 38**), manteniéndose la histórica característica juvenil de los ejemplares desembarcados a nivel nacional. Esta situación se hace más evidente al observar los valores de tallas medias anuales y mensuales en los desembarques (**Figura 40** y **Figura 41**).

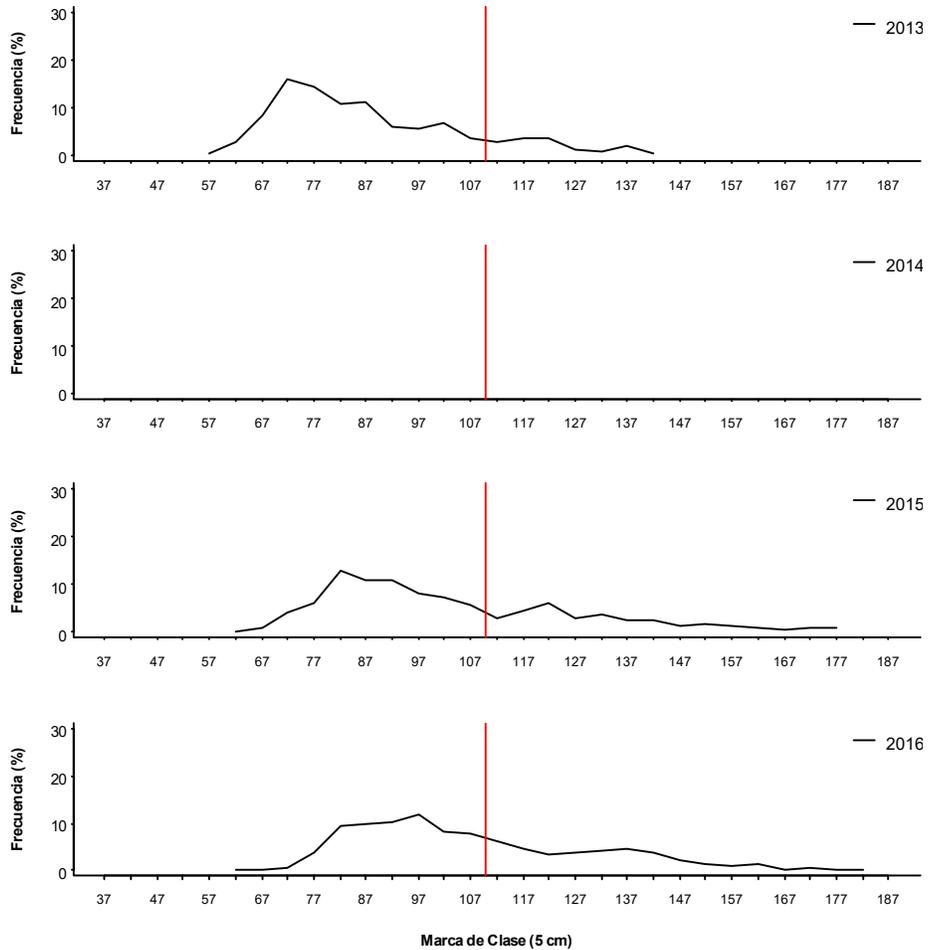
Como se mencionó anteriormente, durante la temporada 2016 se concretaron cinco viajes de pesca con personal IFOP embarcado, desde los puertos de San Antonio, Lebu y Quellón. Durante estos viajes, se muestrearon un total de 2.911 ejemplares (máximo histórico para este programa de monitoreo) y que representaron la totalidad de los ejemplares capturados, es decir, el muestreo realizado fue de tipo censal. Al respecto, las estructuras de tallas muestran, en general, una moda y forma muy similar entre ellas y a las observadas en los desembarques muestreados de 2016 (similar a lo registrado en 2015, **Figura 39**). Y donde las estructuras de la zona 3 no han presentado mayores variaciones durante el periodo 2013-2016. Esta situación ratifica la información de campo, en relación a que en esta pesquería no existirán procesos de descarte o selección de ejemplares.



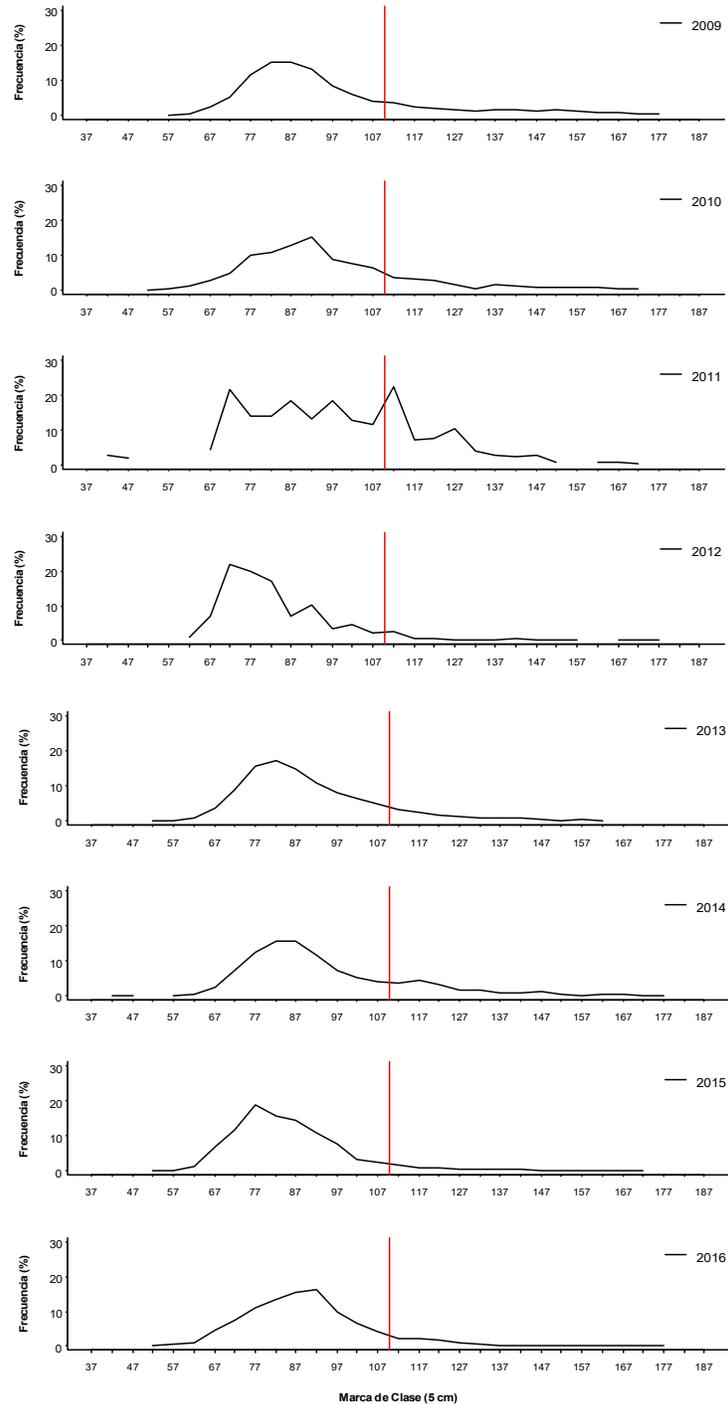
**Figura 34** Distribución de frecuencia de talla de bacalao de profundidad en la flota artesanal por zona. Período 2016. Línea roja indica la talla de madurez sexual (110 cm). Fuente muestreos de longitud IFOP



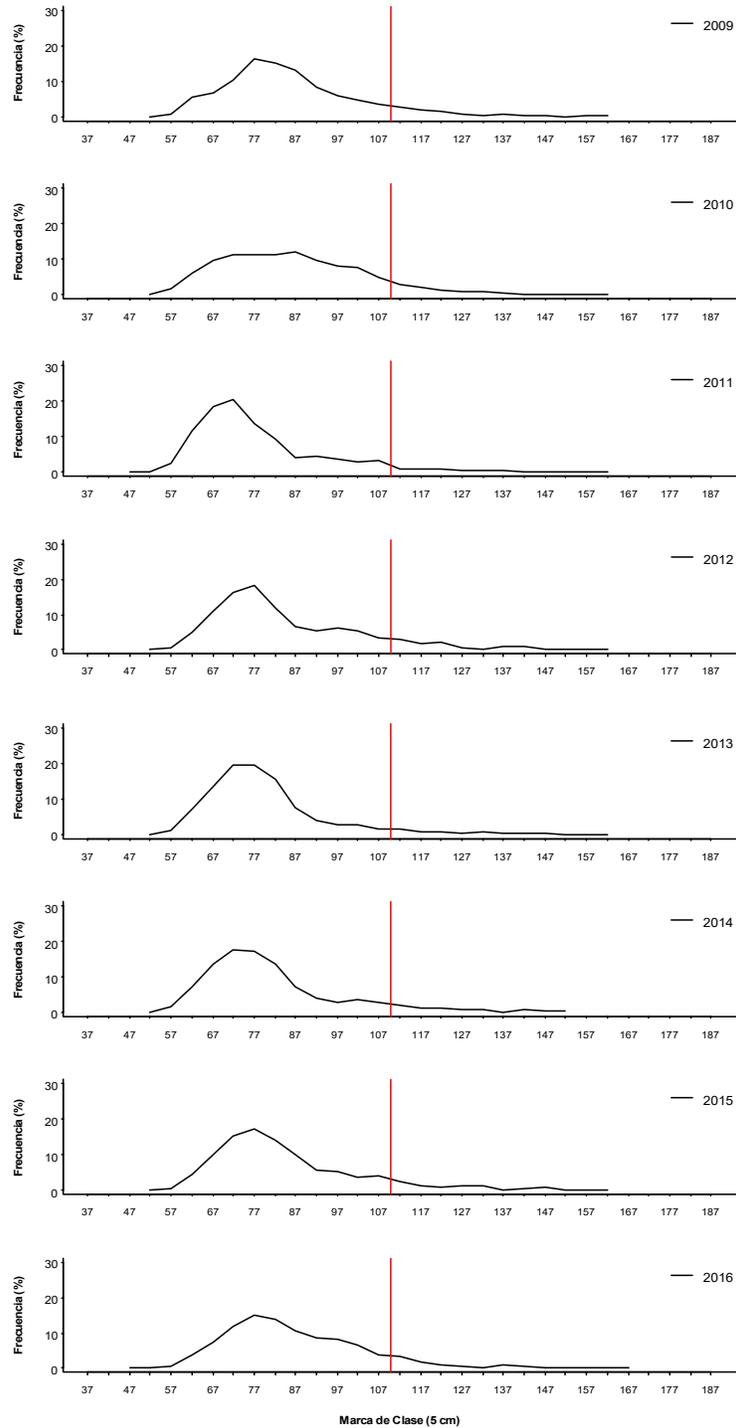
**Figura 35** Distribución de frecuencia de talla de bacalao de profundidad en la flota artesanal por lugar de muestreo (embarque o desembarque) por zona. Período 2016. Línea roja indica la talla de madurez sexual (110 cm). Fuente muestreos de longitud IFOP.



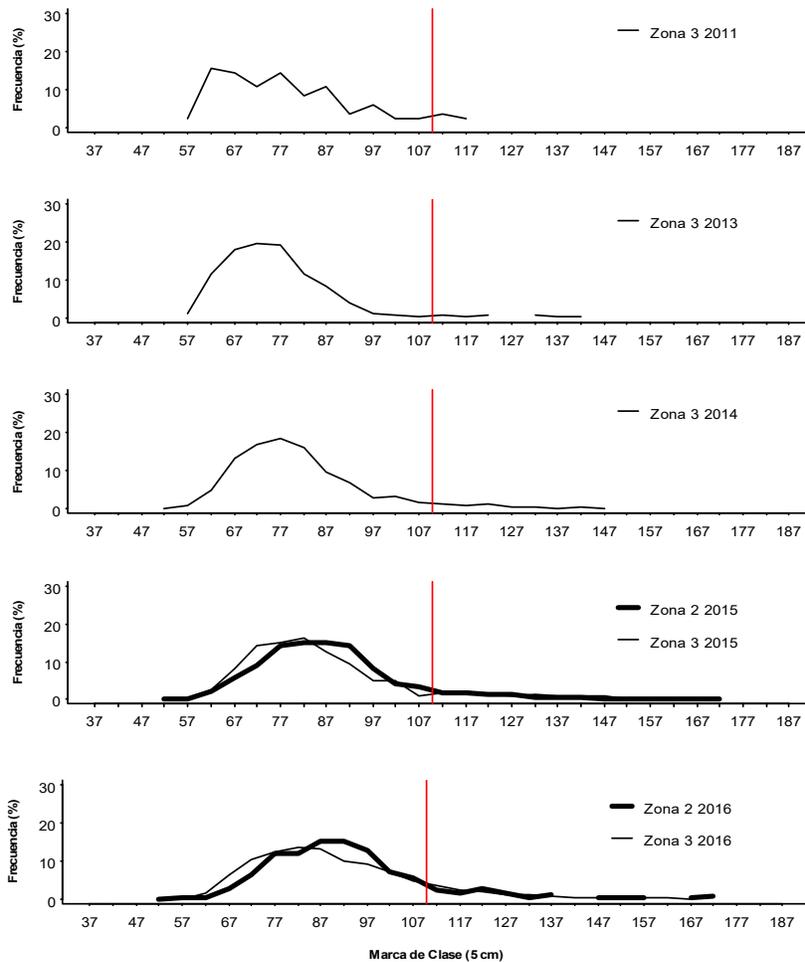
**Figura 36** Distribución de talla de bacalao de profundidad de la flota artesanal en la zona 1. Línea roja indica la talla de madurez sexual (110 cm). Período 2013-2016. Fuente muestreos de longitud IFOP.



**Figura 37** Distribuci3n de talla de bacalao de profundidad de la flota artesanal en la zona 2. Lnea roja indica la talla de madurez sexual (110 cm). Perodo 2009-2016. Fuente muestreos de longitud IFOP.



**Figura 38** Distribución de talla de bacalao de profundidad de la flota artesanal en la zona 3. Línea roja indica la talla de madurez sexual (110 cm). Período 2009-2016. Fuente IFOP.



**Figura 39** Distribuci3n de frecuencia de talla de bacalao de profundidad en los embarques realizados por personal IFOP en la flota artesanal que opero en las zonas 2 y 3. Lnea roja indica la talla de madurez sexual (110 cm). Perodo 2011-2016. Fuente muestreos de longitud IFOP.

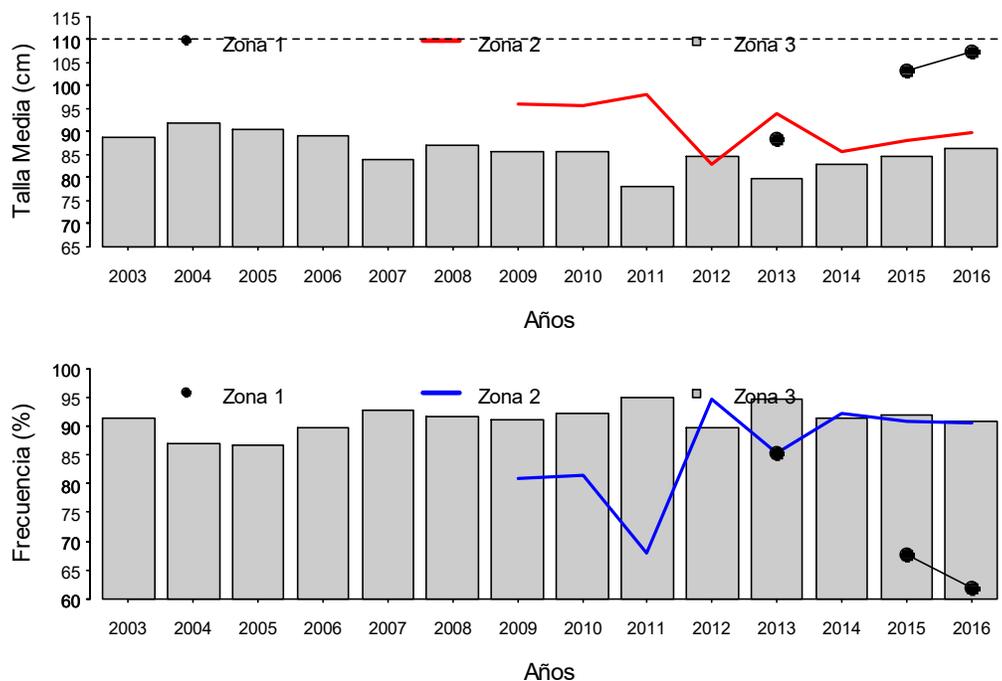
## b) Talla media

A partir de 2005, la talla media en los desembarques provenientes de la zona 3 experiment3 un leve pero constante descenso, pasando de 90,6 cm en el 2005 a 84,7 cm en 2011. Posteriormente, se observa una leve tendencia ascendente que continuo durante 2016, con un valor de 86,4 cm (**Figura 40 y Tabla 13**). En la zona 2 se registr3 un valor de 89,7 cm, que representa una leve alza en relaci3n a 2015, pero manteni3ndose bajo los valores registrados antes de la temporada 2012 (**Figura 40 y Tabla 13**). Por su parte, la zona 1 registr3 un m3ximo hist3rico con un valor de 107 cm, encontr3ndose muy cercana a la talla de madurez sexual (110 cm, **Figura 40, Figura 41 y Tabla 13**).



Al igual que lo señalado anteriormente para el indicador de rendimiento de pesca, es posible observar un gradiente latitudinal en la longitud de los ejemplares capturados. Donde los ejemplares de menores tallas son aquellos capturados en la zona 3 y los de mayor tamaño en la zona 1, en tanto que los ejemplares en la zona 2 representan tamaños intermedios (**Figura 40**). Por otra parte, al considerar las variaciones mensuales para el indicador de talla media es posible observar la misma situación descrita anteriormente, a pesar de la gran variabilidad que esta presenta a través del año (**Figura 41**).

La participación de ejemplares juveniles en la zona 3 registró a partir del año 2005 un aumento leve, pero constante, representando el 91% de las capturas durante el año 2016 (**Figura 40 y Tabla 13**), mientras que en la zona 2 se registró un valor muy similar a lo registrado durante la temporada 2015 (92%) y que mantiene, en general, la tendencia al alza registrada a partir de 2012. Como era esperable, la zona 3 presentó una menor, pero importante, presencia de ejemplares juveniles (62%, **Figura 40 y Tabla 13**).



**Figura 40** Valores históricos de talla media (cm) y porcentaje de ejemplares bajo la talla de 110 cm en bacalao de profundidad en la flota artesanal por zona (ambos sexos), periodo 2003 - 2016. Fuente muestreos de longitud IFOP.

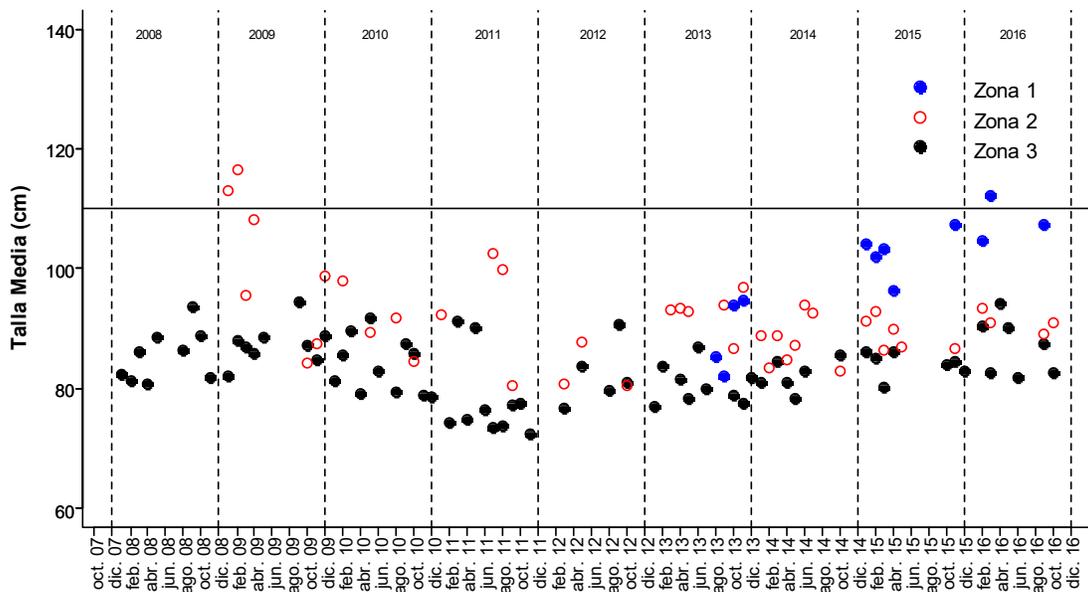


**Tabla 13**

Talla media anual, porcentaje de ejemplares bajo la talla de madurez sexual y número de ejemplares de bacalao de profundidad por zona. Periodo 2005– 2016.

Años	Zona 1					Zona 2					Zona 3				
	TM cm	D. S.	% TMS	D. S.	n	TM cm	D. S.	% TMS	D. S.	n	TM cm	D. S.	% TMS	D. S.	n
2005											90,61	3,72	86,6	0,04	1.520
2006											89,18	4,30	89,72	0,05	1.172
2007											83,78	2,44	92,81	0,03	1.479
2008											86,86	3,10	91,61	0,03	1.049
2009						95,81		80,81		719	85,64	2,84	91,06	0,03	2.829
2010						95,73	4,11	81,54	0,04	678	85,57	1,70	92,24	0,02	3.873
2011						97,92	6,81	67,98	0,06	221	78,09	2,04	94,99	0,03	3.075
2012						82,99	3,68	94,61	0,04	663	84,69	2,96	89,71	0,03	1.527
2013	88,55	2,56	85,26	0,070	354	93,88	2,30	85,37	0,03	1.314	79,8	1,56	94,64	0,02	3.035
2014						85,76	1,57	92,18	0,02	4.432	82,89	1,89	91,49	0,02	2.999
2015	103,21	5,79	68,51	0,05	498	87,95	1,99	90,79	0,03	3.203	84,74	2,65	91,81	0,04	2.610
2016	107,49	4,83	61,91	0,01	1.210	89,76	1,98	90,53	0,02	5.670	86,43	1,89	90,79	0,02	4.157

Nota TM = Talla Media (cm) y TPMS = Talla Primera Madurez Sexual (110 cm). Fuente muestreos de longitud IFOP

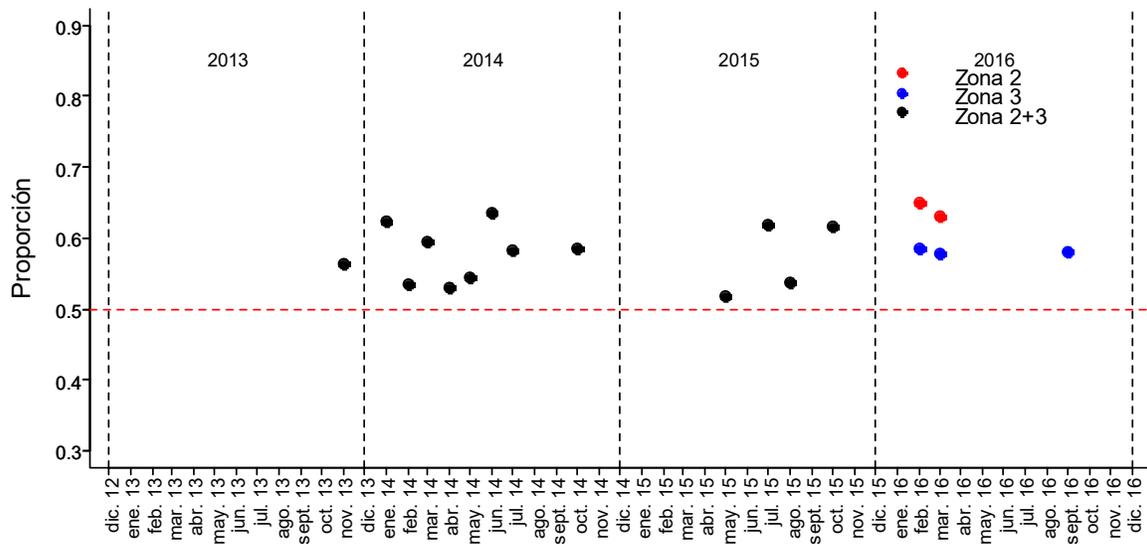


**Figura 41** Distribución de la talla mensual media (cm) del recurso bacalao de profundidad capturado por la flota artesanal por zona. Ambos sexos. Periodo 2008 – 2016. Línea negra continua horizontal representa talla de referencia de madurez sexual Fuente muestreos de longitud IFOP.



### 5.2.2.2 Proporción sexual

La actividad de muestreo realizada en los ejemplares al momento del desembarque no ha permitido registrar históricamente el sexo en los ejemplares, lo anterior como una consecuencia del proceso de eviscerado al que son sometidos al momento de la captura. No obstante, a partir de los ejemplares muestreados en los cinco viajes de pesca con personal IFOP durante 2016. Fue posible observar que, independiente de la zona extractiva, las hembras presentaron en general una mayor presencia en las capturas. Con valores que fluctuaron entre el 57 y 65 % y un valor medio de 61%. Esta característica también fue observada a nivel mensual, ratificando lo observado en los embarques realizados durante las temporadas 2014 y 2015 (**Figura 42**).



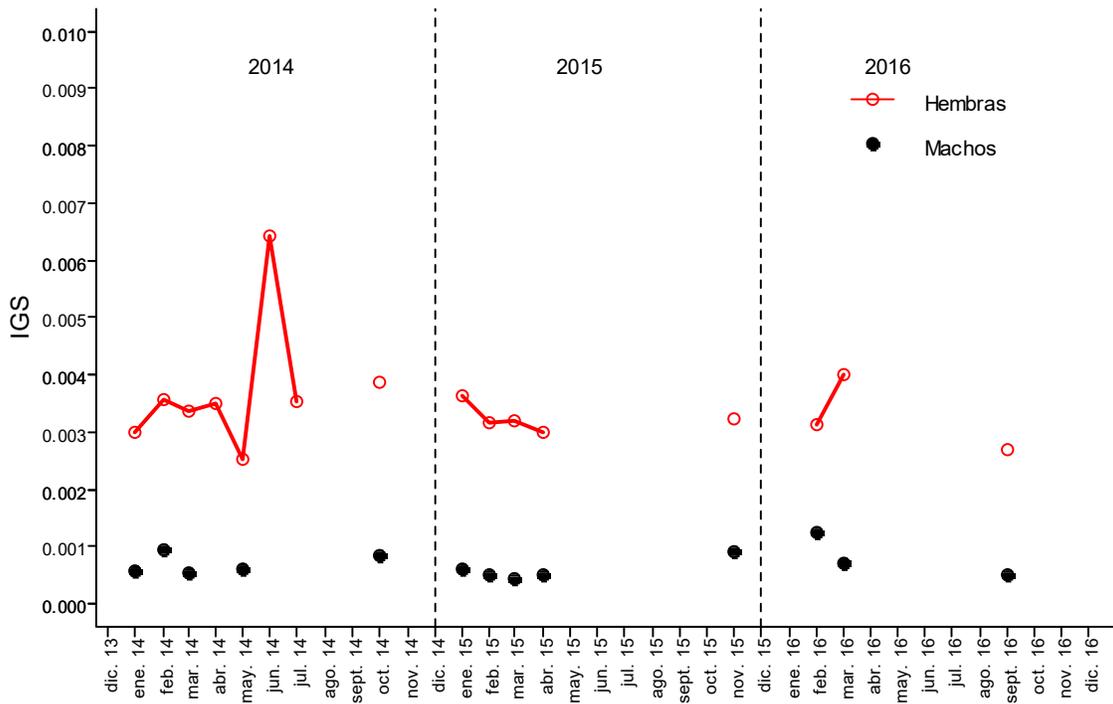
**Figura 42** Proporción de hembras mensual en las capturas monitoreadas de bacalao de profundidad en actividades de pesca artesanal. Periodo 2013 - 2016. Fuente muestreos biológicos IFOP.



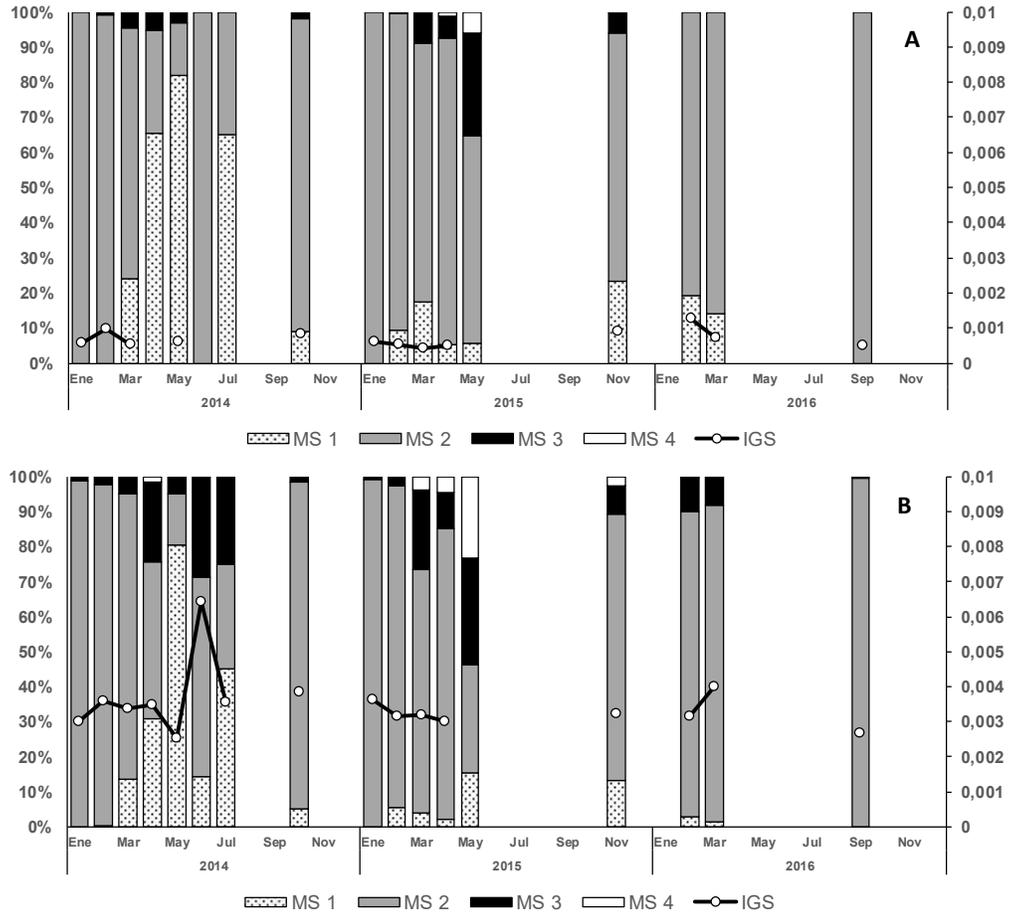
### 5.2.2.3 Condici3n reproductiva

#### a) 3ndice gonadosom3tico

La actividad reproductiva representada por el 3ndice gonadosom3tico (IGS) al igual que en temporadas anteriores no registr3 ning3n tipo de aumento durante los meses observados tanto en machos como en hembras (**Figura 43**), situaci3n que coincide con la participaci3n de los EM (**Figura 44**).



**Figura 43** 3ndice gonadosom3tico (IGS) de bacalao de profundidad por sexo al norte del 47°00'L.S. Perodo 2014-2016. Fuente muestreos biol3gicos IFOP.



**Figura 44** Variaci3n mensual de los estados de madurez macrosc3picos por sexo de bacalao de profundidad al norte del 47°00' L.S. Perodo 2014-2016. Fuente muestreos biol3gicos IFOP.



#### 5.2.2.4 Composición de edad del desembarque

El plan de muestreo, dentro de la actividad rutinaria de recolección de información, logró obtener un soporte de Muestreo de Longitud al azar de  $\approx 4,2$  mil registros de tallas y contó con  $\approx 1,7$  mil pares de otolitos (**Tabla 14**), distribuidos en seis meses, en donde se puede diferenciar muestreo procedente de la pesquería demersal centro-sur y sur- austral (PCS-PDA) que es el muestreo habitual que se ha venido recolectando de forma histórica más un muestreo especial que se ha incorporado desde 2015, el cual corresponde a la pesca artesanal que se realiza al sur del paralelo 47°LS (Área Licitada).

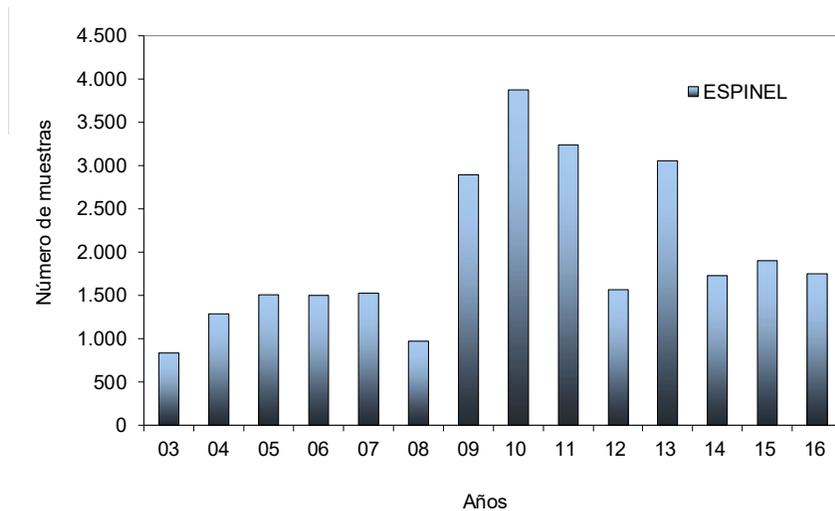
En la **Figura 45** se presenta la serie histórica de muestras recopiladas durante el período 2003 – 2016. Es característico en esta pesquería no tener acceso a muestreo separado por sexo, debido a que los ejemplares llegan eviscerados al momento de ser desembarcados.

**Tabla 14**

Otolitos recolectados en la pesquería artesanal de bacalao de profundidad, durante el 2016.

MES	Bacalao de profundidad Espinel	
	al N 47° LS	al S 47° LS
E		
F		
M	444	
A		124
M		156
J		86
J		
A		
S	564	
O	267	101
N		
D		
TOT	1.275	467

Fuente muestreos biológicos IFOP.



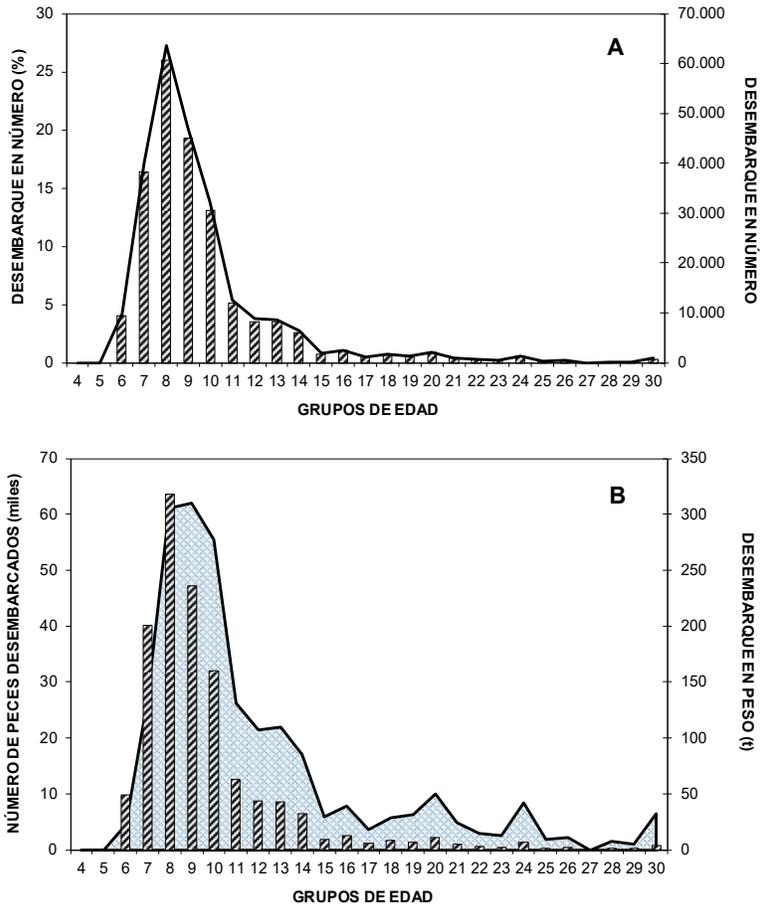
**Figura 45** Número de muestras de estructuras duras recolectadas en bacalao de profundidad en la pesquería artesanal durante el período 2003 - 2016. Fuente muestreos biológicos IFOP.

#### a) Estructura de edad del desembarque

La distribución de tallas empleada en los procesos del año 2016 está sustentada en 4.157 registros, presenta la clase de talla modal en los 77 cm, similar a lo registrado en 2012 – 2015, dentro de un rango 47 – 167cm. La descomposición del desembarque por clases de tallas se realiza por lo tanto para ambos sexos en común, correspondiendo a 240.827 ejemplares.

Si bien este recurso tiene una amplia estructura de edades en las capturas (VI a XXX+), estas se han concentrado en GE jóvenes. Considerando los GE que contribuyen con un aporte de al menos en un 5% a la estructura, se presenta sustentada en el año 2016 en 80 % por cinco grupos de edad (GE VII a XI) con moda en el **GEVIII (Figura 46, Anexo 2, Tabla 1)**, clasificando esta moda en la estructura de la pesca como sumamente joven.

En desembarque en peso por grupos de edad (**Figura 46**) se aprecia que la pesca artesanal tiene el efecto de acceder concentradamente a un tramo de edades jóvenes de los bacalaos de profundidad. Se extrae intensamente la pesca de grupos jóvenes, en cambio los adultos de mayor edad (>13 años) están escasamente representados. Como ejemplo se puede mencionar que las clases anuales de 2007 y 2008, las cuales están representadas como GE VIII y IX en la pesca 2016, aportan 615 toneladas y corresponde a dos clases anuales sosteniendo el 34% de la cifra total de desembarque de ese año (1.837 t).



**Figura 46** A: Composici3n del desembarque en nÚmero (línea) y porcentaje (barras) por grupos de edad de bacalao de profundidad para el área sur-austral, 2016. B: Desembarque en peso (línea) y nÚmero de peces desembarcados (barras) por grupos de edad de bacalao de profundidad para el área sur-austral. Temporada 2016. Fuente muestreos biol3gicos IFOP, contrastados con informaci3n oficial de Sernapesca.



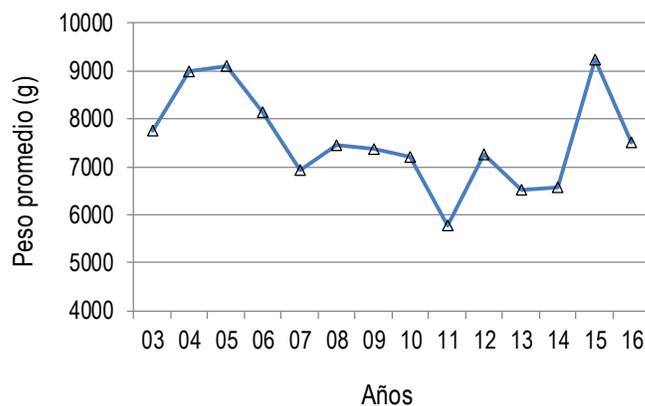
## b) Relaci3n peso - longitud

Para el proceso de conversi3n de la captura en peso a n3mero de individuos se emple3 la relaci3n entre el peso total y la longitud de los individuos ajustada por m3todos lineales de forma similar a lo indicado precedentemente.

En el muestreo de la pesca artesanal no se tuvo acceso a registrar el peso total de los ejemplares muestreados con posici3n geogr3fica (s3lo se accedi3 a pesca eviscerada) por lo que, en la conversi3n de captura en peso artesanal a n3mero de individuos, se emple3 la relaci3n peso-longitud sin separar por sexos que se obtuvo con el peso total de los ejemplares que procedían del muestreo del desembarque industrial (**Tabla 35**).

En la pesca artesanal el peso promedio de los ejemplares present3 tendencia hist3rica desde 2005 a 2011 en descenso, registrándose en 2011 el peso promedio m3s bajo en los ejemplares extraídos por la pesca (5,8 kg). En los ańos 2012 a 2014 este present3 valores cercanos a los 7 kg, observándose que en el ańo 2015 ascendió considerablemente (**Figura 47**) alcanzando 9,2 kg y en 2016 desciende tomando valores similares a ańos anteriores levemente superior a los 7 kg.

Si se compara los valores obtenidos para el ańo 2016 de peso promedio de los ejemplares en la pesca extraída artesanalmente (7,5 kg), con el peso promedio de la pesca industrial, se presenta que este registro est3 por debajo de los pesos promedios de los ejemplares capturados por la flota industrial cuyo valor promedio en este mismo ańo se presenta entre 13K-16 kg, seg3n se trate de ejemplares machos o hembras, respectivamente, lo que da cuenta del tramo a que acceden en cada actividad seg3n el arte en uso.



**Figura 47** Pesos promedios (g) de bacalao de profundidad en el desembarque artesanal. Serie hist3rica 2003–2016. Ambos sexos. Fuente muestreos biol3gicos IFOP.

**c) Error de las estimaciones de la captura en n3mero por grupos de edad**

En la estructura etaria artesanal, los grupos de edades en que se sit3a mayormente el desembarque en n3mero de individuos, con presencia en la estructura por sobre el 5%, muestran que el coeficiente de variaci3n (CV) de la estimaci3n oscila entre 4 y 14%. En la **Tabla 15**, se presenta el desembarque en n3mero de individuos, por grupos de edad, varianza (var) y coeficiente de variaci3n (CV), en el desembarque de bacalao de profundidad, durante el 2016.

**Tabla 15**  
N3mero de individuos por grupos de edad, varianza (var) y coeficiente de variaci3n (CV), en el desembarque de bacalao de profundidad. Temporada 2016.

GE	ARTESANAL		
	AMBOS		
	N°	VAR	CV
IV			
V			
VI	9.807	933.307	0,0985
VII	40.095	3.672.874	0,0478
VIII	63.541	6.452.957	0,0400
IX	47.121	6.638.084	0,0547
X	32.085	5.434.909	0,0727
XI	12.629	3.083.359	0,1390
XII	8.701	1.976.668	0,1616
XIII	8.598	2.035.088	0,1659
XIV	6.379	1.536.969	0,1943
XV	1.796	440.682	0,3697
XVI	2.561	601.505	0,3029
XVII	1.064	281.325	0,4983
XVIII	1.597	390.247	0,3911
XIX	1.346	303.445	0,4093
XX	2.161	404.556	0,2943
XXI	988	205.948	0,4595
XXII	658	152.829	0,5944
XXIII	478	77.659	0,5835
XXIV	1.335	167.028	0,3061
XXV	284	38.675	0,6930
XXVI	412	90.916	0,7312
XXVII			
XXVIII	180	12	0,0191
XXIX	188	36.192	1,0119
XXX+	823	71.139	0,3240
TOTAL	244.827	7.378.870	

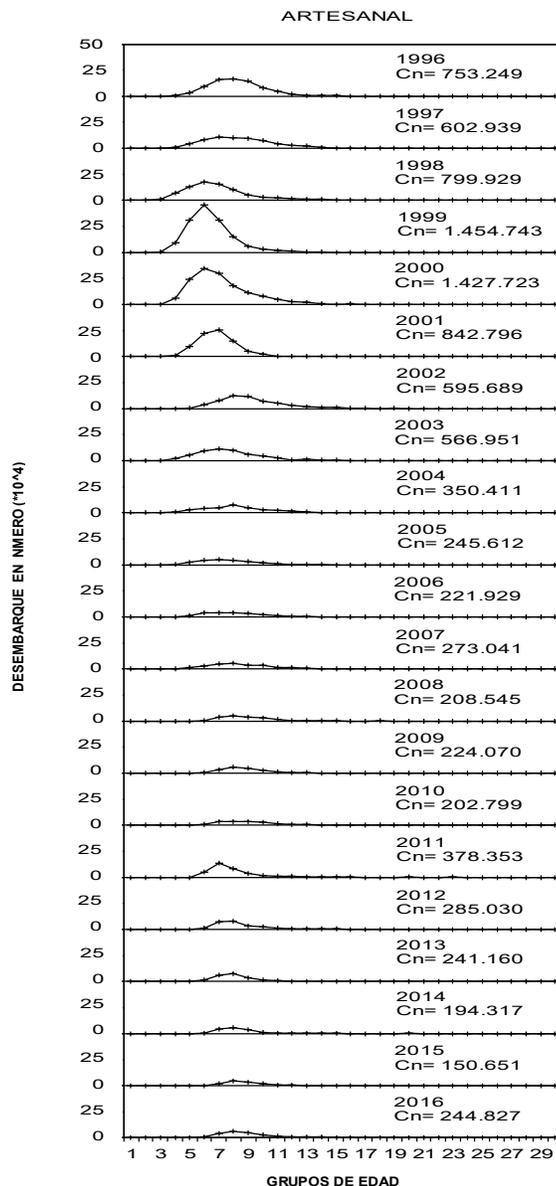
**d) Serie Hist3rica 1996 – 2016**

En la serie artesanal, se aprecia que su captura accede hist3ricamente a la fracci3n de ejemplares m3s j3venes, encontr3ndose el m3ximo desembarque en n3mero de ejemplares durante 1999. En general se observa en la secuencia de a3os (**Figura 48**) el cambio en la intensidad en la pesquer3a artesanal en n3mero de peces desembarcados. Se aprecia el particular el cambio en la estructura que se experiment3 en el a3o 2011, focaliz3ndose la moda en peces m3s j3venes que en a3os

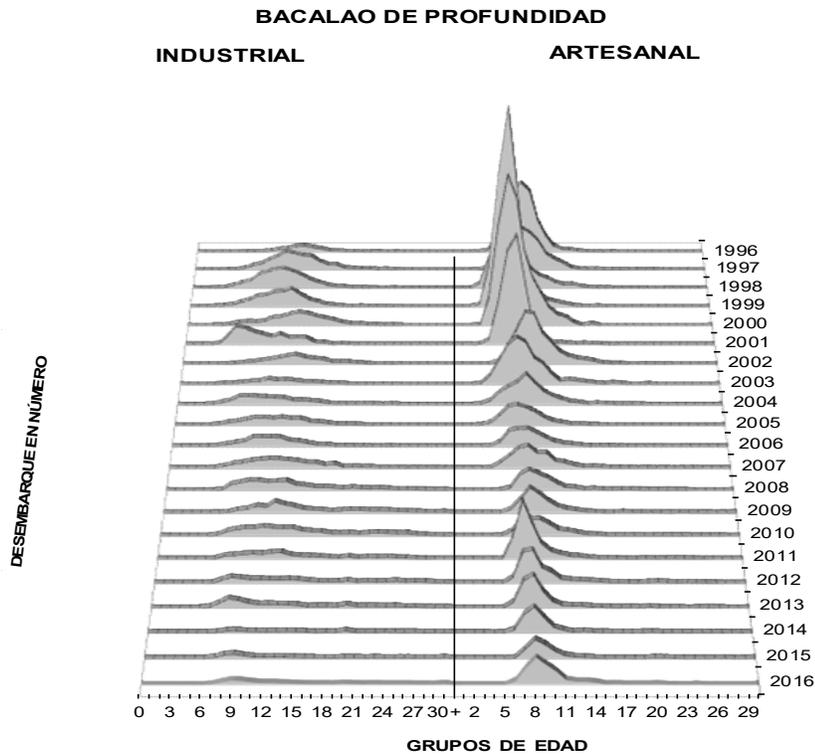


anteriores. En los últimos años se destaca grupo modal en GEVII en 2011; en GEVII-VIII en 2012-2013 y en GE VIII en los tres últimos años de la serie.

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 49** y presentan en la actualidad en 2015 una relación 1:2 en desembarque según número de ejemplares y 1:2,7 en 2016.



**Figura 48** Composición del desembarque en número de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquería demersal artesanal. Período 1996 - 2016.



Año	Desembarque en Número	
	Pesquería Industrial	Pesquería 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

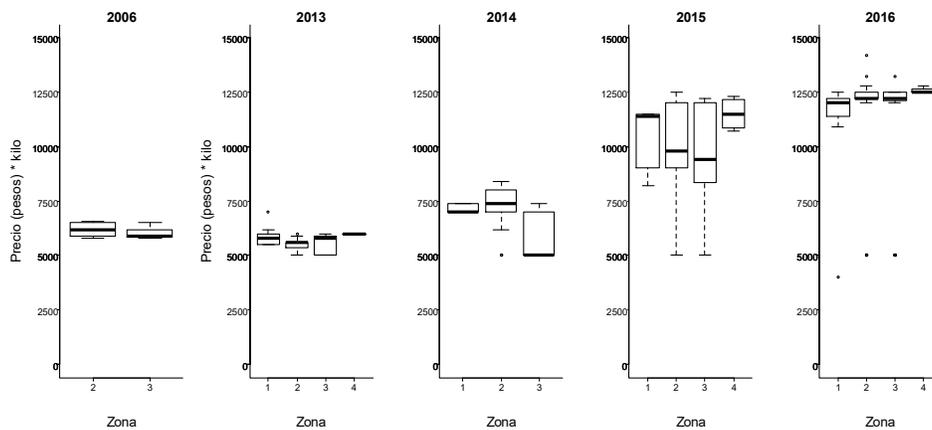
**Figura 49** Composición del desembarque en número de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, en la pesquería demersal industrial y artesanal. Periodo 1996 - 2016.



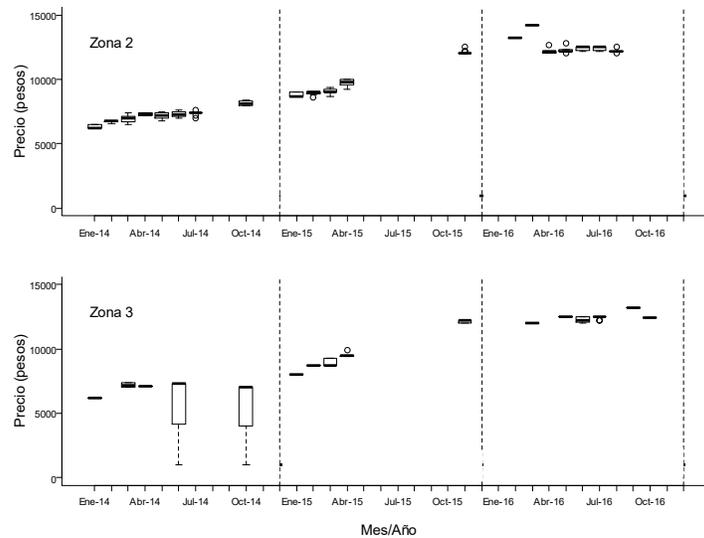
### 5.2.3 Indicadores ecosist3micos

#### a) Precio de comercializaci3n

Al considerar el precio de primera comercializaci3n, es decir, el valor que recibe el capit3n o armador por parte de los intermediarios o de las empresas. Es posible observar a partir de 2014 una fuerte tendencia ascendente de este indicador, pasando de un valor medio de \$5.500 en 2013 a \$11.500 en 2016 (**Figura 50**). A diferencia de a3os anteriores no se observ3 un aumento del precio de este recurso durante el transcurso del a3o. Por el contrario, fue posible registrar que el precio se mantuvo relativamente alto en todos los meses de 2016 por sobre los \$11.000 pesos por kilo (**Figura 51**).



**Figura 50** Precio de primera comercializaci3n anual por zona. Perodo 2013-2016. Fuente IFOP.



**Figura 51** Precio de primera comercializaci3n mensual por zona. Temporada 2016. Fuente IFOP.



#### 5.2.4 Análisis y discusión de la pesquería

Una problemática histórica en esta pesquería, fueron los desembarques capturados por la flota artesanal dentro del área lícitada (zona 4) y que eran declarados por los pescadores como extraídos en caladeros de pesca al norte de esta zona, lo anterior con el objetivo de evitar sanciones por parte de la autoridad. Esta situación finalizó durante la temporada 2013, debido a cambios en la normativa, mediante los cuales la autoridad exigió informar las operaciones en bitácoras de pesca y la instalación del dispositivo de posicionamiento satelital para la vigilancia y control de las áreas de operación de las embarcaciones pesqueras artesanales mayores a 15 metros de eslora, materia que es exigible a todas las embarcaciones cuyas capturas tienen como destino exportaciones, requerimiento imprescindible para la utilización del formulario CDS (Catch Documentation Scheme<sup>1</sup>). Estas disposiciones fueron implementadas por la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA) el año 2000, con fines de trazabilidad de las capturas, desde el punto de desembarque y a través de todo el ciclo de comercialización y exportaciones.

La ocurrencia del fenómeno conocido en el sector pesquero como “carrera olímpica” en esta pesquería, donde cada embarcación, armador o empresa se apresura a capturar la mayor cantidad posible del recurso antes del agotamiento de la cuota, a fin de conseguir el mayor porcentaje posible de la misma (Peña Torres, 2002), continuo durante 2016. Lo anterior, a pesar de las modificaciones realizadas por la autoridad en la distribución de la cuota de captura en la flota artesanal y cuyo origen puede hallarse en el fuerte aumento en el valor de comercialización que ha registrado el recurso en los últimos años. Estos valores sitúan al recurso bacalao de profundidad como el de mayor valor económico dentro de la pesquería artesanal a nivel país y que explican el gran atractivo económico de su captura.

El cambio de percepción registrado por parte de los capitanes/armadores frente al trabajo realizado por IFOP prosiguió durante 2016, sumándosele actividades en conjunto con el Comité de Manejo de bacalao de profundidad tendientes a la recopilación de información por parte de los capitanes a partir de sus actividades pesqueras (a petición expresa del Comité). Con tal objetivo, fue elaborada una bitácora ad hoc por parte de IFOP para que estos pudieran registrar información pesquera (autoreporte), la cual se detalla en el **Anexo 6** del presente documento. Esta bitácora fue expuesta a los diferentes actores en presentaciones realizadas en las ciudades de Lebu y Valdivia, con la finalidad de explicar su llenado y realizar modificaciones a partir de observaciones realizadas por los participantes. Lamentablemente, solo se concretó el llenado de estas bitácoras por parte de las embarcaciones que operan desde la localidad de Constitución (VII Región), no obstante, al momento de elaboración de este informe esta no se encontraba disponible para su utilización. La actividad de entrega de bitácoras a la flota artesanal para su llenado prosiguió durante la actual temporada de pesca 2017).



Los valores de rendimientos de pesca estimados en las diferentes zonas no presentaron grandes variaciones en relación a años anteriores, no evidenciando mejoraría sobre el estado del recurso. Lo anterior, en concordancia con el estado de colapso o agotamiento en que se encuentra la pesquería en aguas chilenas, con una biomasa desovante que se encontraría en niveles mínimos en relación a su biomasa virginal (Taschieri, 2015). No obstante, confirman el predominio histórico de la zona 4 (área licitada) a nivel nacional, en el sentido de presentar los mayores valores para este indicador pesquero. Los altos valores para este indicador registrados en el área licitada por parte de la flota artesanal son la causa que originaron las actividades ilegales de pesca ejercidas antes del año 2013 en esta. Y que corroboran la existencia de un gradiente positivo entre los valores de este indicador y la latitud donde se realizan las actividades extractivas.

Esta situación había sido descrita por Young *et al.*, (1997) y Oyarzún (2003), señalando el primer autor que durante el periodo 1986-1996 se registró la existencia de un patrón latitudinal en los rendimientos de pesca, con menores rendimientos en la zona de Caldera a Constitución, rendimientos intermedios en el área de Lebu y mayores rendimientos en la zona de Valdivia. Además, señalan también el desplazamiento del esfuerzo de pesca hacia la región sur del país, en particular hacia el puerto de Valdivia, que hacia el final de este periodo experimento una importante inmigración de embarcaciones desde otros puertos, este gradiente latitudinal también es registrada por Zuleta *et al.*, (2015).

Por otra parte, a partir de la información oficial es posible observar que durante la temporada 2016 el número de embarcaciones que declararon desembarques de bacalao de profundidad aumento en forma importante. Lo que ratifica el fuerte interés que registro en 2016 la captura de este recurso, este aumento significo que embarcaciones que no efectuaban operación sobre este recurso en los últimos años (a pesar de estar autorizadas a capturarlo) registraran desembarques durante la temporada 2016.

Las estructuras de tallas observadas en la zona 1, 2 y 3 no presentaron en general diferencias en comparación a años anteriores manteniéndose su histórica particularidad. En el sentido de presentar una fuerte participación de ejemplares juveniles en las capturas, una talla media por debajo de la talla de madurez sexual y una asimetría positiva. Al considerar la talla de los ejemplares capturados es posible observar un gradiente latitudinal negativo en sus valores, donde estos van disminuyendo a medida que la latitud aumenta, registrándose los ejemplares de menor longitud en la zona 3.

La asimetría positiva registrada en las estructuras de talla, así como la característica juvenil de las capturas en esta pesquería también ha sido observada en otros estudios (Young, 1997; Oyarzún, 2003; y Zuleta *et al.*, 2015). No obstante, de acuerdo al último autor en los extremos norte y sur de Unidad Pesquería Artesanal (UPA) la frecuencia de peces grandes en la captura aumenta en tanto en su parte central estos peces son muy escasos. Señalando que en el área norte la importante presencia de ejemplares grandes sería producto de una menor presión de pesca. En el extremo sur de la UPA, si bien existe una concentración de esfuerzo alto, la presencia de ejemplares grandes en la captura podría ser producto de su llegada desde la zona 4. Indudablemente, la alta presión de



pesca en la zona centro de la UPA, desde San Antonio a Valdivia, explicaría según este autor la ausencia de ejemplares grandes y la alta composición de juveniles en la captura. Estos resultados no son concordantes con las estructuras de tallas históricas observadas por este programa de monitoreo, donde la registrada en la zona 2 presenta en general una estructura de mayor tamaño en relación a la registrada en la zona 3 pero menor a la observada en la zona 1. Y que estaría en concordancia con el modelo conceptual adoptado en la evaluación de stock en este recurso.

De acuerdo a la información registrada por este programa de seguimiento y en estudios realizados previamente, no se registraría actividad reproductiva (desove) en el área de operación de la flota artesanal. La evidencia más consistente de lo anterior es aportada por el trabajo de Young *et al.*, (1999), quienes señalan que entre el límite norte de Chile y la latitud 40° S esta especie no presentaría desoves. Lo anterior, basados en el análisis histológico de muestras de gónadas tomadas en siete localidades (Tocopilla, Mejillones, Caldera, Coquimbo, San Antonio, Lebu y Valdivia), observaron una proporción mayoritariamente de individuos en estado inmaduro, un alto porcentaje de atresia folicular y una completa ausencia de folículos post-ovulatorios y/o ovocitos hidratados. Por su parte, Oyarzún *et al* (2003) describen actividad reproductiva a partir de los valores de IGS observados en muestras tomadas desde los desembarques realizados en Quellón (43°06'S), pero no en muestras de Lebu (37°35'S) y Corral (39°53'S). No obstante, Oyarzún (*com pers.*) señala que en la década de los 80 era posible encontrar en esta zona ejemplares de gran tamaño en proceso de desove caracterizados por la presencia de ovocitos hidratados.

La existencia de una única gran área de desove en la región más austral de Chile que se extendería por el este hacia aguas jurisdiccionales de Argentina es deducida de los estudios de Arana (2009) y Balbontín *et al.*, (2011), donde en el primer caso se reporta evidencia de una importante actividad reproductiva entre las latitudes 49°49'S y 59°39'S basada en muestras tomadas con palangre a profundidades entre 600 y 2.400 m. Arana (2009) observó para ambos sexos gónadas en desarrollo en junio y julio, individuos maduros entre julio y septiembre y desovados entre agosto y octubre. Por su parte, Balbontín *et al.*, (2011) siguiendo la frecuencia de estadios de madurez macroscópicos observaron actividad de desove en la región comprendida entre 55°46'S, 68°32'W y 57°54'S, 67°29'W. La actividad reproductiva se extendió entre julio y octubre, con un máximo en septiembre.

Las características más notables del modelo poblacional en este recurso dicen relación con la interpretación de los procesos de inmigración y emigración, a la luz del actual conocimiento respecto de la conectividad de la población explotada en Chile con el sector de la plataforma Argentina e Islas Malvinas, con el cual conforma una única población genética compartiendo una gran área de desove en la región sur de América del sur (Tascheri, 2015).

Los procesos de emigración/inmigración explicarían la ausencia de procesos y áreas de desove en el área donde opera la pesquería artesanal en Chile, consistentemente con la interpretación de que esta área representaría una población sumidero, cuya continuidad en el tiempo depende de que la mortalidad natural y por pesca no excedan la tasa de inmigración desde el área sur austral (Pulliam, 1988). Evidencia circunstancial en este contexto lo constituye la ausencia de capturas de bacalao



como fauna acompañante en las pesquerías de arrastre realizadas en la zona centro sur y como también fue notado por Arana (2009), la disminución de los rendimientos en el área de pesca artesanal a partir del año 1991, cuando se inicia la pesquería industrial, como también los resultados de los estudios de marcaje realizados y en ejecución, soportan esta interpretación (Tascheri, 2014).

No obstante, y considerando lo manifestado por Oyarzun (*com pers.*), la ausencia de actividad reproductiva en el área de operación de flota artesanal se debería básicamente a la baja presencia de ejemplares por sobre la talla de madurez sexual en las capturas realizadas por esta flota y que impedirían registrar actividades reproductivas como fue observado por este autor durante la década del 80. Estos antecedentes contradicen lo señalado por otros autores, que consideran a esta zona como un área de sumidero compuesta por ejemplares expatriados (Ashford *et al.*, 2012 y Taschieri, 2014).

En este sentido Ashford *et al.* (2012) señala que:

“Es difícil visualizar el cómo peces advectados hasta el norte de las Islas Malvinas puedan retornar a las áreas de desove al sur oeste del Cabo de Hornos. Los adultos de bacalao de profundidad no son fisiológicamente aptos para sostener migraciones contra corriente y aunque los adultos exhiben boyancia neutra, no hay vías de regreso a través de la circulación de gran escala. En cambio, la persistencia de la población puede depender de una pequeña proporción de peces jóvenes retenidos frente a Chile austral, que subsecuentemente pueden proveer a áreas de juveniles en la plataforma al sur de Tierra del Fuego y retornar como adultos para alimentarse y desovar a lo largo del talud continental. Sólo los peces que están en posición de continuar con su ciclo de vida en esta manera permanecen siendo miembros de la población”.

De acuerdo con la definición de Sinclair (1988), las poblaciones sólo pueden existir en localidades geográficas dentro de las cuales puede haber continuidad en el ciclo de vida, i.e. en un entorno geográfico en el cual la retención (membresía) exceda las pérdidas (expatriación). Si centramos nuestra atención en área de la pesquería industrial Chilena, la expatriación se entiende como los estados tempranos de vida advectados hacia plataforma de las Islas Malvinas y los adultos que migran hacia el área de pesca artesanal. La persistencia en el tiempo de la población de esta última depende de que la mortalidad natural y por pesca no exceda la inmigración desde el área sur austral (Tascheri, 2014).

Finalmente, Tascheri (2014) señala que la sustentabilidad de la pesquería artesanal no solo dependería, por una parte, de un frágil equilibrio entre la mortalidad por pesca y el ingreso de nuevos ejemplares, si no que en mayor medida a que las tasas de emigración desde la zona sur austral no se vean afectadas debido a bajos niveles de biomasa desovante causada por la acción de las actividades extractivas ejercida por la flota industrial que opera en aguas chilenas y argentinas. Lo anterior, toma mayor relevancia al considerar el estado de colapso o agotamiento en que se encuentra la pesquería en aguas chilenas.



En este sentido, futuros estudios que incluyan la estimación de las tasas de inmigración que sustentan la pesquería artesanal en Chile, toman una alta relevancia. Considerando que las medidas administrativas que se aplican a la flota artesanal no necesariamente garantizan su sustentabilidad siendo el resultado de medidas aplicadas a otras flotas en Chile y Argentina.

Los costos por viaje de pesca en esta pesquería deben ser uno de los más altos dentro del sector artesanal y solo comparable a los registrados en la pesquería de pez espada. Es así como en la zona 2 (San Antonio), el valor de un viaje de pesca promedio (200 millas de desplazamiento, 15 a 20 días de duración y de 7 a 9 tripulantes) muestra valores aproximados de \$ 4 millones, de los cuales un 40% corresponde a combustible (3.000 litros), 30% en víveres, 14% en hielo, 12% en carnada. (Sardina, jurel, sierra), 2% aceite de motor y un 1% en agua potable. Por su parte, en la zona 3 los costos asociados varían de acuerdo al puerto considerado, es así, como un viaje desde el puerto de Valdivia tiene un valor que oscila \$7,5 millones y desde Quellón \$6 millones. Este costo es asumido por el comprador y posteriormente descontado del valor obtenido por el desembarque.

A diferencia de lo observado en la pesquería industrial no existen estimaciones sobre el efecto de la depredación por mamíferos sobre las capturas como tampoco de captura incidental de aves marinas, a pesar de que se ha reconocido la importancia de ser incorporada en las evaluaciones de stock de bacalao de profundidad (Rubilar *et al.*, 2010).

# 5.3

## PESQUERÍA DE ORANGE ROUGHY,

# 5.4

## PESQUERÍA DE ALFONSINO

# 5.5

## PESQUERÍA DE BESUGO

### **5.5.1 Indicadores Pesqueros**

- a) Característica operacional
- b) Captura, desembarque, esfuerzo y rendimiento de pesca

### **5.5.2 Indicadores Biológicos**

#### **5.5.2.1 Composición de tallas de las capturas**

- a) Estructura de tallas

#### **5.5.2.2 Condición reproductiva**

- a) Índice gonadosomático y evolución mensual de estadios de madurez sexual macroscópicos
- b) Ojiva o curva de madurez sexual a la talla y a la edad

#### **5.5.2.3 Composición de edad de las capturas**

- a) Submuestreo para análisis de edad
- b) Determinación de la edad
- c) Desembarque en peso y en número de ejemplares
- d) Función peso-longitud
- e) Desembarque en número por edad
- f) Retro cálculo de parámetros de crecimiento
- g) Ajuste de la relación talla-edad

### **5.5.3 Análisis y discusión de la pesquería**



### **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 (D. Ex. N°s 1.592 del 2005; 289 y 1.051 del 2007; 164 del 2008; 153 del 2009; 315 del 2010; 1.471 del 2011; 1.284 del 2012; 37 del 2013, 10 del 2014 y 23 del 2016, MINECON). Bajo este escenario, el presente programa de monitoreo no registra informaci3n sobre este recurso para la temporada analizada.

### **5.4 Pesquería de alfonsino**

Producto de la deteriorada condici3n que presenta la fracci3n adulta del stock, la actividad comercial sobre alfonsino se encontr3 suspendida durante toda la temporada 2016, mediante la implementaci3n de veda extractiva (D. Ex. N° 23 del 2016, MINECON). Frente a esta situaci3n, el presente programa de monitoreo no registra informaci3n sobre este recurso para la temporada analizada.



## 5.5 Pesquería de besugo

El periodo analizado corresponde al primer año en vigencia de la veda extractiva establecida para los recursos orange roughy, alfonsino y besugo (D. Ex. N° 23, 2016, MINECON), en continuidad a las medidas implementadas con anterioridad sobre dichos recursos (D Ex. N° 1.962 del 2009; 1.470 del 2010; 04 del 2012, 167 del 2013 y 10 de 2014, MINECON). Bajo este escenario, los indicadores operacionales, pesqueros y biológicos se basan en información recopilada en calidad de fauna acompañante en operaciones de pesca dirigidas a otros recursos de importancia económica. De esta manera, se da cumplimiento con los objetivos establecidos en el presente programa, sin perjuicio de lo indicado por los decretos mencionados.

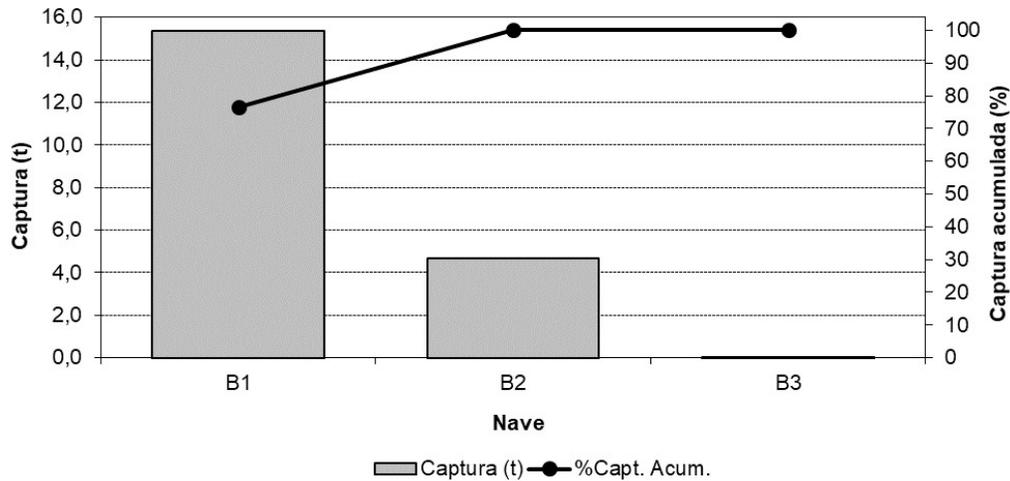
### 5.5.1 Indicadores pesqueros

#### a) Característica operacional

Durante la temporada 2016, la flota que reportó captura de este recurso en calidad de fauna acompañante estuvo compuesta por (3) naves (arrastreras hieleras) pertenecientes a la fracción de mayor potencia de motor (> 1.000 hp), de las cuales una (1) totalizó el 77% de la captura monitoreada con bitácoras de pesca mediante Observador Científico (OC) IFOP embarcado y complementadas con las provenientes del Sernapesca (**Figura 52**).

Los indicadores operacionales de la flota registraron en general leves variaciones negativas respecto a la temporada 2015, destacando la disminución del número total de lances y viajes con captura de besugo (10% y 14% respectivamente) (**Tabla 16**). La mayor concentración de viajes y lances de pesca se registró durante el primer semestre, alcanzando 56% y 63% respectivamente, en tanto que la profundidad media de operación se redujo en un 11%, comparativamente a igual periodo 2015.

En el contexto espacio-temporal, como ha sido habitual la flota concentró mayoritariamente su operación en los caladeros de la zona 3 (**Tabla 17**), con el 92% y 95% de los viajes y lances con pesca respectivamente, registrando la disminución de ambos indicadores en torno al 7% comparativamente a igual periodo 2015. La cartografía temática de la distribución mensual de los lances, evidenció una moderada cobertura de operación al interior de la zona 3, destacando el área comprendida entre Lebu e isla Mocha como la de mayor concentración de lances para la totalidad del periodo analizado. (**Figura 53**).



**Figura 52** Captura de besugo realizado por barcos arrastre hielo (>1000 HP) orientados a peces demersales. Temporada 2016. Fuente bitácora de pesca IFOP, complementado con bitácoras de pesca Sernapesca.

**Tabla 16**  
Indicadores operacionales mensuales. Temporada 2016.

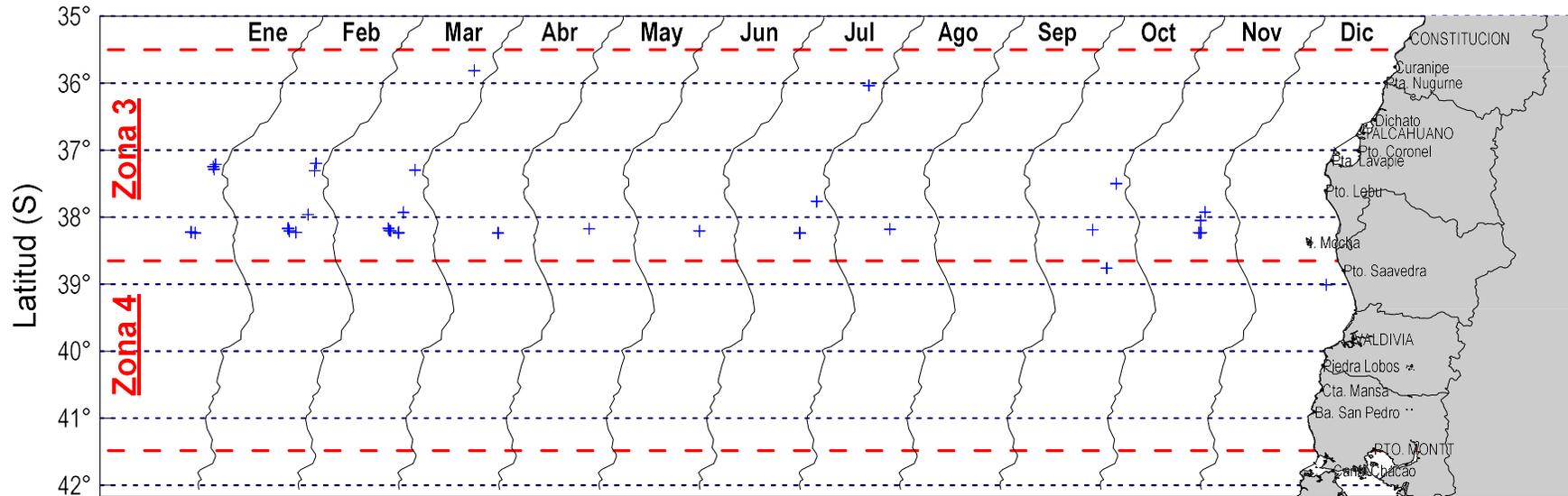
Indicador	Unid.	Mes												Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Total barcos	(n°)	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	1,00	2,00	1,00	3,00
Total viajes	(n°)	3,00	5,00	3,00	2,00	1,00	1,00	3,00	1,00	-	1,00	5,00	2,00	27,00
Total lances	(n°)	5,00	8,00	8,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00	-	3,00	5,00	1,00	38,00
Promedio lances/viaje	(n°)	1,67	1,60	2,67	0,50	1,00	1,00	1,33	1,00	-	3,00	1,00	0,50	1,41
Promedio duración/viaje	(días)	4,12	3,26	3,98	4,71	2,70	3,23	3,84	3,32	-	3,64	5,42	5,38	4,16
Promedio duración/lance	(hrs)	1,38	1,39	2,17	2,91	3,00	4,00	3,33	2,08	-	1,05	1,81	0,75	1,94
Promedio profundidad/lance	(m)	243,50	234,13	257,00	139,00	235,00	360,00	193,50	267,00	-	251,50	242,50	116,00	236,96

Fuente Bitácoras de pesca IFOP, complementadas con bitácoras de pesca Sernapesca.

**Tabla 17**  
Indicadores operacionales totales por zona de pesca. Temporada 2016.

Indicador	Unid.	Zona				Total
		1	2	3	4	
Total barcos	(n°)	-	-	3,00	1,00	3,00
Total viajes	(n°)	-	-	25,00	2,00	27,00
Total lances	(n°)	-	-	36,00	2,00	38,00
Promedio lances/viaje	(n°)	-	-	1,44	1,00	1,41
Promedio duración/viaje	(días)	-	-	4,19	3,79	4,16
Promedio duración/lance	(hrs)	-	-	1,97	1,33	1,94
Promedio profundidad/lance	(m)	-	-	240,78	168,25	236,96

Fuente Bitácoras de pesca IFOP, complementadas con bitácoras de pesca Sernapesca.



**Figura 53** Distribución mensual de lances de pesca con captura de besugo. Temporada 2016. Flota industrial arrastre hielera. Fuente bitácora de pesca IFOP, complementado con bitácoras de pesca Sernapesca.



## b) Captura, desembarque, esfuerzo y rendimiento de pesca

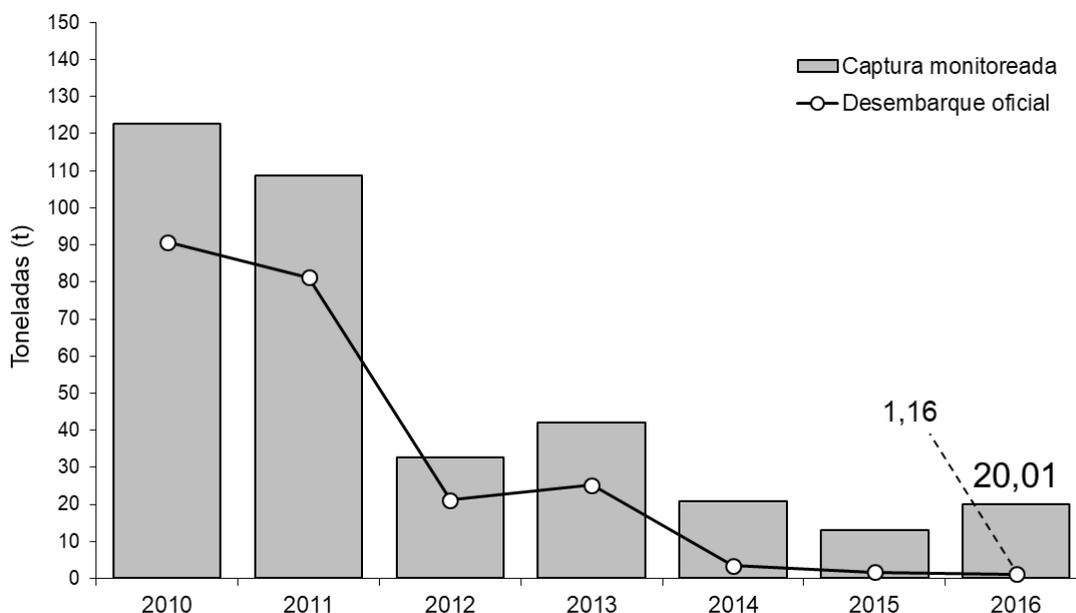
Durante la temporada 2016, la captura monitoreada de besugo alcanzó un total de 20 t, aumentando un 53% comparativamente con igual periodo 2015 y similar al valor registrado para la temporada 2014. En tanto que, de acuerdo a las cifras oficiales, el desembarque anual preliminar durante el 2016 registró una disminución del 32,5% en relación a la temporada anterior, evidenciando la disminución paulatina de este indicador en cumplimiento a las medidas administrativas que operan sobre este recurso desde 2010 (**Figura 54**). A escala espacio-temporal, la zona 3 concentró prácticamente la totalidad de la captura, registrándose durante octubre el nivel máximo de este indicador, seguido por agosto con 2 t (**Tabla 18**).

En términos de esfuerzo (h.a.) y rendimiento de pesca (t/h.a.), la zona 3 acumuló los mayores niveles de ambos indicadores, registrando variaciones disímiles respecto a la temporada 2015 (**Figura 55**). A escala espacio-temporal el mayor esfuerzo de pesca se concentró durante febrero, marzo y julio en la zona 3, registrando por lo demás un descenso total del 17,3%, comparativamente con igual periodo 2015 (**Tabla 19**). Por el contrario, el rendimiento de pesca registró un incremento total en torno al 85%, producto de un (1) lance de pesca al noroeste de Isla Mocha, cuya captura representó el 75% del total reportado para la presente temporada (**Figura 56**). Dado a que la información provino de operaciones de pesca dirigida a otros recursos (e.g. Merluza común), no fue posible inferir patrones espacio-temporales para ambos indicadores.

**Tabla 18**  
Captura y desembarque mensual, por zona y total zona de besugo. Temporada 2016.

Mes	Captura (t)				Desembarque Ind. U. Pesquería (*)	
	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Total	Peces demersales	Todas
Ene	-	0,918	-	0,918	0,466	0,466
Feb	-	0,623	-	0,623	-	0,005
Mar	-	0,295	-	0,295	0,231	0,231
Abr	-	0,000	-	0,000	-	0,001
May	-	0,016	-	0,016	-	-
Jun	-	0,001	-	0,001	-	-
Jul	-	0,759	-	0,759	0,164	0,189
Ago	-	2,000	-	2	-	0,056
Sep	-	-	-	-	-	-
Oct	-	15,020	0,003	15,023	-	0,004
Nov	-	0,372	-	0,372	0,129	0,129
Dic	-	-	0,002	0,002	0,087	0,087
<b>Total</b>	-	<b>20,005</b>	<b>0,005</b>	<b>20,010</b>	<b>1,077</b>	<b>1,168</b>

Nota: Se entrega el desembarque de la flota dirigida a explotar peces demersales y el Total nacional (\*). Campos sombreados en gris corresponden a capturas menores a 1kg. Fuente Bitácoras de pesca IFOP, complementadas con bitácoras de pesca Sernapesca.



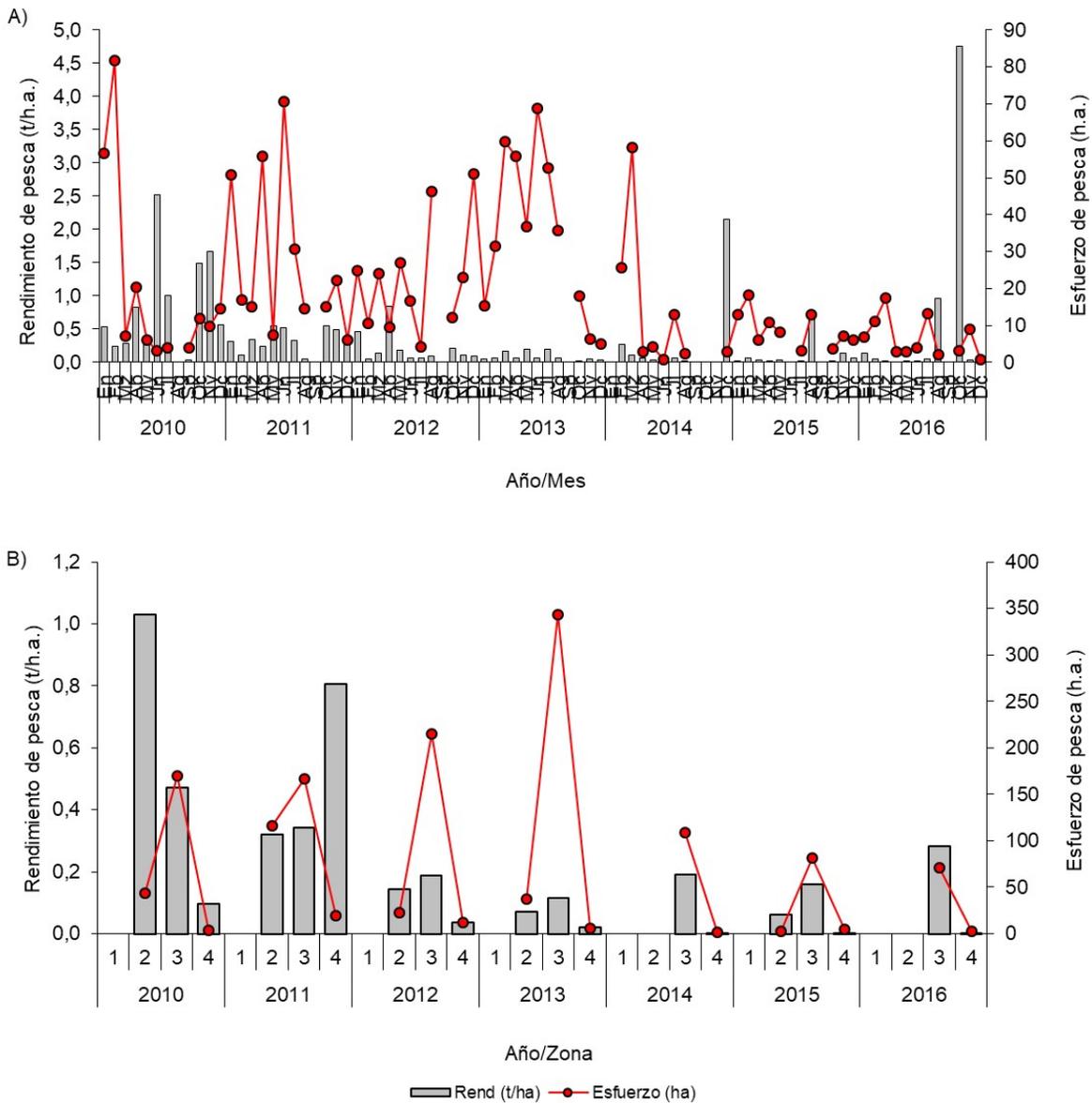
**Figura 54** Desembarque oficial y captura monitoreada anual de besugo. Serie histórica 2010-2016. Cifra de desembarque 2016 corresponde a información preliminar. Fuente bitácoras de pesca IFOP para información de captura monitoreada; control cuota de Sernapesca para cifra de desembarque oficial.

**Tabla 19**

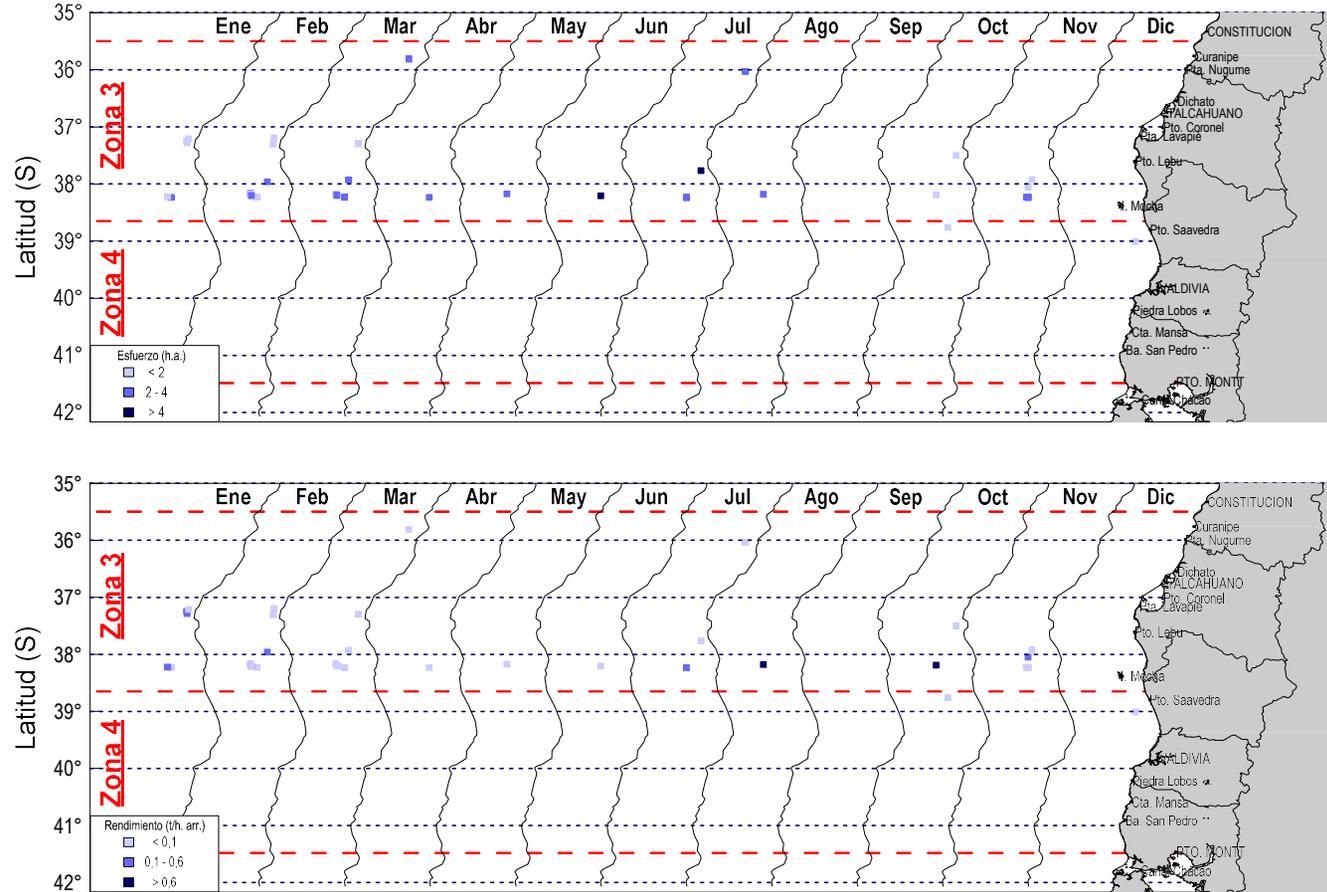
Esfuerzo y rendimiento de pesca mensual por zona y total de besugo. Temporada 2016.

Mes	Esfuerzo (h.a.)				Rendimiento (t/h.a.)			
	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Total	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Total
Ene	-	6,91	-	6,9	-	0,133	-	0,133
Feb	-	11,11	-	11,1	-	0,056	-	0,056
Mar	-	17,38	-	17,4	-	0,017	-	0,017
Abr	-	2,91	-	2,9	-	0,000	-	0,000
May	-	3,00	-	3,0	-	0,005	-	0,005
Jun	-	4,00	-	4,0	-	0,000	-	0,000
Jul	-	13,32	-	13,3	-	0,057	-	0,057
Ago	-	2,08	-	2,1	-	0,962	-	0,962
Sep	-	-	-	-	-	-	-	-
Oct	-	1,25	1,91	3,2	-	12,016	0,002	4,754
Nov	-	9,03	-	9,0	-	0,041	-	0,041
Dic	-	-	0,75	0,8	-	-	0,003	0,003
<b>Total</b>	-	<b>71,0</b>	<b>2,7</b>	<b>73,7</b>	-	<b>0,282</b>	<b>0,002</b>	<b>0,272</b>

Nota: Esfuerzo de pesca expresado como: horas de arrastre (h.a.). Rendimiento de pesca expresado como: captura en toneladas por esfuerzo de pesca (t/h.a.). Fuente Bitácoras de pesca IFOP, complementadas con bitácoras de pesca Sernapesca.



**Figura 55** Rendimiento y esfuerzo de pesca mensual (A) y anual por zona (B) de besugo. Serie histórica 2010-2016. Esfuerzo de pesca expresado en horas de arrastre (h.a.); Rendimiento de pesca expresado en captura en toneladas por horas de arrastre (t/h.a.). Fuente bitácoras de pesca IFOP, complementadas con bitácoras de pesca Sernapesca.



**Figura 56** Distribuci3n espacio-temporal de esfuerzo y rendimiento de pesca de besugo. Temporada 2016. Esfuerzo de pesca expresado en horas de arrastre (h.a.); Rendimiento de pesca expresado en captura en toneladas por horas de arrastre (t/h.a.). Fuente bit3coras de pesca IFOP, complementadas con bit3coras de pesca Sernapesca.



## 5.5.2 Indicadores biológicos

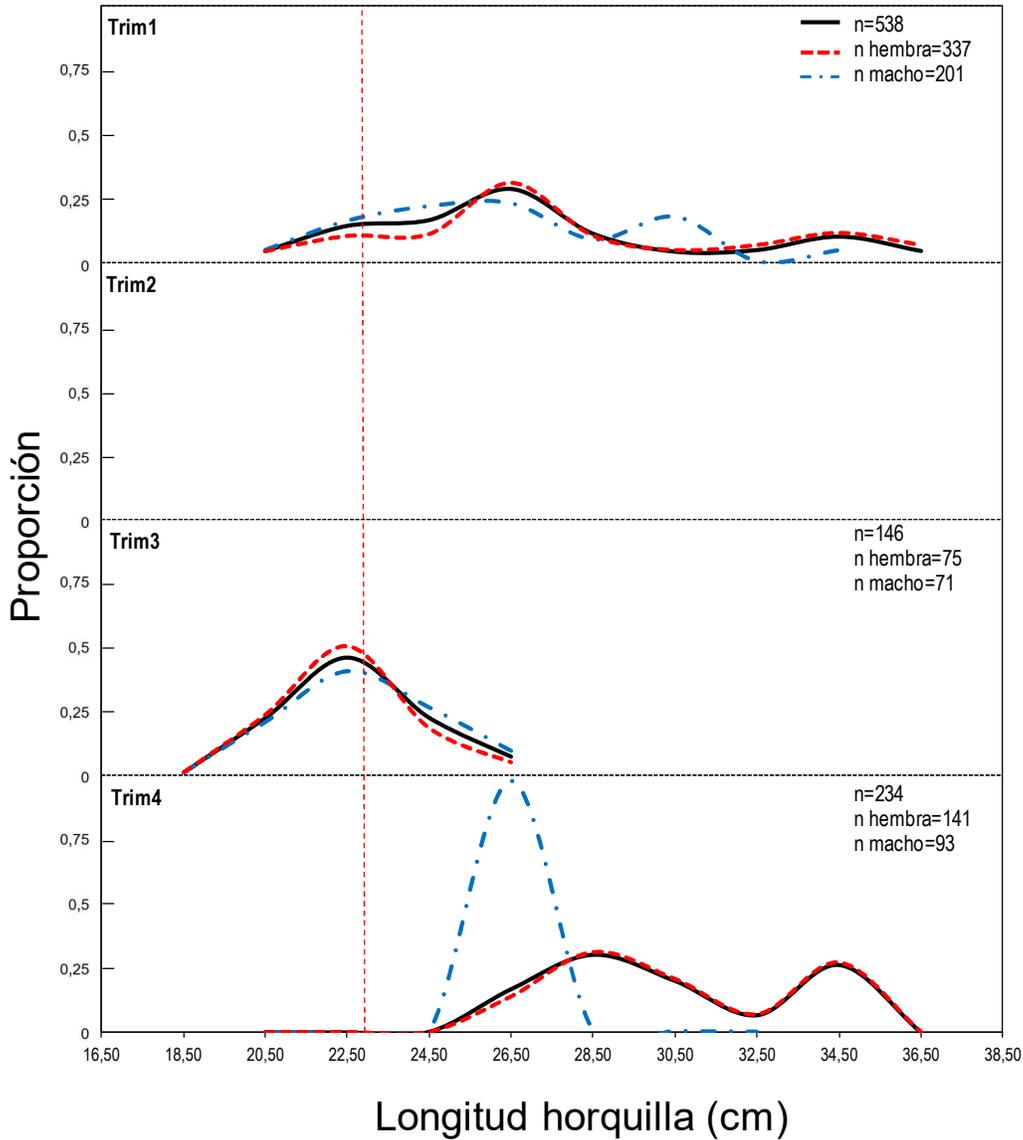
### 5.5.2.1 Composición de tallas de las capturas

#### a) Estructura de talla

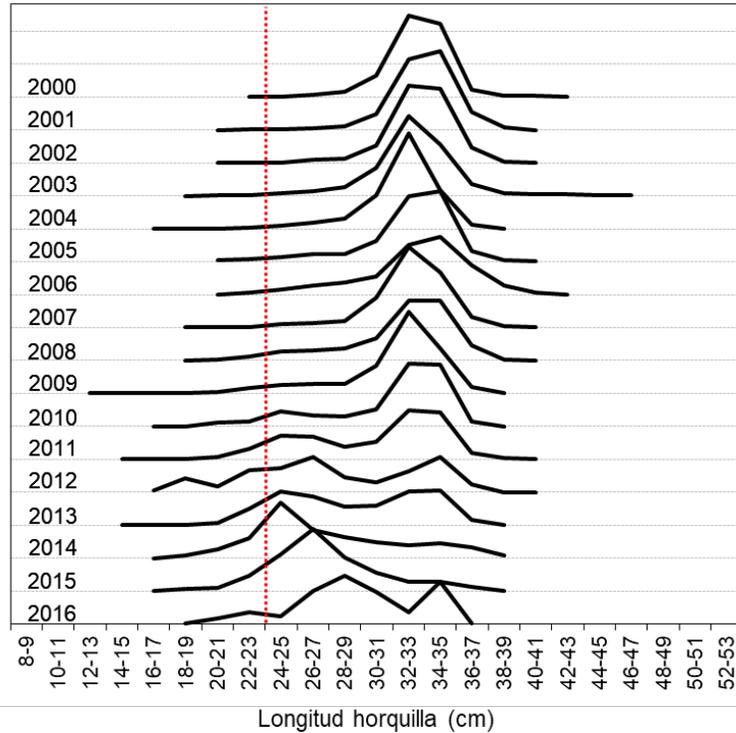
La **Figura 57** entrega la composición de tallas trimestral para ambos sexos, en base a muestreos de longitud realizados al interior de la zona 3. Durante el primer trimestre, ambos sexos presentaron una distribución bimodal, compuesta por una moda principal en torno a los 26 cm de longitud de horquilla (LH) y una moda secundaria ubicada en los 30 y 34 cm LH, para machos y hembras respectivamente. Durante el tercer trimestre se registró una distribución unimodal simétrica para ambos sexos, cuya moda se situó en torno a los 22cm LH, destacando una importante componente juvenil (< 23cm LH). En tanto, durante el cuarto trimestre se observó en hembras una distribución bimodal, compuesta principalmente por ejemplares adultos con moda principal y secundaria en torno a los 28 y 34 cm LH respectivamente. Por su parte durante el mismo periodo, los machos presentaron una distribución unimodal simétrica en torno a los 26 cm LH.

La distribución de frecuencia de talla anual histórica (**Figura 58**) da cuenta de la pérdida progresiva de ejemplares entorno al rango 32-35 cm LH (fracción adulta) y la conformación de una moda principal de ejemplares bajo los 26 cm LH (fracción juvenil) durante el periodo de veda biológica 2010-2014. Dicha moda, durante el periodo sucesivo, registra un desplazamiento positivo hacia los 28-29 cm LH en 2015 y el retorno aparente de la fracción adulta para la presente temporada. En relación a este patrón, la proporción de ejemplares bajo la talla de referencia registró una reducción en el porcentaje de vulneración de la fracción juvenil (<26 cm LH) del orden del 50%. (**Figura 59**).

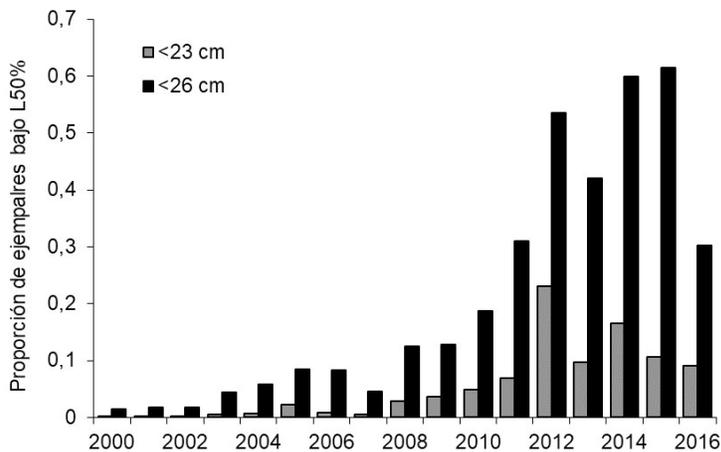
El análisis de la distribución de talla de acuerdo a la batimetría presentó para la presente temporada un patrón similar al observado durante el 2015, salvo diferencias puntuales en el estrato de profundidad 250-300m, el cual registró una importante componente juvenil, de acuerdo a la talla de referencia de 23 cm LH estimada por Flores *et al.* (2015). Frente al bajo número de ejemplares muestreados en el estrato de profundidad >300m, no fue posible establecer comparaciones entre el periodo pre-veda biológica y la presente temporada (**Figura 60**).



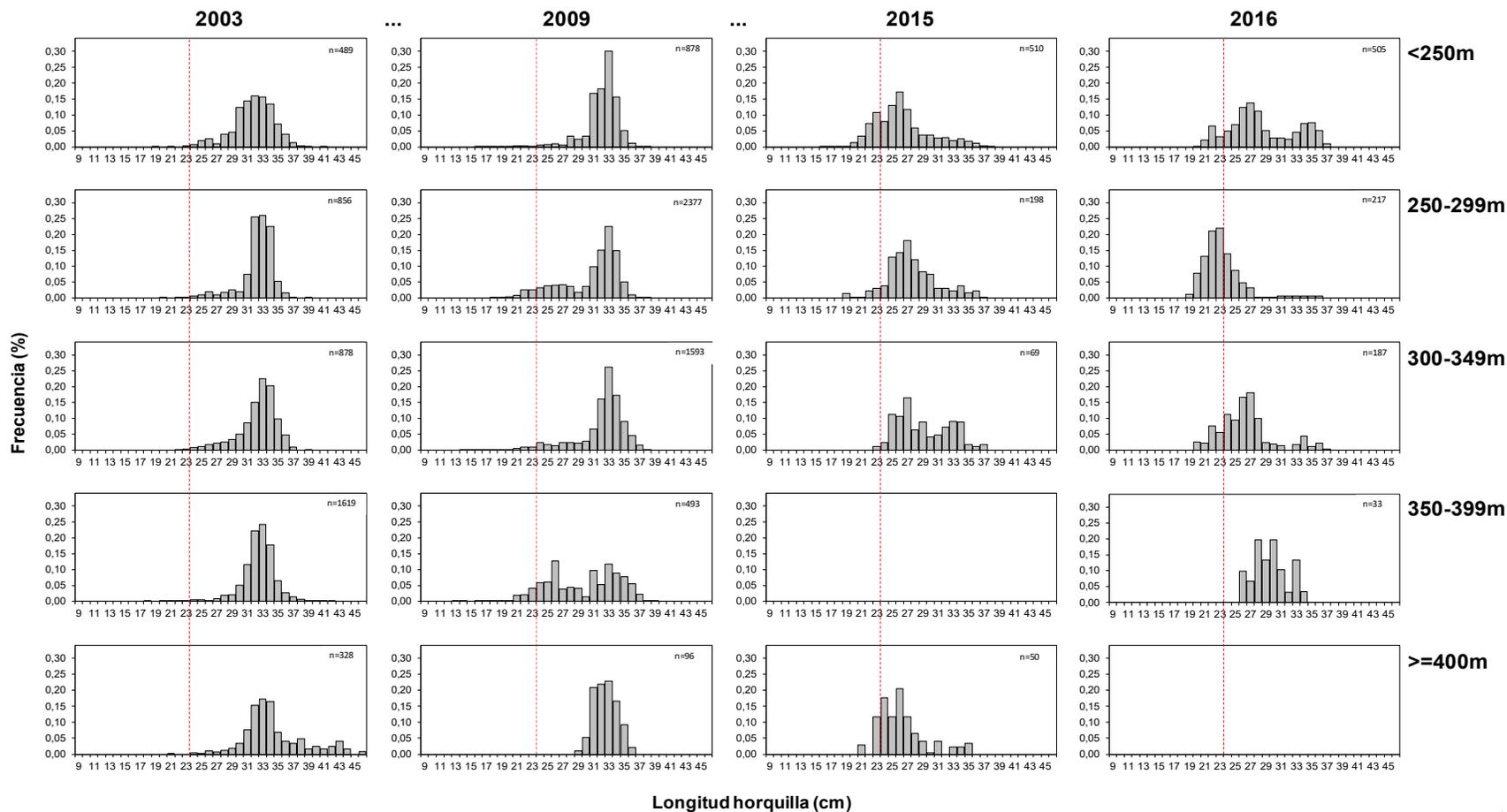
**Figura 57** Distribución de frecuencia de talla trimestral por sexo de besugo. Zona 3. Temporada 2016. Se entrega el número de ejemplares utilizados por trimestre (total=918). Línea roja discontinua corresponde a hembras de la especie; Línea-punto azul discontinua corresponde a machos de la especie; Línea negra continua corresponde a ambos sexos combinados. Fuente muestreos de longitud, complementados con muestreos biológicos IFOP.



**Figura 58** Distribución de frecuencia de talla anual de besugo. Serie histórica 2000-2016. Ambos sexos combinados. Línea roja vertical corresponde a la talla de madurez sexual estimada por Flores *et al.*, 2015. Fuente muestreos de longitud, complementados con muestreos biológicos IFOP.



**Figura 59** Proporción de ejemplares de besugo por debajo de talla de referencia ( $L_{50\%}$ ). Serie Histórica 2000-2016. En gris  $L_{50\%}$  estimado por Flores *et al.* (2015); En negro  $L_{50\%}$  estimado por Gálvez *et al.* (2000). Ambos sexos en conjunto. Fuente muestreos biológicos, complementados con muestreos biológicos IFOP.



**Figura 60** Distribución de frecuencia de talla por estratos de profundidad de besugo. Temporadas 2003 y 2009 sin veda; Temporadas 2015 y 2016 en veda. Ambos sexos en conjunto. Líneas verticales rojas discontinuas corresponde a talla de referencia estimada por Flores *et al.* 2015 (23cm LH). Fuente muestreos de longitud, complementados con muestreos biológicos IFOP.

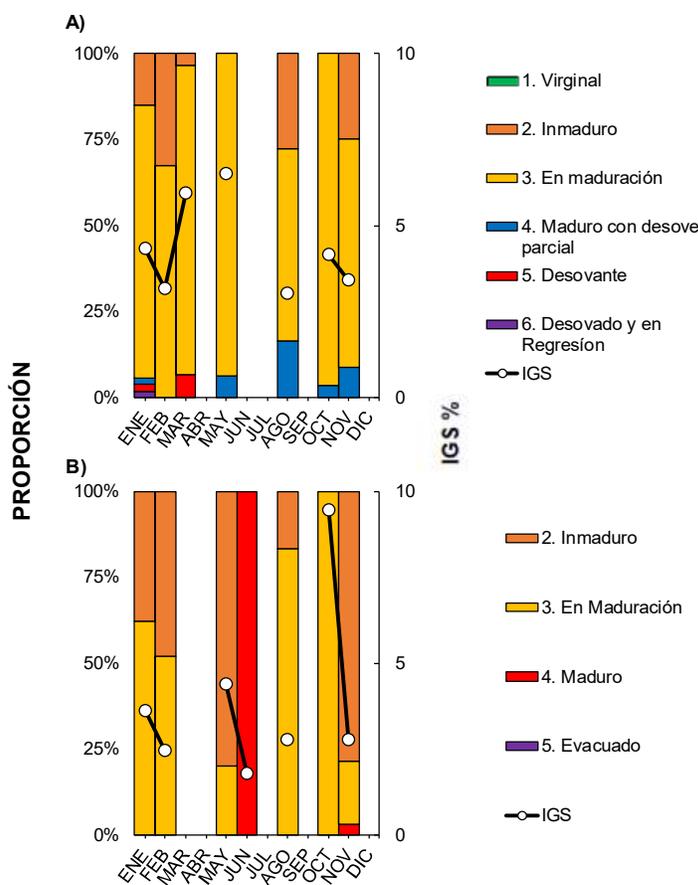




### 5.5.2.2 Condici3n reproductiva

#### a) 3ndice gonadosom3tico y evoluci3n mensual de estadios de madurez sexual macrosc3picos

El an3lisis de la evoluci3n mensual de la actividad reproductiva en hembras del recurso, a partir de estadios de madurez sexual macrosc3pico (EMS) e 3ndice gonadosom3tico (IGS), no permiti3 apreciar el patr3n de maduraci3n gonadal, pese a que se observaron valores elevados de IGS durante marzo y mayo, en conjunto con la presencia de estadios indicativos de desove (EMS 4 y 5). De igual manera, la falta de continuidad en la informaci3n biol3gica impidi3 observar el patr3n de maduraci3n en machos de la especie, los cuales presentaron un valor m3ximo de IGS durante primavera (**Figura 61**).



**Figura 61** Variaci3n mensual de proporci3n de estadios de madurez sexual (EMS) e 3ndice gonadosom3tico (IGS) por subzona de besugo. Temporada 2016. A) Hembras; B) Machos. Fuente muestreos biol3gicos IFOP.



## b) Ojiva o curva de madurez sexual a la talla y a la edad

Para el análisis de la condición reproductiva del recurso se procedió a estimar la ojiva o curva de madurez en hembras y machos de la especie, basado en la asignación macroscópica de madurez sexual. Dado que no fue posible apreciar con claridad el periodo de máxima actividad reproductiva, la estimación de los parámetros de la curva de madurez consideró la totalidad de la información disponible para la presente temporada. Al respecto, se consideró como maduro sexualmente todo ejemplar cuya asignación de madurez fuese mayor a EMS 2.

La estimación de los parámetros del modelo logístico se realizó mediante el método de máxima verosimilitud de la distribución binomial del error de la variable respuesta (proporción de hembras maduras), según Welch y Foucher (1988), mientras que el intervalo de confianza de la longitud media ( $L_{50\%}$ ) de madurez sexual se estimó de acuerdo a un re-muestreo del error de cada parámetro del ajuste bajo una distribución normal con la rutina de Montecarlo de acuerdo a Roa *et al.* (1999).

Los parámetros de la curva de madurez sexual estimada se resumen en la **Tabla 20**, conjuntamente con los últimos 3 años. Al respecto, la longitud media  $L_{50\%}$  de madurez sexual en hembras fue de 23 cm LH, con un IC95% de 22,1 y 23,7 cm, mientras que en machos se estimó un  $L_{50\%}$  de 25,4 cm LH con un IC95% de 24 y 27 cm. Con fines comparativos se procedió a ajustar la ojiva para ambos sexos combinados, dando como resultado 23,8 cm LH con un IC95% de 23,1 y 24,4 cm LH. En tanto que el  $L_{90\%}$  de las hembras y machos capturados alcanzaron la madurez a los 26,5 cm y 33,4 cm, respectivamente (**Figura 62**).

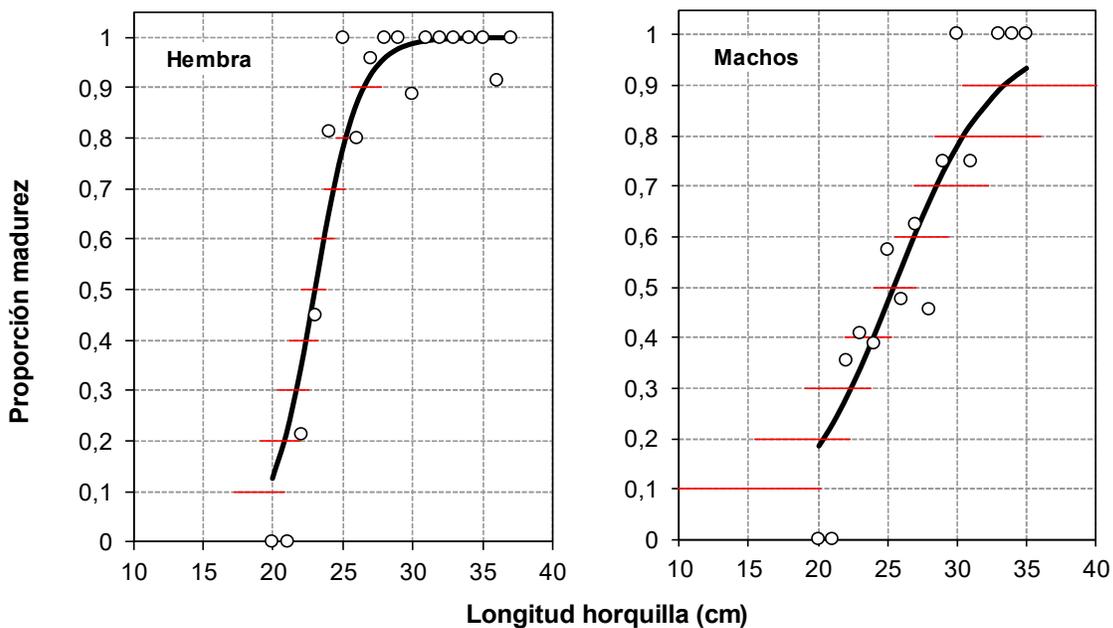
Conjuntamente se procedió a realizar el ajuste de la ojiva a la edad ( $E_{50\%}$ ) utilizando información recopilada entre 2012-2015, que correspondió a muestras de hembras disponibles con lectura de otolitos. La **Figura 63** muestra que los individuos capturados en el 2016 alcanzaron la  $E_{50\%}$  a los 7,16 años de vida.



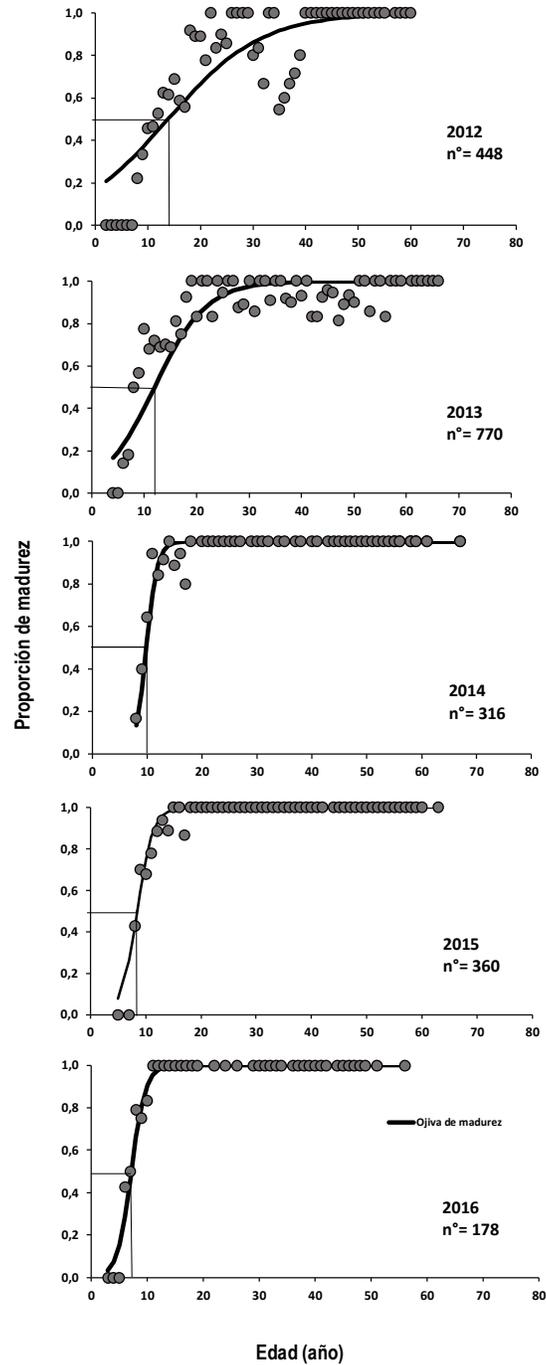
**Tabla 20**  
Parámetros de la curva de madurez y longitud media L50% de madurez sexual. Periodo 2014-2016. Hembras y machos de besugo.

Año	Sexo	n	Parámetros				Talla 50% de madurez sexual		
			$\beta_0$	$S\beta_0$	$\beta_1$	$S\beta_1$	L50%	Límite inferior	Límite superior
2014	Hembras	358	18,05	3,041	0,82	0,130	22,0	21,1	22,6
	Machos	143	19,84	4,221	0,82	0,172	24,3	23,6	25,0
	Ambos	501	17,12	2,206	0,75	0,092	22,7	22,1	23,1
2015	Hembras	428	12,89	1,795	0,57	0,073	22,5	21,6	23,2
	Machos	126	18,55	3,257	0,77	0,133	24,7	23,4	24,9
	Ambos	554	15,13	1,544	0,65	0,063	23,2	22,7	23,6
2016	Hembras	239	14,66	2,535	0,64	0,104	23,0	22,1	23,7
	Machos	142	7,00	1,762	0,28	0,070	25,4	24,0	27,0
	Ambos	381	10,62	1,363	0,45	0,054	23,8	23,1	24,4

Fuente muestreos biológicos IFOP.



**Figura 62** Curvas de madurez sexual. Temporada 2016. Hembras y machos de besugo. Líneas rojas horizontales representa el intervalo de confianza al 95%. Fuente muestreos biológicos IFOP.



**Figura 63** Comparaci3n de las curvas logistica de madurez sexual a la edad ( $E_{50\%}$ ). Hembras de besugo. Serie hist3rica 2012-2016. Fuente muestreos biol3gicos IFOP.



### 5.5.2.3 Composici3n de edad de las capturas

#### a) Submuestreo para an3lisis de edad

El an3lisis de la composici3n de edad de las capturas de besugo (como fauna acompa1ante) se sustent3 en 347 muestras de estructuras duras (otolitos), valor que represent3 una disminuci3n porcentual de 28,5% comparativamente a igual periodo 2015 (485 pares de otolitos). La fracci3n minoritaria estuvo constituida por machos en raz3n 1:1,25, valor que present3 una aproximaci3n a la proporci3n 1:1 en comparaci3n a lo registrado para el periodo 2015 (1:3,0).

Las muestras de otolitos provinieron de peces cuyo rango de talla oscil3 entre 7,0 y 37 cm LH, toda vez que el l3mite inferior de dicho intervalo fue considerablemente menor al reportado para la temporada 2015 (16 cm LH) y estuvo representado en su mayor3a por peces indeterminados sexualmente (33 individuos) (**Tabla 21**).

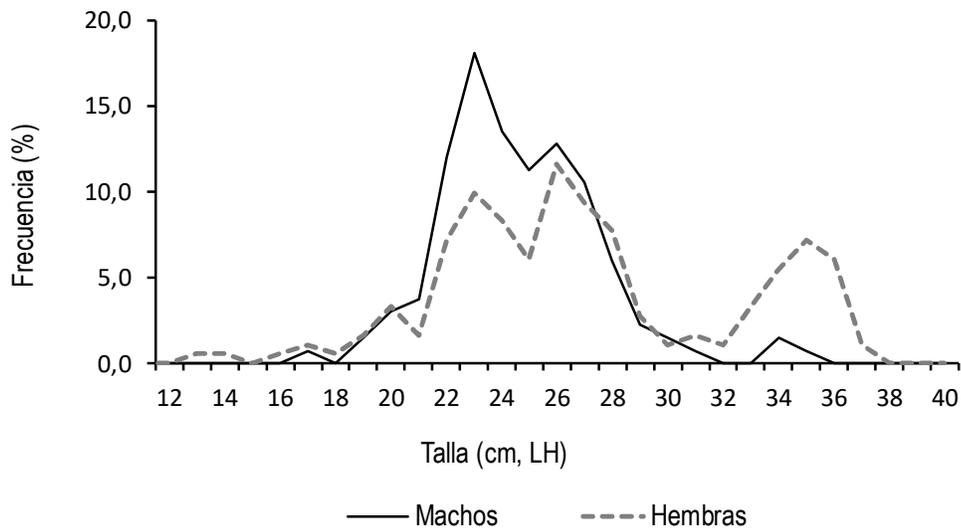
**Tabla 21**

Otolitos recolectados de besugo de la pesquer3a demersal centro-sur 2016, seg3n longitud (horquilla), sexo y estad3sticos asociados.

Sexo	Rango de talla (LH, cm)	N3 de muestras le3das	Media	Mediana	Moda	Curtosis	Asimetria
Machos	17,0 - 35,0	133	24,6	24,0	23,0	1,75	0,73
Hembras	13,0 - 37,0	181	27,0	26,0	26,0	-0,53	0,19
Indeterminados	7,0 - 19,0	33	12,5	12,0	13,0	2,10	0,51
<b>Total</b>	<b>7,0 - 37,0</b>	<b>347</b>					

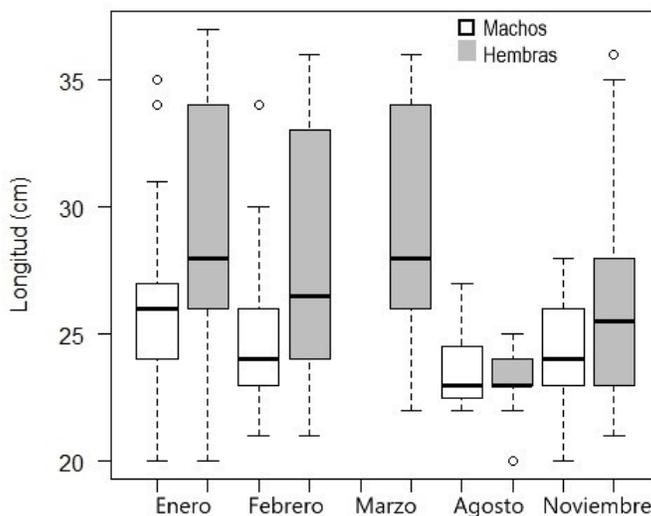
Fuente: IFOP. Elaboraci3n propia a partir de los datos obtenidos en los muestreos biol3gicos.

El muestreo de otolitos analizados presenta una distribuci3n de tallas por sexo que se muestra en la **Figura 64**. En cuanto a la distribuci3n de los machos, estos presentan una moda principal en individuos de 23 cm LH con un 18,1% de participaci3n y una secundaria en los 26 cm LH con una participaci3n de un 12,8%. La distribuci3n de las hembras tambi3n presenta dos modas, siendo la m3s importante en peces que van desde los 23 a los 26 cm LH, representan el  $\approx$  36% de las muestras analizadas, y una segunda moda contiene individuos de 35 cm LH, con un 7,2% de representaci3n.



**Figura 64** Distribuci3n de frecuencias porcentual en el muestreo de otolitos analizados por tallas de besugo (machos y hembras). Zona centro sur. Temporada 2016.

Durante la temporada 2016, los muestreos mensuales estuvieron compuestos por proporci3n de sexos y rangos de tallas variables. Se obtuvieron muestras en 5 meses del a1o, siendo en los meses de enero y agosto donde se dispuso de un mayor n1mero de otolitos, 90 y 92 respectivamente. En conjunto estos dos meses representan el 54% del total de las muestras analizadas, en tanto que para el resto de la temporada se analizaron muestras para febrero, marzo y noviembre con 60, 30 y 87 pares de otolitos, respectivamente. Las distribuciones de frecuencia de talla mensuales por sexo de las muestras analizadas se presentan en la **Figura 65**. En ella se aprecia que las medianas de las tallas en hembras fueron superiores a los machos, siendo los ejemplares de mayor tama1o en la pesquer1a, al igual que lo reportado en a1os anteriores (G1lvez *et al.*, 2012; 2015 y C3spedes *et al.*, 2016)



**Figura 65** Rango de longitudes y tendencia central de la información de muestreos biológicos de otolitos asociados a cada mes para besugo (machos y hembras). Temporada 2016.

Considerando los estratos espaciales en que se divide la zona centro-sur, durante el 2016 la procedencia de la muestra de otolitos correspondió en un 86% a la Zona 3 y 14% de la Zona 2. Si bien para la serie histórica 2009-2016 la muestra se ha distribuido a lo largo de tres zonas (Zona 2, Zona 3 y Zona 4), la zona 3 (35°30' S – 38°39' S) concentró, como es habitual, el mayor porcentaje de otolitos analizados. (Tabla 22).

**Tabla 22**

Fracción porcentual de muestreos biológicos con otolitos según zona y año de extracción.

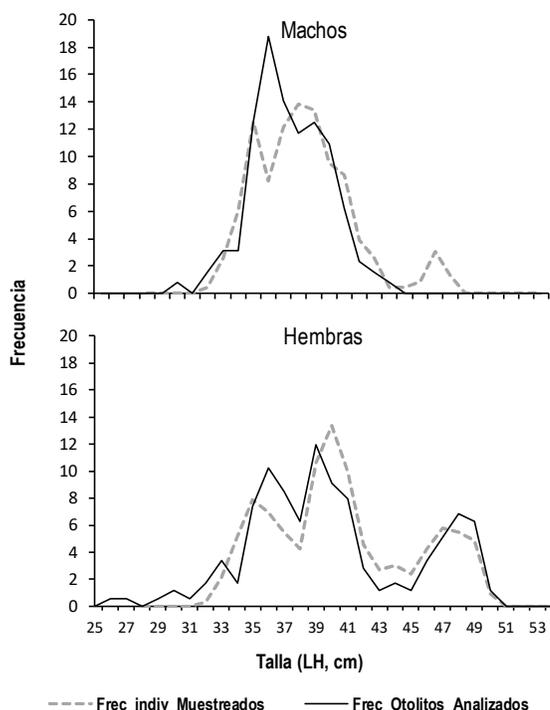
Año	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Total (%)
2009	0	10	80	10	100
2010	0	23	73	3	100
2011	0	24	76	0	100
2012	0	8	87	6	100
2013	0	9	89	2	100
2014	0	0	93	7	100
2015	0	9	91	0	100
2016	0	14	86	0	100

Fuente: IFOP. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en los muestreos biológicos.

La frecuencia en talla del muestreo biológico-longitud evidencio una distribución similar a la frecuencia de los individuos utilizados en la estimación de edad (Figura 66). A través del estadístico no paramétrico Wilcoxon, se demostró que no hay diferencias significativas entre ambas distribuciones (analizadas en

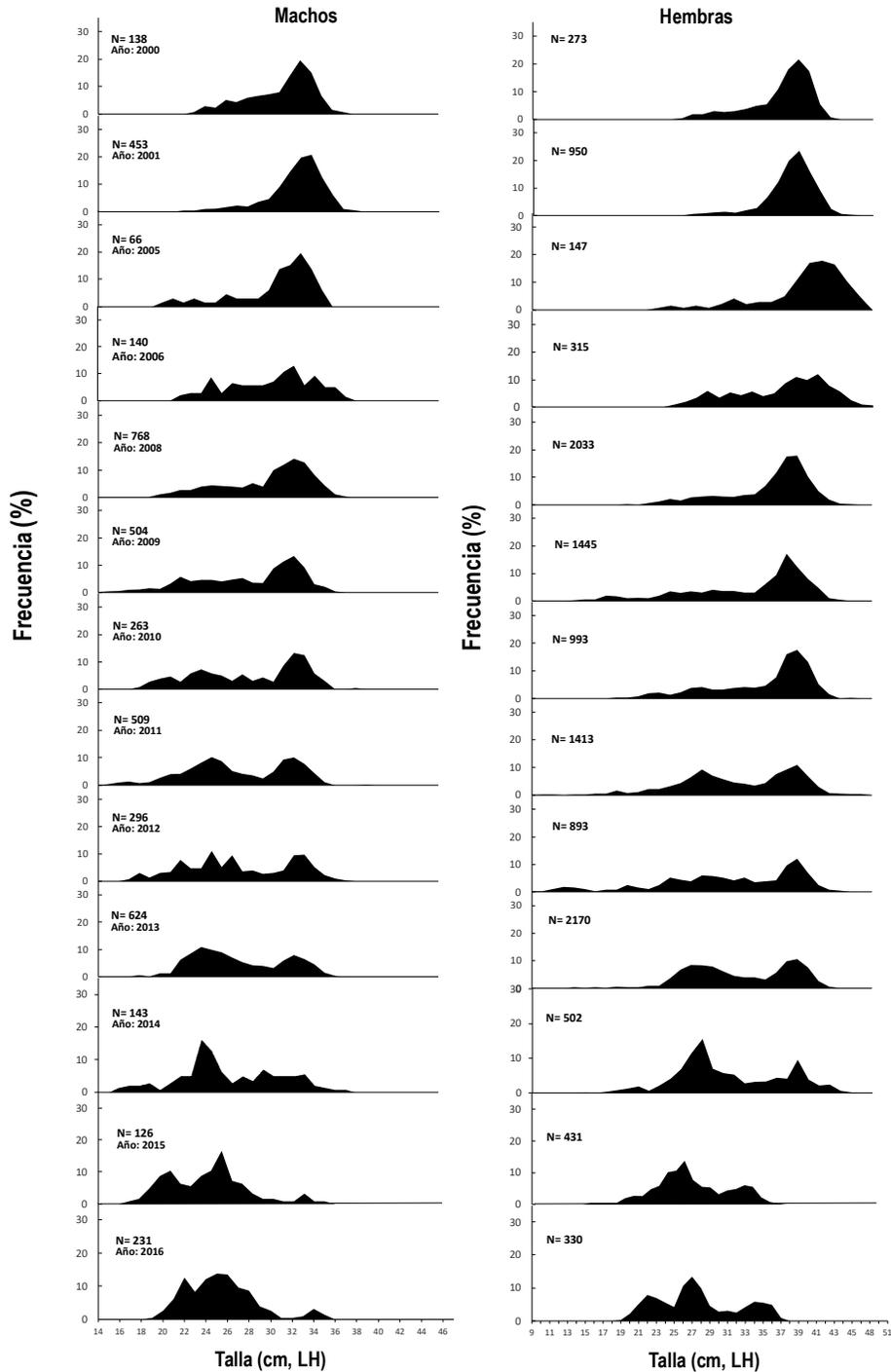


edad y observadas en muestreo de talla), tanto para hembras como machos con un  $p=0,93$  y  $p=0,92$  respectivamente. Por lo tanto, las muestras analizadas a la edad para la presente temporada, procedente del muestreo biológico del recurso, guarda estructuralmente relación con el muestreo de longitudes.



**Figura 66** Comparación en la distribución de frecuencia porcentual de tallas de peces objeto de lectura de edad (frecuencia otolitos analizados) y las tallas de peces derivadas del muestreo de talla (frecuencia individuos muestreados), provenientes de las capturas de besugo. Temporada 2016.

En la **Figura 67** se observa el desplazamiento histórico que ha tenido la talla modal de besugo hacia individuos más pequeños, desde un valor constante entre las temporadas 2000 - 2010, representado por individuos entre 33 y 35 cm LH para ambos sexos, hacia una condición de equilibrio bimodal para el periodo 2011 - 2014, con una moda principal de 25 cm LH y otra secundaria de 34 cm LH. Sin embargo, en los dos últimos años (2015 y 2016) se observa un desplazamiento paulatino de la moda principal hacia individuos más grandes (27 cm LH en ambos sexos). La moda secundaria se mantiene en los 34 cm LH.



**Figura 67** Composici3n de longitudes de las capturas obtenidas en los muestreos biol3gicos para machos y hembras en besugo 2000 – 2016.



## b) Determinación de la edad

Los otolitos obtenidos en el muestreo biológico que se efectúa en la pesquería, reciben un tratamiento estándar, que se encuentra resumido en [www.ifop.cl](http://www.ifop.cl) en Laboratorio de Edad y Crecimiento, Recursos demersales, besugo.

Para la determinación de edad en los otolitos se empleó las láminas finas de sección transversal. Los otolitos de besugo son frágiles, de modo que el seccionamiento conlleva procedimientos para evitar fracturas.

Los métodos comúnmente usados para estudiar edad en los otolitos consideran observar la estructura distalmente (cara externa) ó en su sección transversal. Ha sido demostrado (Christensen, 1964, Beamish & Mc Farlane, 1983) que el estudio de las secciones transversales de los otolitos es necesario para determinaciones de edades más exactas de peces longevos. Revisar solamente la superficie de los otolitos puede conllevar errores (sub-estimar la edad), C.A.R.E., 2006 y aunque este ángulo entregue una buena superficie para determinar edad en peces jóvenes debe emplearse el método que sea capaz de permitir observar la edad en el rango completo de edades de la especie en estudio (Ojeda *et al.*, 2010).

La diferencia que se aprecia en las determinaciones de edad a partir de la observación del otolito entero versus las edades que se observan en las secciones transversales son notables y un ejemplo de ello presentaron Ojeda *et al.*, (2010). El observar los otolitos por la cara externa y sometidos a hidratación entrega muy buenos resultados en peces jóvenes, pero después de aproximadamente el séptimo *annuli* el incremento absoluto entre estos es tan bajo que el espaciamiento entre ellos es muy pequeño, llegando a apreciarse como una zona difusa que impide el discernimiento entre los anillos de crecimiento. De allí que en este recurso se analice la edad en otolitos seccionados transversalmente con la técnica descrita en Ojeda y Muñoz (2008).

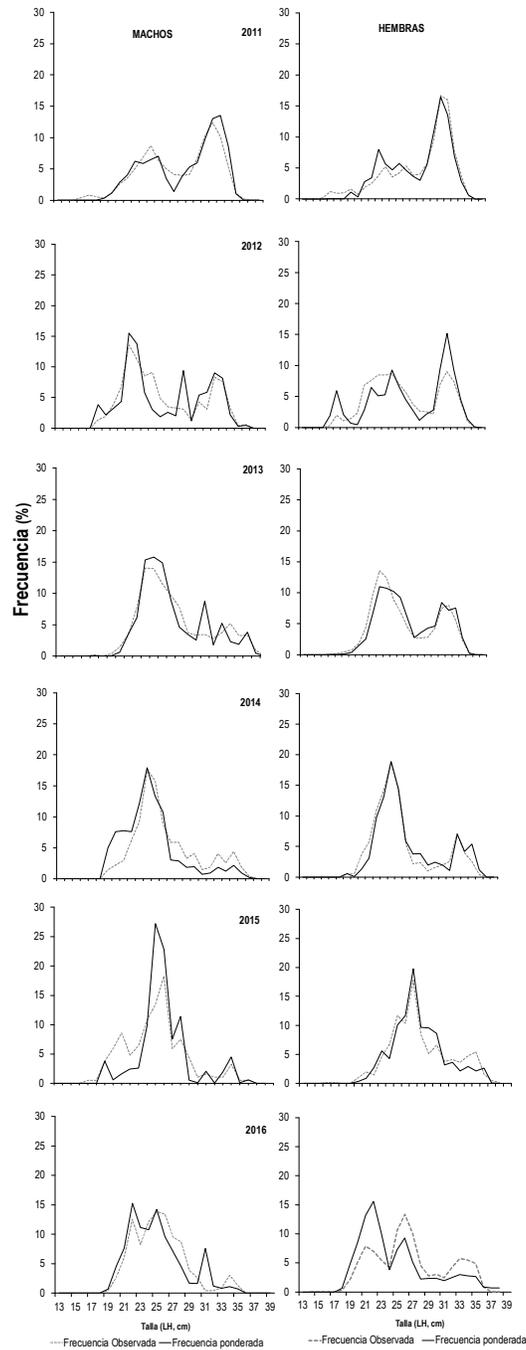


### c) **Desembarque en peso y en n3mero de ejemplares**

En la transformaci3n del desembarque en peso a n3mero de ejemplares, característica metodol3gica del presente estudio, se emplearon las distribuciones de tallas ponderadas a la captura, con lo que se imprime la importancia de la captura del lance de pesca de donde procede el muestreo.

En la **Figura 68** se incluye una comparaci3n de las distribuciones (por sexo) de longitud en frecuencia observada (sin ponderar) y la distribuci3n de tallas que se obtiene con ponderaci3n de los muestreos. Se puede apreciar que este procedimiento tiene un efecto mayor en el caso de los machos, entregando una mayor relevancia a la moda representada por individuos de 22 cm de talla, en relaci3n con la frecuencia observada que muestra a los individuos de 25 cm LH como moda principal. Por su parte en las hembras se muestra un efecto mayor en la ponderaci3n, dando un mayor peso a los individuos de 22 cm LH y las tallas sin ponderaci3n a los peces de 26 cm LH.

El muestreo de longitudes ha presentado en los 3ltimos a3os un bajo n3mero de individuos registrados. Para el 2016 se midieron 128 individuos, muy inferior a los 309 del a3o 2015. La disminuci3n en el muestreo se debe a la escaza presencia de besugo como fauna acompa3ante, ya que solo en los meses de enero, febrero, marzo, agosto y noviembre se cont3 con muestras para realizar mediciones de longitud. Por otra parte, el n3mero de individuos analizados en los muestreos biol3gicos fue de 517 peces, de los cuales al 67% se le extrajeron los otolitos para el an3lisis de edad. Las muestras observadas, que corresponde a la suma de los muestreos de longitud y biol3gico al pasar por el proceso de ponderaci3n correspondieron a 231 machos y 330 hembras.



**Figura 68** Distribuciones de longitud en frecuencias (%) observadas y ponderadas del desembarque de besugo (machos y hembras) de la zona demersal centro sur. Temporada a1o 2016. Fuente: Adaptado de Ojeda *et al.*, 2014.

**d) Función peso longitud**

Se empleó las funciones que relacionan el peso total (g) con la longitud horquilla (cm) de los peces capturados en el período 2016. Los parámetros de las relaciones longitud - peso estimados para machos y hembras, que se entregan en la **Tabla 23**, son utilizados para estimar las composiciones de longitud de las capturas en número y corresponde a una serie histórica que se ha venido actualizando para este recurso desde el 2011. Para el año 2016 el muestreo biológico total fue de 516 ejemplares.

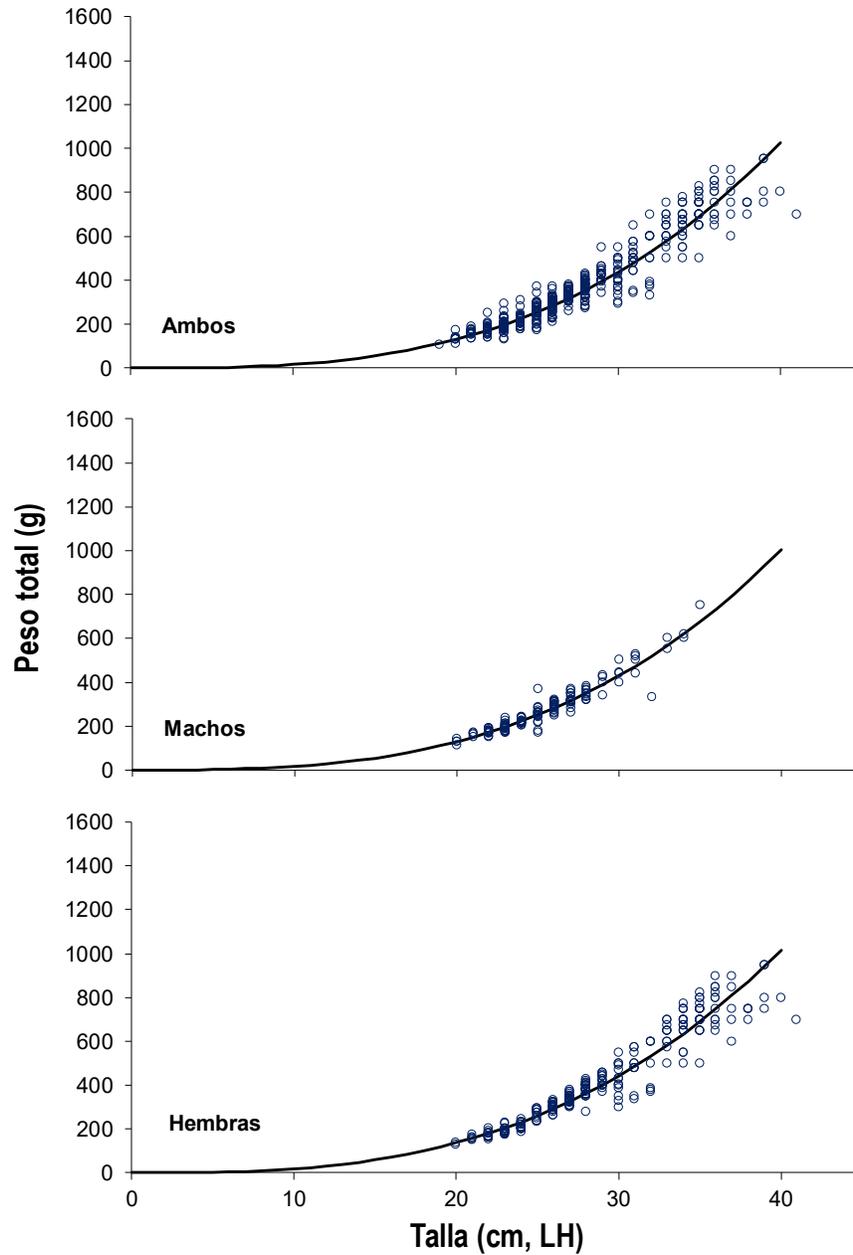
**Tabla 23**

Parámetros de las relaciones longitud horquilla (cm) – peso total (g) para besugo (macho, hembra y sexos combinados) de la zona demersal centro sur. Temporada 2016.

<b>Besugo</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>N</b>
<b>Machos</b>	<b>0,019</b>	<b>2,953</b>	<b>0,923</b>	<b>146</b>
Lim. Inferior	0,012	2,908		
Lim. Superior	0,029	3,093		
<b>Hembras</b>	<b>0,024</b>	<b>2,891</b>	<b>0,944</b>	<b>264</b>
Lim. Inferior	0,018	2,805		
Lim. Superior	0,032	2,977		
<b>Sexos combinados</b>	<b>0,017</b>	<b>2,979</b>	<b>0,929</b>	<b>516</b>
Lim. Inferior	0,014	2,908		
Lim. Superior	0,022	3,050		

Fuente: IFOP. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en los muestreos biológicos.

La representación gráfica de la dispersión de los pares ordenados y la curva teórica de los ajustes realizados durante el presente estudio se presenta en la **Figura 69**.

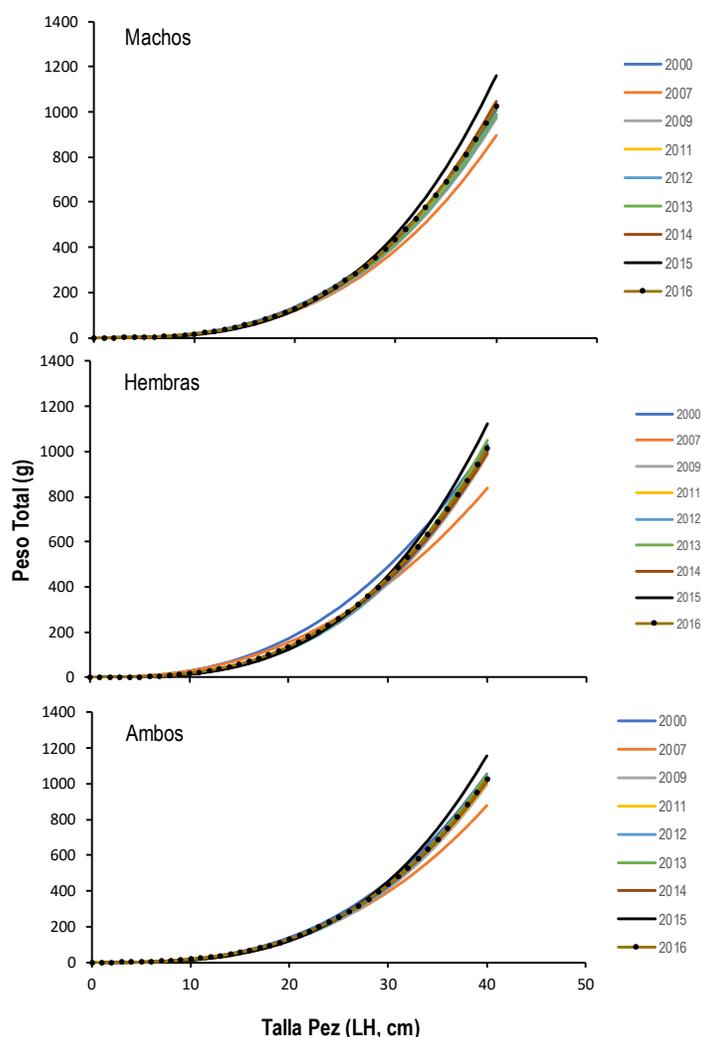


**Figura 69** Dispersión entre las variables longitud horquilla (cm) – peso total (g) para machos, hembras y sexos combinados de besugo para el año 2016. La curva representa la tendencia ajustada de las variables.



En la **Tabla 23** se observa que la funci3n peso-longitud presenta un elevado coeficiente de determinaci3n ( $\geq 0,92$ ). La serie hist3rica de los par3metros de las funciones peso - longitud de besugo fueron reportadas en G3lvez *et al.*, 2016 y se adiciona a esta serie los par3metros se3alados en la **Tabla 23**. En base a estos par3metros de la serie hist3rica se presenta la **Figura 70**.

En los diferentes a3os las curvas te3ricas muestran diferencias en los pesos promedios a partir de los  $\approx 30$  cm LH. Se observa que el peso medio a la talla en el 2016 ha mantenido la misma estructura que se vienen presentando desde el a3o 2000, exceptuando los a3os 2007 y 2015.



**Figura 70** Representaci3n gr3fica de las curvas te3ricas entre las variables peso total (g) – longitud horquilla (cm) para besugo en muestras de pesquer3as de arrastre 2000 – 2016.



A partir del a1o 2000, el cual present3 los mayores niveles de desembarque (5.792 t), las capturas han declinado ostensiblemente hasta llegar a un estado de deterioro tal que durante los a1os 2006 al 2009 no se lleg3 a capturar la cuota autorizada para tales periodos. Situaci3n similar ocurri3 con los pesos promedios de los individuos, ya que en los a1os 2000 y 2001 el besugo alcanz3 el mayor nivel de peso promedio para machos y hembras. Posteriormente a declinado a niveles tales que el 2016 el peso promedio de los individuos disminuy3 m3s del 50% con respecto el a1o 2000 y en un 14% en relaci3n al a1o anterior (**Tabla 24**).

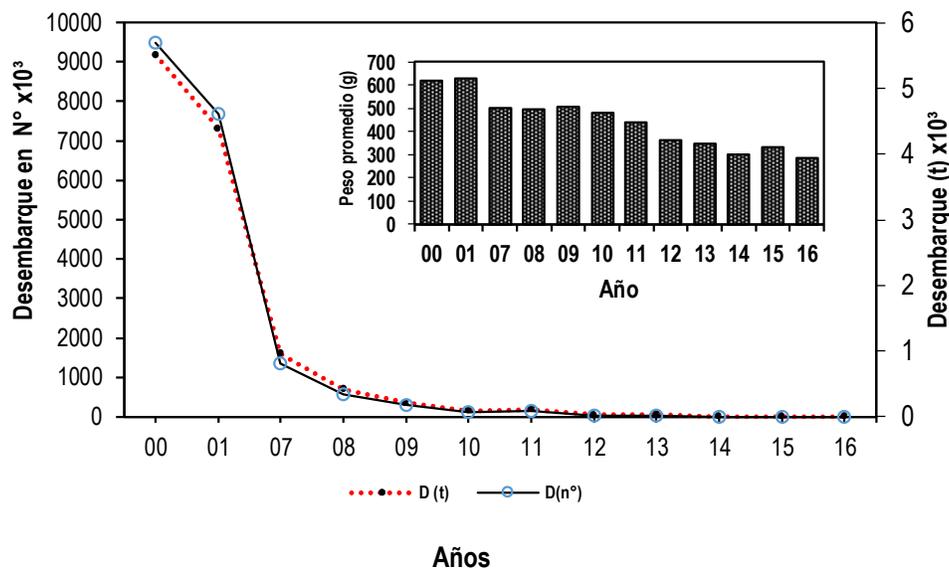
**Tabla 24**

Pesos promedios (g) registrados en la captura de besugo para machos y hembras en los periodos de desembarque 2000 – 2016.

<b>A1o</b>	<b>Machos</b>	<b>Hembras</b>
2000	578	661
2001	601	659
2002	576	609
2003	461	521
2004	560	567
2005	460	542
2006	442	509
2007	478	526
2008	453	543
2009	472	538
2010	449	518
2011	421	458
2012	320	406
2013	303	393
2014	250	349
2015	301	368
<b>2016</b>	<b>262</b>	<b>314</b>

Fuente: IFOP. Elaboraci3n propia a partir de los datos obtenidos en los muestreos biol3gicos.

En la **Figura 71** se presenta los valores de desembarque en peso (t) y n1mero de ejemplares, adem3s del peso promedio de sexos combinados (periodo de estudio de la edad del besugo). Si bien, desde el a1o 2010 este recurso est3 bajo r3gimen de veda biol3gica, las capturas como fauna acompa1ante muestra como los pesos promedios han disminuido en los 17 a1os. Un ejemplo de esto, se observa entre los a1os 2000 al 2016, donde el peso promedio ha disminuido en m3s de un 50% (considerando sexos combinados).



**Figura 71** Desembarque en peso (t), número ejemplares y los pesos promedios de las capturas del período 2000 al 2016 (sexos combinados). Fuente: IFOP. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en los muestreos biológicos.

### e) Desembarque en número por edad

Las composiciones del desembarque en número de individuos por grupos de edad para machos, hembras y el vector de error asociado se entregan en el **anexo 3 tablas 1 a 3**, año 2016.

La estructura de edad del año 2016 muestra que la captura estuvo representada por individuos correspondientes a las clases de edad 4 a 44 para los machos y de 4 a 60 para hembras. Los grupos de edad con aporte  $\geq 5\%$  en la estructura constituyen un 91,8% del desembarque de machos y está sustentado principalmente por las clases de 8 a 12 años. Para el caso de las hembras, los grupos de edad con aporte  $\geq 5\%$  son los grupos de edad entre 8 a 12 años, aportando estos el 80,1% del desembarque de hembras para el año 2016.

La composición de la captura en número por talla y por grupos de edad, lleva asociado un vector de error que se deja expresado en términos de varianza (var) y coeficiente de variación (CV). En **anexo 3 tablas 3** se presentan los valores Var y CV asociados a cada grupo de edad. En los grupos de edad de mayor aporte en las capturas los CV toman para los machos valores entre 14,6% a 14,9% y las hembras desde los 11,5% a 20,5%.

La composición del desembarque en número por sexo, en forma histórica, se muestra en la **Tabla 25**, allí se puede apreciar que para el 2016, se presenta que a partir de la cifra oficiales de desembarque en la pesquería industrial empleada (3,5 t), el desembarque total en número alcanzó a 11.959 individuos, del



cual el 41,2% correspondi3 a machos (4.925 ejemplares) y el 58,8% a hembras (7.034 ejemplares). Desembarque que representa un aumento del 59,3% con respecto al a3o 2015, cuyo desembarque total fue de 4.936 ejemplares.

**Tabla 25**  
Desembarque hist3rico de Besugo en n3mero de ejemplares por a3o.

<b>A3o</b>	<b>Machos</b>	<b>Hembras</b>	<b>Total</b>
00	4.346.150	4.843.904	9.190.054
01	3.978.286	3.343.434	7.321.720
07	864.676	743.596	1.608.272
08	242.973	458.484	701.457
09	132.814	221.677	354.491
10	47.126	116.501	163.627
11	87.792	96.667	184.459
12	16.422	33.248	49.670
13	20.844	48.040	68.884
14	2.724	5.077	7.801
15	1.156	3.780	4.936
<b>16</b>	<b>4.925</b>	<b>7.034</b>	<b>11.959</b>

Fuente: IFOP. Elaboraci3n propia a partir de los datos obtenidos en los muestreos biol3gicos.

En la **Figura 72**, se presenta la serie hist3rica que comprende los a3os 2000 al 2016 en porcentaje del desembarque en n3mero por grupos de edad para machos, hembras y ambos. Los machos en sus inicios presentan como moda principal los grupos de edad de 32 a 36, los cuales mantienen su importancia hasta el a3o 2008, sin embargo, a partir de ah3 comienza a aumentar la presencia de los grupos de edad de 8 a 16. En el a3o 2010 las principales modas corresponden a las clases de edad 8 y 28 a3os (17% y 20% respectivamente del total de los machos). A partir del a3o 2011 la moda se traslada totalmente hacia individuos m3s j3venes (clase de edad 8-12), dejando como moda secundaria a los grupos de 28-32 a3os. Para el 2016 el escenario vuelve a cambiar, ya que la poblaci3n est3 representada por los grupos de edad cuatro y ocho, perdiendo relevancia los individuos de 12 a3os y m3s.

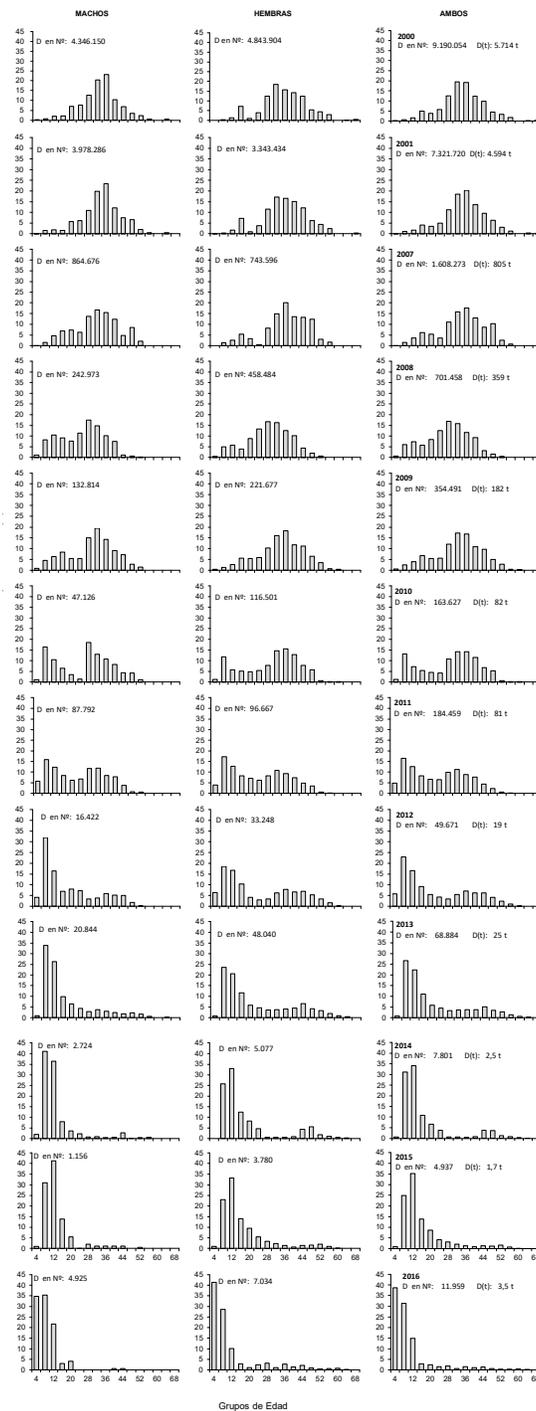
El caso de las hembras es similar en los primeros periodos, ya que tambi3n presentaban como moda principal los grupos de edad 32 a 36, cuyas modas se mantuvieron hasta el a3o 2010, ya en el 2011 comienza aparecer como moda principal los grupos de edad de 8-12 y a su vez pierde presencia los individuos m3s longevos. En el a3o 2016 disminuye casi en su totalidad la presencia de los grupos de edad mayores a 16 a3os, los cuales representan solo el 20% de la poblaci3n de besugo.



Considerando la existencia de una veda biológica a partir del año 2010 para el recurso, con capturas solo autorizadas como fauna acompañante y para fines de investigación. Para los años 2010 y 2011 se permitió la pesca de 50 t (10 t sector artesanal y 40 t para el industrial), sin embargo, estas cifras fueron superadas largamente, ya que las cifras oficiales indican un desembarque de 129 y 109 t para los años 2010 y 2011 respectivamente, superando en más de un 100% a lo establecido por la autoridad. Este uso de los recursos, cambió lo proyectado al 2012 (Historia de la Ley N°20.560), dado que se modificó el régimen jurídico, lo que permitió reservar un 2% para investigación y un 2% para imprevistos pesqueros tomando de referencia la cuota de captura ó el desembarque del año anterior.

Para el periodo que comprende los años 2012 - 2016 la cifra total de captura autorizada fue 12 t como fauna acompañante, (10 t asignada a pesca industrial y 2 t a pesca artesanal), la que fue sobrepasada en un 56% (18,7 t) y 110% (25 t) en los años 2012 y 2013 respectivamente. Escenario que cambió durante los años 2014 al 2016, donde sólo se extrajo el 25,3% (7,7 t), de las 30 t autorizadas para la pesca industrial de besugo.

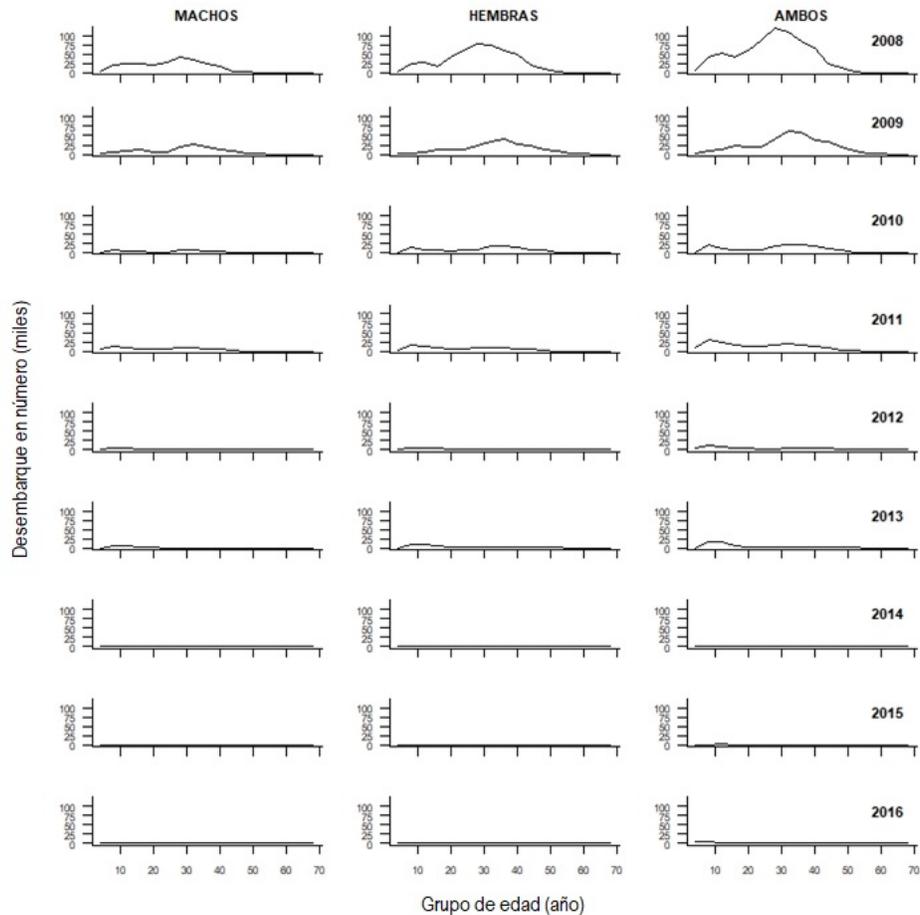
Desde 2011 al 2012, se experimentó una disminución notable de la captura como fauna acompañante, no obstante, si se considera que el fin de aplicar la veda biológica es proteger los procesos de reproducción, reclutamiento y crecimiento. Se puede apreciar que estructuralmente desde 2010 (1er año de veda biológica) en adelante, se fue incrementando la composición etaria de los ejemplares más jóvenes. Para los años 2012 y 2013, la población de besugo se concentró mayoritariamente en el grupo de edad ocho, representando el 25% del besugo capturado. Los siguientes dos años la población se concentró en los grupos de edad 12, representando el 35% de la población. Esta tendencia a la juvenización de la población de besugo se acentuó para el año 2016, debido a que la moda estuvo representada por el grupo de edad cuatro (sexos combinados) con un 39% de participación. El desembarque registrado en el 2016 (3,5 t) es el mayor desde el año 2013



**Figura 72** Composici3n del desembarque porcentual al grupo de edad de besugo (machos, hembras y sexos combinados), para el periodo 2000 al 2016. Fuente: Adaptado de Ojeda *et al.*, 2014.



En la **Figura 73** se presenta la composici3n de desembarque en n3mero de individuos para el periodo que comprende los a3os 2008 al 2016, graficas que demuestran el nivel de juvenizaci3n que ha alcanzado la poblaci3n en los 3ltimos ocho a3os. La moda en el a3o 2008 estuvo representada por individuos del grupo de edad 32 y para el 2016 por el grupo de edad cuatro.



**Figura 73** Composici3n de los desembarques en n3meros de individuos por edad de besugo (machos, hembras y ambos) para el periodo 2008 – 2016. Fuente: Adaptado de Ojeda *et al.*, 2014.



### f) Retro c3lculo de par3metros de crecimiento

La **Figura 74** indica que a lo largo del periodo 2012-2016 existe una relaci3n directa entre las variables radio m3ximo de lectura (RML) del otolito y LH del pez. Con un coeficiente de determinaci3n ( $r^2$ )  $\geq 0,85$ , dependencia 3ptima para el uso de retro-c3lculo, permitiendo obtener informaci3n de las longitudes en los ejemplares m3s j3venes de la poblaci3n, los cuales no aparecen frecuentemente en la pesquer3a de besugo.

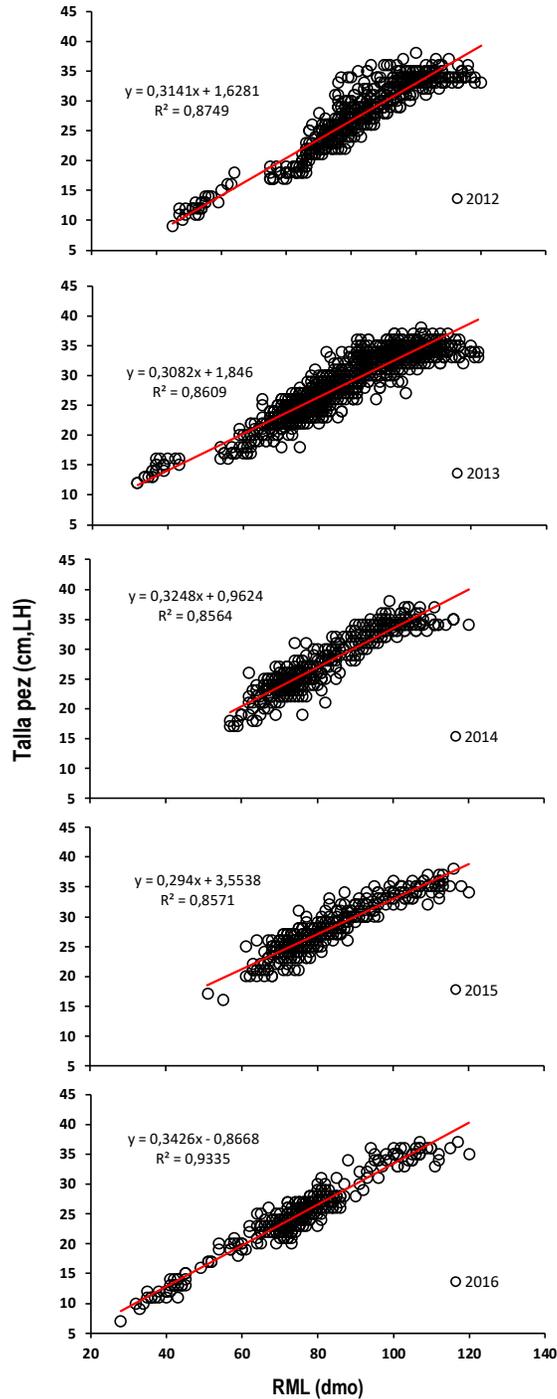
Las longitudes observadas y retro-calculadas corregidas para ambos sexos se entregan en la **Tabla 26**. De esta tabla se obtuvieron 90 longitudes retro-calculadas, que van desde el primer a3o de vida hasta los seis a3os. Estas longitudes fueron ingresadas para la estimaci3n de los par3metros de crecimiento ( $L_\infty$ ,  $k$  y  $t_0$ ), mediante el modelo de Von Bertalanffy tradicional para los a3os 2012 – 2016.

**Tabla 26**

Longitudes observadas y retro- calculadas a edades entre 1 a 6 a3os para ambos sexos de besugo.

Datos Observados				Edades (a3os)					
Talla pez (LH, cm)	Radio Lect (dmo)	Edad (a3os)	Sexo	1	2	3	4	5	6
12	32	3	3	4,5	7,5	10,9			
14	36	3	3	4,7	8,9	12,8			
14	36	3	3	4,7	8,9	12,8			
13	34	3	3	5,0	8,4	11,5			
12	32	3	3	4,5	7,5	10,5			
15	39	4	1	5,0	7,7	11,5	15,0		
16	40	4	2	4,4	8,8	12,4	15,6		
15	37	4	2	4,9	8,1	12,2	15,0		
13	36	4	3	4,0	6,1	10,1	12,6		
14	37	4	3	4,9	7,6	10,6	13,2		
17	58	5	2	5,3	7,0	10,3	12,3	16,4	
18	54	5	1	6,7	9,3	14,0	15,7	17,7	
16	43	5	2	4,5	8,9	11,2	13,0	15,6	
15	39	5	3	4,2	7,7	10,8	13,5	15,5	
15	39	5	3	4,6	7,7	11,5	13,0	14,9	
17	57	6	1	5,7	8,4	10,7	12,8	14,9	16,7
16	56	6	2	5,7	9,7	11,4	12,9	14,3	15,7
17	57	6	2	5,4	7,8	9,8	13,4	14,9	16,7
18	60	6	2	6,0	7,8	10,5	12,0	14,1	16,8
17	61	6	3	5,6	8,4	10,3	12,5	14,5	16,7

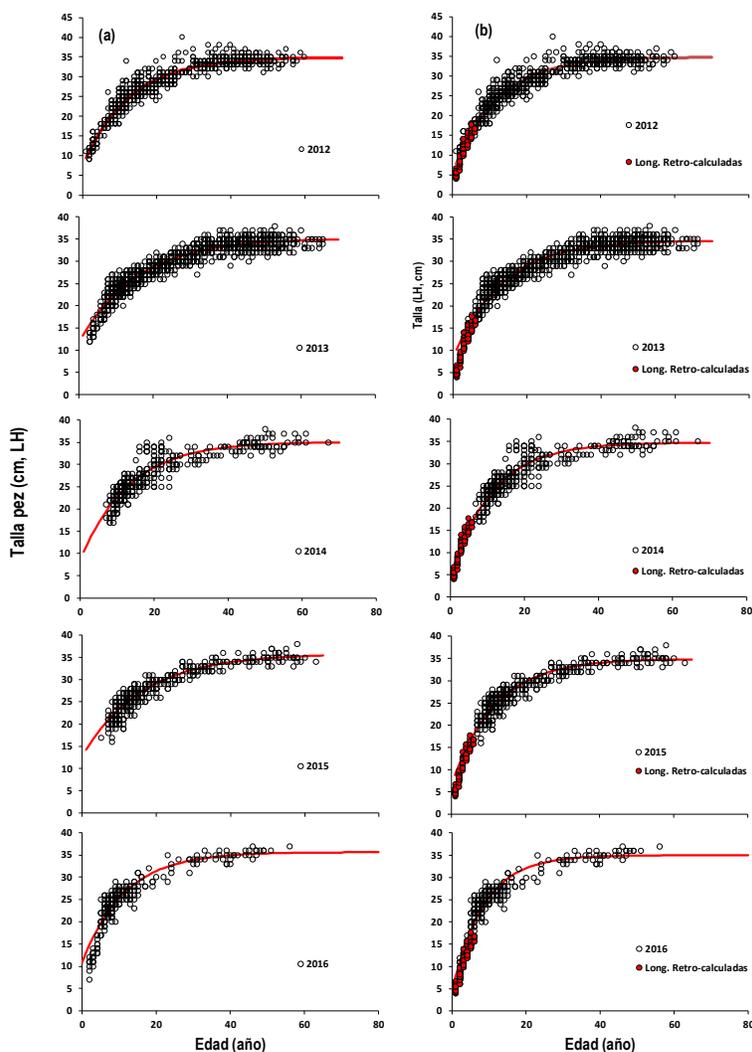
Fuente: IFOP. Elaboraci3n propia a partir de los datos obtenidos en los muestreos biol3gicos.



**Figura 74** Relaci3n entre el RML (dmo) y LH del pez (cm) para sexos combinados de besugo. Perodo 2012-2016. La lnea roja representa la tendencia lineal entre las variables, incluye par3metros de la relaci3n de las variables.

### g) Ajuste de la relación talla-edad

La **Figura 75** muestra la relación entre las variables LH pez (cm) y la edad observada (años) con su curva ajustada de crecimiento para ambos sexos en el periodo 2012 - 2016, donde los rangos de edad y la media para el periodo fue 1 – 66 años ( $\mu= 21$  años). En el caso de la LH de los individuos, los rangos y media estuvieron entre 7,0 – 40 cm ( $\mu= 27,4$  cm).



**Figura 75** Relación entre las variables LH del pez (cm) y Edad pez (año) para sexos combinados de besugo recolectados para lecturas de otolitos en las temporadas 2012 al 2016. Línea roja: Representa la curva de crecimiento ajustada por el modelo vB tradicional. (a) Modelo ajustado con longitudes observadas (b) Modelo ajustado con longitudes retro-calculadas (puntos en rojo).



Los parámetros obtenidos del modelo vB tradicional ( $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$ ) con longitudes observadas y retro-calculadas se resumen a continuación en la **Tabla 27**.

**Tabla 27**

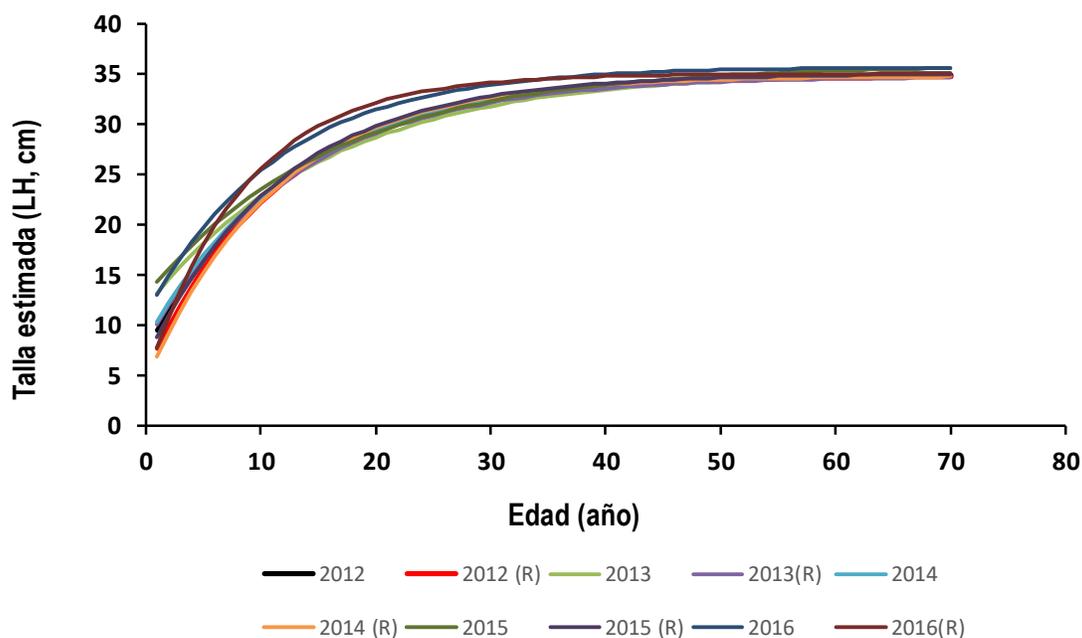
Parámetros de crecimiento obtenidos a través del modelo no lineal de vB tradicional para ambos sexos en besugo recolectado en los periodos 2012 al 2016

Años	Parametros	Valor estimado	Error estandar	Lim.Inf (95%)	Lim.Sup (95%)	R <sup>2</sup>
2012	<i>Loo</i>	34,97	0,14	34,70	35,24	0,88
	<i>K</i>	0,08	0,00	0,07	0,08	
	<i>to</i>	-3,03	0,41	-3,83	-2,22	
2012 *	<i>Loo</i>	34,78	0,11	34,57	34,99	0,91
	<i>K</i>	0,09	0,00	0,08	0,09	
	<i>to</i>	-1,95	0,22	-2,38	-1,53	
2013	<i>Loo</i>	35,20	0,12	34,96	35,43	0,88
	<i>K</i>	0,06	0,00	0,06	0,07	
	<i>to</i>	-6,34	0,49	-7,31	-5,37	
2013 *	<i>Loo</i>	34,74	0,08	34,58	34,91	0,89
	<i>K</i>	0,08	0,00	0,07	0,08	
	<i>to</i>	-3,48	0,28	-4,02	-2,93	
2014	<i>Loo</i>	35,13	0,23	34,68	35,57	0,85
	<i>K</i>	0,08	0,01	0,07	0,09	
	<i>to</i>	-3,54	0,86	-5,23	-1,85	
2014 *	<i>Loo</i>	34,77	0,15	34,49	35,06	0,89
	<i>K</i>	0,09	0,00	0,09	0,09	
	<i>to</i>	-1,47	0,24	-1,94	-1,00	
2015	<i>Loo</i>	35,82	0,21	34,71	35,40	0,91
	<i>K</i>	0,06	0,00	0,06	0,06	
	<i>to</i>	-7,19	0,79	-8,75	-5,63	
2015 *	<i>Loo</i>	35,00	0,13	34,71	35,06	0,93
	<i>K</i>	0,09	0,00	0,08	0,09	
	<i>to</i>	-2,42	0,29	-2,98	-1,85	
2016	<i>Loo</i>	35,65	0,21	35,24	36,07	0,92
	<i>K</i>	0,09	0,00	0,08	0,10	
	<i>to</i>	-4,15	0,49	-5,10	-3,19	
2016 *	<i>Loo</i>	34,98	0,17	34,66	35,31	0,93
	<i>K</i>	0,12	0,00	0,11	0,13	
	<i>to</i>	-1,12	0,20	-1,51	-0,72	

\* Indica los parámetros obtenidos con inclusión de datos de longitudes retro-calculadas. Fuente: IFOP. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en los muestreos biológicos.



La estimaci3n de las curvas de crecimiento presentadas en la **Figura 76**, dan cuenta que, a partir de los 15 a1os, las curvas se homogenizan, indiferente de la metodolog1a empleada en la estimaci3n (Observados y retro-calculados). Anterior a los 15 a1os se observa que las menores longitudes se obtienen en las curvas donde se integran longitudes retro-calculados para la estimaci3n de los par1metros de crecimiento. Sin embargo, para el 2016 las curvas muestran una estructura diferente al resto de los a1os, debido a un valor m1s alto en el par1metro del coeficiente de crecimiento anual (k). Generando tasas de crecimiento m1s altas en los primeros 40 a1os de vida.



**Figura 76** Ajuste de las curvas de crecimiento para ambos sexos de besugo para el periodo 2012 - 2016. Donde (R) corresponde a la curva ajustada con los par1metros retro-calculado.



### 5.5.3 Análisis y discusión de la pesquería

Durante las últimas seis temporadas, la actividad pesquera sobre el recurso besugo se encontró reprimida como consecuencia de la implementación de vedas extractivas, siendo autorizada su captura en calidad de fauna acompañante (D Ex. N° 1.962 del 2009; 1.470 del 2010; 04 del 2012; 167 del 2013; 10 de 2014 y 23 de 2016, MINECON). Al respecto, los niveles de operación sobre el recurso fueron registrados mediante bitácora de pesca con Observadores Científicos de IFOP embarcados y complementadas por la información provenientes de Sernapesca, lo que permitió al programa de seguimiento reportar los principales indicadores biológico-pesqueros comprometidos en la propuesta técnica 2016. Cabe destacar que, el registro de información en este aspecto respondió a un diseño de muestreo de oportunidad, por lo que los indicadores reportados y sus variaciones espacio-temporales no permiten describir un patrón operacional de la pesquería o disponibilidad del recurso, sino más bien describir parcialmente algunos aspectos del mismo

Los indicadores pesqueros registraron en general variaciones negativas respecto a la temporada 2015, tanto en el número total de lances como en el número de viajes de pesca con presencia del recurso. Los mayores niveles de operación pesquera se concentraron entre Lebu e Isla Mocha, situación que representa una condición histórica y que guarda relación con la presencia de caladeros de pesca tradicionales en las operaciones comerciales sobre el recurso merluza común. Durante la presente temporada 2016, la captura anual en calidad de fauna acompañante monitoreada, superó en 10 toneladas lo autorizado por la normativa para la flota industrial, pese a que de acuerdo a la cifra de desembarque preliminar se registró una disminución del 32,5% comparativamente con la temporada anterior. Esta situación ha sido recurrente para el periodo de veda extractiva y es explicado por operaciones de pesca al noroeste de Isla Mocha, en donde por lo general, un único lance completa y supera la cuota establecida, generando episodios de descarte e impactando negativamente en la protección del recurso.

La composición de tallas registrada durante la temporada 2016 presentó el desplazamiento de la moda principal hacia longitudes mayores en comparación a la temporada pasada, disminuyendo de manera importante la proporción de ejemplares por debajo de la talla de referencia de 23 cm (Flores *et al.*, 2015). No obstante, esta tendencia debe ser tomada con cautela debido a la baja representatividad del muestreo de longitud alcanzado durante la presente temporada, no reflejando necesariamente la condición de stock.

Con respecto a las estimaciones de los parámetros de crecimiento en besugo (sexos combinados), no son representativas de la población producto del sesgo existente de los individuos menores a 3 años (Candy *et al.*, 2007), ya que los individuos más jóvenes no aparecen en las capturas (Gálvez y Rebolledo, 2000; Wiff *et al.*, 2008). El parámetro más afectado por el sesgo es el  $t_0$ , generando tallas a la edad=0 muy altas, problemática que Contreras y Arellano (2013) intentaron solucionar mediante la aplicación de un modelo robusto y flexible, el cual no evidenció un cambio sustancial en el parámetro. Sin embargo, Cubillo *et al.* (2009) probó mediante el uso del retro-cálculo suplir el sesgo producido en las capturas, estimando parámetros más consistentes que los obtenidos utilizando solo edades muestreadas en las capturas. No obstante, la metodología usada para determinar la edad de los individuos no es similar a la propuesta en el estudio de Ojeda *et al.* (2010), donde se propone contabilizar todos los anillos que están en el borde del



otolito *sagitta*, aumentando la edad máxima de 15 a 54 años entre un estudio y otro, haciendo incomparable los parámetros de crecimiento obtenidas a través de estas dos metodologías de lectura.

Al igual que los años anteriores, el 2016 también integró medidas retro-calculadas para estimar los parámetros de crecimiento, dejando atrás el efecto que produce el sesgo de las primeras edades dentro de la curva de crecimiento. La curva de crecimiento ajustada mostró un comportamiento diferente de los años anteriores, producto que el parámetro “*k*” presentó un valor significativamente elevado, generando un aumento en las tasas de crecimiento anual de los primeros 40 años de vida.

En referencia a la condición reproductiva del recurso, no fue posible establecer de manera fehaciente el periodo máximo de actividad, dado que no se contó con la continuidad temporal de la información biológica necesaria. Sin bien estudios recientes indican un periodo reproductivo acotado a la temporada otoño-invierno (Flores *et al.*, 2015), durante la presente temporada se optó por utilizar en la estimación de la curva de madurez sexual la totalidad de la información disponible, por lo que no se descarta la potencial incorporación de sesgos en el cálculo de los parámetros de madurez (Hunter y Macewicz, 2003). La longitud media de madurez sexual ( $L_{50\%}$ ) calculada para hembras de la especie presentó un buen ajuste, con intervalos de confianza acotados, próximo al valor calculado mediante el análisis histológico (Flores *et al.*, 2015), registrando por lo demás una relativa estabilidad del parámetro para el periodo 2012-2016. En machos el ajuste de la curva no fue óptimo, dada la amplitud de los intervalos de confianza que presentó la curva estimada en relación a los valores observados, probablemente debido a una mayor dificultad en la asignación de estadios macroscópicos y que derivaría de la sobreestimación de fracción inmadura (Brown-Peterson *et al.*, 2011).

Al respecto, es importante destacar la reducción que ha demostrado la edad media de madurez sexual ( $E_{50\%}$ ), reportando para la presente temporada el valor más bajo de la serie histórica 2012-2016. Este escenario podría ser consecuencia de las altas tasas de explotación, a las cuales estuvo sujeta el recurso durante el periodo 1997-2007 y que ha sido observado en otros recursos de importancia económica (Heino *et al.*, 2002; Rochet, 2009; Barot *et al.*, 2004; Olsen *et al.*, 2004 y 2005; Grift *et al.*, 2003; Mollet *et al.*, 2007). Como hipótesis alternativa, si bien esta tendencia pudiesen guardar relación con mecanismos compensatorios tendientes a incrementar la supervivencia y la reproducción frente a la presión extractiva (Stearns y Koella, 1986; Lorenzen y Enberg, 2002; Rose *et al.*, 2001), es igualmente probable que la explicación esté condicionada por diversos factores como los aspectos metodológicos empleados, la composición de talla de las hembras utilizadas o la cobertura espacio-temporal considerada en el análisis, así también como la falta de estandarización de las escalas de madurez utilizadas (Hunter y Macewicz, 2003; Brown-Peterson *et al.*, 2011; Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011).



Debido a las limitaciones operacionales a las cuales est1 sujeta la toma de muestra de ejemplares de besugo, queda en evidencia lo dif3cil que resulta monitorear su condici3n reproductiva, debido a que no se logr3 contar con una cobertura anual adecuada. Frente a esto se recomienda a futuro realizar estudios reproductivos del recurso a partir de informaci3n independiente de la pesquer3a, que permita alcanzar una cobertura espacial y temporal apropiada y con tama1o de muestras de hembras y machos representativas, a manera de lograr identificar 1reas de desoves, como tambi3n la adecuada evaluaci3n de la magnitud del aporte reproductivo en los per3odos de oto1o e invierno, a trav3s de la estandarizaci3n y validaci3n de las escalas de madurez macrosc3pica por medio de la t3cnica histol3gica.

Aunque actualmente la pesquer3a de besugo en el Pac3fico Sudeste est1 cerrada y s3lo se autoriza una cantidad m3nima de capturas como fauna acompa1ante, los par1metros de vida estimados en el presente estudio, principalmente la edad a la madurez, sugieren que la poblaci3n ha sido fuertemente afectada por las altas tasas de explotaci3n en los 3ltimos 15 a1os. Por otra parte, la estructura por edad de la captura para el per3odo 2012-2016 mostr3 la eliminaci3n de un alto porcentaje de peces (~ 60%) bajo el tama1o y la edad de 50% de madurez (C3spedes *et al.*, 2015). Esta condici3n podr3a ser cr3tica para una especie de aguas profundas, debido a su menor resiliencia a la presi3n de pesca y reflejado en una menor capacidad de recuperaci3n.

6.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- 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., B. Fach, A. Arkhipkin y C. Jones. 2012. Testing early life connectivity supplying a marine fishery around the Falkland Islands. *Fish. Res.* 121-122: 144-152.
- Balbontín, F., P. Troncoso y E. López. Análisis de la condición reproductiva del bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides* de la zona austral de Chile, entre enero y diciembre de 2011. En: Rubilar, P. y A. Zuleta. 2011. Pesca de Investigación bacalao 2010. Bases para un programa colaborativo de monitoreo científico en la pesquería del bacalao. Centro de Estudios Pesqueros S.A. 81 p.
- Barot S., Heino M., O'Brien L. and Dieckmann U. 2004. Reaction norms for age and size at maturation: study of the long term trend (1970e1998) for Georges Bank and Gulf of Maine cod stocks. *Ecological Applications Journal* . 14, 1257 – 1271.
- Beamish R. y G. McFarlane, 1983. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. *Trans. Am. Fish. Soc.* 112:735-743.
- Brown-Peterson, N. J., Wyanski, D. M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B. J. & Lowerre-Barbieri, S. K. 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries* 3, 52–70.
- Candy. S., A. Constable., T. Lamb y R. Williams. 2007. A Von Bertalanffy growth model for toothfish at Heard Island fitted to length-at-age data and compared to observed growth from mark-recapture studies. *CCAMLR Sci.* 144, 43-66.
- C.A.R.E. 2006. Manual on generalized age determination. Procedures for groundfish. Committee of Age Reading Experts. Pacific Coast Groundfish Ageing Technicians. The Canada/U.S. Groundfish Committee.
- Céspedes, R., Z. Young, V. Ojeda, L. Adasme, F. Cerna, H. Miranda, C. Vera y R. Bravo. 1997. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Pesquerías Nacionales. Informe Final. Investigación Situación de las Pesquerías Demersales Zona Sur-Austral 1996. Requirente: Subsecretaría de Pesca- Chile. Ejecutor: Instituto de Fomento Pesquero. 97 pg; 69 Tablas y 217 Figuras.



- Céspedes, R., Z. Young, V. Ojeda, F. Cerna, L. Adasme, H. Hidalgo, R. Bravo, H. Miranda y C. Vera. 1998. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Investigación Situación Pesquería Demersal Zona Sur-Austral 1997. Requirente: Subsecretaría de Pesca- Chile. Ejecutor: Instituto de Fomento Pesquero. 93 pg; 72 Tablas y 115 Figuras.
- Céspedes, R., Z. Young, V. Ojeda, F. Cerna, L. Adasme, H. Hidalgo, R. Bravo, H. Miranda y C. Vera. 1999. Informe Final Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 1998. 112p; 70 Tablas y 156 Figuras.
- Céspedes, R., Z. Young, V. Ojeda, F. Cerna, L. Adasme, H. Hidalgo, R. Bravo, G. Ojeda; H. Miranda y C. Vera. 2000. Informe Final Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 1999. 90p; 64 Tablas y 94 Figuras.
- Céspedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, M. Nilo, F. Cerna, E. palta, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Muñoz y L. Chong. 2002. Informe Final Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2001. 183p; Anexos.
- Céspedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, C. Toledo, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Chong y K. Hunt. 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. (más anexos).
- Céspedes, R., L. Adasme, L. Chong, V. Ojeda, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, y K. Hunt. 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. (+ anexos).
- Céspedes, R., L. Adasme, L. Chong, V. Ojeda, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, y K. Hunt. 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., L. Adasme, L. Chong, V. Ojeda, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L-Miranda, K. Hunt y M. Miranda. 2008. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2007. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SSPA. Informe final, IFOP, 202 p. (+ anexos).



- Céspedes, R., L. Adasme, L. Chong, V. Ojeda, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L-Miranda, K. Hunt y M. Miranda. 2009. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2008. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SSPA. Informe final, IFOP, 235 p. (+ anexos).
- Céspedes, R., V. Ojeda, L. Chong, L. Adasme, L. Muñoz y R. Bravo. 2010. Consolidado de bacalao de profundidad. En proyecto Investigación Situación Pesquería Demersal Austral Industrial, 2009. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SSPA. Informe final, IFOP, 66 p. (+ anexos).
- Céspedes, R., L. Chong, R. San Juan, P. Gálvez, V. Ojeda, G. Moyano, R. Bravo, L. Muñoz, L. Adasme y J. González. 2015. Convenio de desempeño 2014. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección V: Recursos de Aguas Profundas, 2014. Ejecutor IFOP – Requirente: Subsecretaría de Pesca.
- Chong, L. y R. Céspedes. 2013. Reporte desembarque de bacalao de profundidad en lanchas artesanales 2004-2012: aproximaciones de desembarques al norte y sur del paralelo 47° S. Informe IFOP. 13p.
- Christensen, J. 1964. Burning of otoliths, a technique for age determination of soles and other fish. J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 29:73-81.
- 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.
- Contreras, J. y R. Arellano-Valle. 2013. Growth estimates of cardinalfish (*Epigonus crassicaudus*) based on scale mixtures of skew-normal distributions. Fish. Res. 147, 137-144.
- Cubillos L., M Aguayo, M Neira, E Sanhueza y C Castillo-Jordán. 2009b. Verificación de la edad y crecimiento de besugo *Epigonus crassicaudus* (de Buen, 1959) admitiendo error en la determinación de la edad. Rev. Biol. Mar. Oc. 44(2): 417-427.
- 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., R. Wiff, E. Diaz y P. Gálvez. 2015. Reproductive biology of female cardinalfish, *Epigonus crassicaudus* de Buen, 1959. J. Appl. Ichthyol. 1-6.
- Gálvez, M., H Rebolledo, C Pino, LA Cubillos, A Sepúlveda & A Rojas. 2000. Parámetros biológico-pesqueros y evaluación de stock de besugo (*Epigonus crassicaudus*), 110 pp. Informe Final, Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano.
- Gálvez, M. y H. Rebolledo. 2000. Estructura de tallas en las capturas de besugo. En: Parámetros biológico-pesqueros y evaluación de stock del besugo (*Epigonus crassicaudus*). Informe Final, Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano, 15-18.
- Gálvez, P., A. Flores, L. Chong, R. Céspedes, V. Ojeda, R. Bravo, C. Labrín, G. Moyano, L. Muñoz. 2012. Convenio: Asesoría Integral para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura. Actividad 2: Peces Demersales: Pesquería de Recursos Demersales y Aguas Profundas, 2011. Ejecutor IFOP – Requirente: Subsecretaría de Pesca.
- Gálvez, P., A. Flores, L. Chong, R. Céspedes, V. Ojeda, R. Bravo, G. Moyano, L. Muñoz, L. Vidal. 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., A. Flores, L. Chong, R. Céspedes, V. Ojeda, R. Bravo, G. Moyano, L. Muñoz, L. Vidal. 2014. 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, 2013. Sección VI: Recursos de Aguas Profundas, 2013. Ejecutor IFOP – Requirente: Subsecretaría de Pesca.
- García, S. 1992. Ocean fisheries management. The FAO programme. En Ocean management in global change (Eds. Fabbri, P.), 381-418.
- Grift R., Rijnsdorp A., Barot S., Heino M. and Dieckmann U. 2003. Trends in reaction norms for maturation in North Sea plaice. Marine Ecology Progress Series. 257, 247 - 257.
- Heino M., Dieckmann U. and Godo O. 2002. Estimation of reaction norms for age and size at maturation with reconstructed immature size distributions: a new technique illustrated by application to Northeast Arctic cod. ICES Journal of Marine Science . 59, 562 – 575.



- Hunter, J. y B. Macewicz. 2003. Improving the accuracy and precision of reproductive information used in fisheries. En: Report of the Working Group on Modern Approaches to Assess Maturity and Fecundity of Warm- and Coldwater Fish and Squids (Eds: Kjesbu, O., Hunter, J., Witthames, P). Fisker og havet, vol. 12. Inst. for Mar. Res., Bergen, pp. 57-68.
- Johannes R. 1998. The case for data-less marine resource management: examples from tropical nearshore fin fisheries. *Trends Ecol. Evol.* 13, 10-12
- Koslow, J., N. Bax, C. Bulman, R. Kloser, A. Smith y A. Williams. 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
- Lorenzen, K. y K. Enberg. 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.
- Lowerre-Barbieri, S., K., Ganas, F. Saborido-Rey, H. Murua y J. Hunter. 2011. Reproductive timing in marine fishes: variability, temporal scales, and methods. *Mar. and Coastal Fish.* 3, 71–91.
- Mollet F., Kraak S. and Rijnsdorp A. 2007. Fisheries-induced evolutionary changes in maturation reaction norms in North Sea sole *Solea solea*. *Marine Ecology Progress Series.* 351, 189 - 199.
- Ojeda V., Moyano G. y Muñoz L. 2014. Estructura de Edad en las capturas de los recursos demersales de aguas profundas: Besugo y Alfonsino. Reg.2013-I-12. En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura 2012. Actividad Demersal. Pesquería Demersal Industrial. Ejecutor IFOP – Requirente: Subsecretaría de Pesca.
- Moreno, C.; R. Hucke-Gaete y J. Arata. 2003. Interacción de la pesquería del bacalao de profundidad con mamíferos y aves marinas. FIP 2001-31. *Inf. Final, U. Aust. Chile*, 82 p.
- Ojeda, V., F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid; L. Muñoz y L. Chong. 2001. Determinación de Edad. En: Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2000. II Parte. 46pg, 16 Figuras, 41 Tablas.
- Ojeda, V. y L. Muñoz, 2008. Técnicas y metodologías de análisis de edad en recursos pesqueros Chilenos. Serie 1 peces de importancia comercial. I.S.B.N. RPI N° 173096.
- Ojeda, V., L. Muñoz, K. Hunt, L. Miranda. R. Bravo, L. Cid; H. Hidalgo y M. Miranda, 2008. Estructuras de edad en las capturas de los recursos pesqueros: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de cola, Merluza de tres aletas, Bacalao de profundidad. En: Informe Final Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Situación Pesquería Demersal Sur - Austral, 2007.



- Ojeda, V., R. Wiff, C. Labrín y F. Contreras. 2010. La longevidad del besugo *Epigonus crassicaudus* en Chile: ¿es similar a la de sus parientes? Nota Científica, Rev. Biol. Mar. y Oc. Vol. 45(3): 507-511.
- Olsen E.M., Heino M., Lilly G., Morgan G., Brattey J., Ernande B. and Dieckmann U. 2004. Maturation trends indicative of rapid evolution preceded the collapse of northern cod. Nature. 428, 932-935.
- Oyarzún, C., S. Gacitúa M. Araya, L. Cubillos, R. Galleguillos, C. Pino, G. Aedo, M. Salamanca, M. Pedraza y J. Lamilla. 2003 b. Monitoreo de la pesquería artesanal de bacalao de profundidad entre la VIII y XI Regiones. Informe Final, Proyecto FIP 2001-16, 222.
- Peña Torres, J. 2002. Debates sobre Cuotas Individuales Transferibles: ¿"Privatizando el Mar? ¿Subsidios? o ¿Muerte Anunciada de la Pesca Extractiva en Chile?", Estudios Públicos 86: 183-222
- Pulliam, H. 1988. Sources, sinks, and population regulation. Am. Nat. 132, 652-661.
- Roa, R., B. Ernst y F. Tapia. 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.
- Rose, K., J. Cowan, K. Winemiller, R. Myers y R. Hillborn. 2001. Compensatory density-dependence in fish populations: importance, controversy, understanding and prognosis. Fish Fish. 2, 293-327.
- Rubilar, P., A. Zuleta, F. Balbontín y P. Troncoso. 2010. Bases para un programa colaborativo de monitoreo científico en la pesquería del bacalao. PESCA DE INVESTIGACION BACALAO 2009. Informe Primera Etapa. Centro de Estudios Pesqueros S.A. 47 p.
- Sinclair, M. 1988. Marine Population. An essay on population regulation and speciation. University of Washington Press, Seattle: 252 p
- Stearns S. y J. Koella. 1986. The evolution of phenotypic plasticity in life-history traits: prediction of reaction norms for age and size maturity. Evolution 40:893-913.
- SSPA 2017. Estado de situación de las principales pesquerías Chilenas, 2016.



- Sutinen, J. y M. Soboil. 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.
- Taschieri, R. C. Canales, R. Céspedes y L. Chong. 2014. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2015: Bacalao de profundidad, 2015. IFOP. 247 p.p.
- Von Bertalanffy L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II) Humana biology 10, 181-213.
- Welch, D. y R. Foucher. 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.
- Wiff R., Quiroz J.C., Tascheri R. and Contreras F. 2008. Effect of fishing tactics on the standardization of cardinalfish (*Epigonus crassicaudus*) catch rates in the demersal multispecies fishery off central Chile. Ciencias Marinas 34, 143-154.
- Young, Z., H. Robotham y R. Gili. 1996. Evaluación de la pesquería y del stock de bacalao de profundidad al sur del paralelo 47°S., 1996. FIP 1994-10. 45 p+anexo.
- Young, Z., H. González y P. Gálvez. 1997. Análisis de la captura y del esfuerzo de pesca en la pesquería de Bacalao de Profundidad en la zona Centro-Sur. Informes Técnicos FIP, FIP-IT/96-32, 63 p. + anexos.
- Zuleta, A., P. Rubilar, C. Barrales, F. Goyeneche y C. Moreno. Programa plurianual de marcaje y recaptura de bacalao de profundidad a escala nacional, I Etapa, 2014. Proyecto FIP 2014-03. 75 p

# ANEXOS

# **A N E X O 1**

---

Composición del desembarque en número de individuos  
por grupos de edad: Recurso: bacalao de profundidad  
Flota Industrial.

---



**Tabla 1.**  
Composición del desembarque (D) en número de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad. Machos. Palangre. Área Sur-Austral. 2016  
(Desembarque total= 1.302 t).

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																																	
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30+							
35 - 39																																			
40 - 44																																			
45 - 49																																			
50 - 54	9			9																															
55 - 59	13			13																															
60 - 64	52			9	44																														
65 - 69	385				356	30																													
70 - 74	1.059				558	410	68																												
75 - 79	2.382				94	1.943	313	31																											
80 - 84	3.896					2.108	1.421	321	46																										
85 - 89	4.630					143	3.532	907	48																										
90 - 94	4.955						2.040	2.274	408	58	175																								
95 - 99	4.236						52	2.376	1.292	258	207	52																							
100 - 104	5.711								1.301	1.663	1.301	434	72	72																					
105 - 109	6.161								963	1.540	963	1.059	866	578																					
110 - 114	5.601								175	88	963	1.313	1.400	438	613	525	96	96																	
115 - 119	5.030																																		
120 - 124	4.972																																		
125 - 129	2.278																																		
130 - 134	2.835																																		
135 - 139	1.309																																		
140 - 144	606																																		
145 - 149	324																																		
150 - 154	225																																		
155 - 159	127																																		
160 - 164	158																																		
165 - 169	26																																		
170 - 174	26																																		
175 - 179																																			
180 - 184																																			
185 - 189																																			
190 - 194	9																																		
195 - 199																																			
200 - 204																																			
205 - 209																																			
210 - 214																																			
215 - 219																																			
220 - 224																																			
225 - 229																																			
230 - 234																																			
235 - 239																																			
240 - 244																																			
245 - 249																																			
250 - 254																																			
TOTAL	57.017			31	1.051	4.634	7.427	6.777	4.255	3.607	4.065	3.131	2.796	2.276	1.595	1.334	1.216	2.559	1.805	1.134	1.403	988	1.028	1.192	813	591	450	858							
PORCENTAJE				0,05	1,84	8,13	13,03	11,89	7,46	6,33	7,13	5,49	4,90	3,99	2,80	2,34	2,13	4,49	3,16	1,99	2,46	1,73	1,80	2,09	1,43	1,04	0,79	1,50							
TALLA PROM. (cm)				56,9	70,3	79,1	86,9	93,8	100,5	103,9	106,6	109,1	111,0	113,0	115,3	116,3	119,3	123,8	122,8	125,7	129,4	129,1	129,2	130,7	132,8	138,2	142,7	145,7							
VARIANZA				15,2	12,1	13,0	18,6	27,4	36,4	13,1	39,7	19,9	13,4	21,5	7,8	35,8	24,3	21,4	25,6	45,5	76,7	42,2	42,7	39,8	34,6	119,5	110,3	125,3							
PESO PROM (g)				1.812,5	3.492,5	5.027,6	6.764,4	8.602,9	10.687,6	11.741,9	12.816,3	13.719,8	14.450,0	15.314,8	16.235,9	16.810,9	18.149,9	20.329,6	19.818,3	21.424,8	23.604,4	23.271,5	23.321,2	24.132,1	25.345,3	29.119,1	32.118,8	34.296,8							

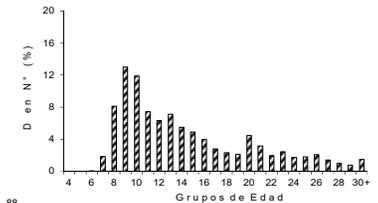
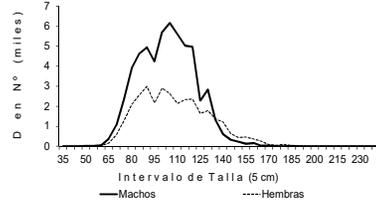
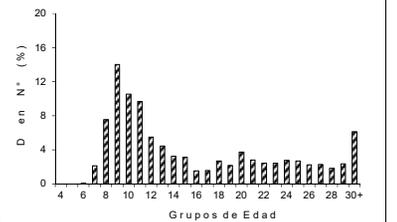
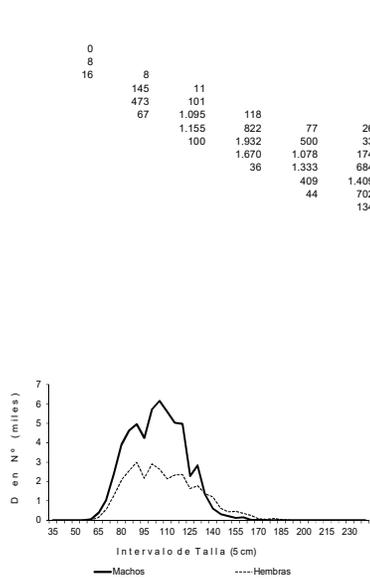




Tabla 2

Composici3n del desembarque (D) en n3mero de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad Hembras. Palangre. 3rea Sur-Austral. 2016 (Desembarque total=1.302 t).

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																													
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30+			
35 - 39																															
40 - 44																															
45 - 49																															
50 - 54	0		0																												
55 - 59	8		8																												
60 - 64	24		16	8																											
65 - 69	156			145	11																										
70 - 74	574			473	101																										
75 - 79	1.280			67	1.095	118																									
80 - 84	2.080				1.155	822	77	26																							
85 - 89	2.565				100	1.932	500	33																							
90 - 94	2.992					1.670	1.078	174	35	35																					
95 - 99	2.161					36	1.333	684	36	72																					
100 - 104	2.910						409	1.409	682	318	45	45																			
105 - 109	2.632						44	702	482	395	307																				
110 - 114	2.140							134	334	468	368	234	67	67																	
115 - 119	2.332								75	150	263	263	376	527	263	113	150														
120 - 124	2.359										36	73	254	254	581	399	363	109													
125 - 129	1.635													70	174	104	244	139	383	218	36	174	139	70	70	35	35				
130 - 134	1.782														36	143	143	71	214	178	214	143	178	36	71	321					
135 - 139	1.368															64	32	127	32	159	191	191	191	32	191	286					
140 - 144	1.208																				30	121	181	91	121	121	302				
145 - 149	625																				59	98	59	156	20	39	98				
150 - 154	438																					37	18	55	73	91	164				
155 - 159	464																					33			33	133	199				
160 - 164	361																									85	42	212			
165 - 169	252																										92		160		
170 - 174	82																											41	41		
175 - 179	47																												47		
180 - 184	98																												98		
185 - 189	35																												35		
190 - 194	5																												5		
195 - 199																															
200 - 204																															
205 - 209																															
210 - 214																															
215 - 219																															
220 - 224																															
225 - 229																															
230 - 234																															
235 - 239																															
240 - 244																															
245 - 249																															
250 - 254																															
TOTAL	32.614		25	694	2.462	4.577	3.441	3.162	1.789	1.451	1.059	1.020	497	516	883	707	1.217	920	795	793	899	871	731	740	596	764	2.003				
PORCENTAJE			0,08	2,13	7,55	14,03	10,55	9,70	5,48	4,45	3,25	3,13	1,52	1,58	2,71	2,17	3,73	2,82	2,44	2,43	2,76	2,67	2,24	2,27	1,83	2,34	6,14				
TALLA PROM. (cm)			60,1	71,3	79,5	87,7	94,4	101,6	105,5	107,2	110,4	111,7	114,6	117,1	118,7	123,7	127,0	126,7	126,3	129,6	128,9	136,4	136,5	138,7	147,1	145,9	150,4				
VARIANZA			7,0	8,4	11,0	16,4	24,7	26,1	18,5	29,1	14,7	21,9	6,2	6,8	15,4	82,3	77,1	92,4	44,9	59,7	44,5	74,5	43,6	53,5	211,0	133,5	244,3				
PESO PROM (g)			2.121,6	3.636,5	5.125,8	7.010,6	8.840,9	11.148,2	12.541,1	13.207,5	14.444,9	15.008,2	16.226,6	17.329,3	18.130,5	20.965,9	22.776,3	22.636,4	22.220,4	24.128,7	23.696,7	28.401,5	28.361,7	29.843,1	36.771,5	35.445,4	39.593,5				



## **A N E X O 2**

---

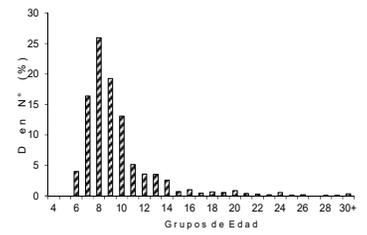
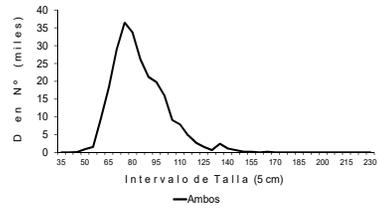
Composición del desembarque en número de individuos  
por grupos de edad: Recurso: bacalao de profundidad  
Flota Artesanal.

---



**Tabla 1**  
 Composición del desembarque (D) en número de individuos por grupo de edad de bacalao de profundidad, ambos. Artesanal, 2016  
 (Desembarque total= 1.838 t).

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																													
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
35 - 39																															
40 - 44																															
45 - 49	164																														
50 - 54	944																														
55 - 59	1.592																														
60 - 64	9.713																														
65 - 69	18.484																														
70 - 74	28.910																														
75 - 79	36.432																														
80 - 84	33.707																														
85 - 89	26.103																														
90 - 94	21.248																														
95 - 99	19.791																														
100 - 104	16.094																														
105 - 109	9.113																														
110 - 114	7.866																														
115 - 119	4.792																														
120 - 124	2.758																														
125 - 129	1.551																														
130 - 134	673																														
135 - 139	2.444																														
140 - 144	1.135																														
145 - 149	639																														
150 - 154	233																														
155 - 159	180																														
160 - 164	61																														
165 - 169	199																														
170 - 174																															
175 - 179																															
180 - 184																															
185 - 189																															
190 - 194																															
195 - 199																															
200 - 204																															
205 - 209																															
210 - 214																															
215 - 219																															
220 - 224																															
225 - 229																															
230 - 234																															
235 - 239																															
240 - 244																															
245 - 249																															
250 - 254																															
TOTAL	244.827		9.807	40.095	63.541	47.121	32.085	12.629	8.701	8.598	6.379	1.796	2.561	1.064	1.597	1.346	2.161	988	658	478	1.335	284	412	180	188	823					
PORCENTAJE			4,01	16,38	25,95	19,25	13,11	5,16	3,55	3,51	2,61	0,73	1,05	0,43	0,65	0,55	0,88	0,40	0,27	0,20	0,55	0,12	0,17	0,07	0,08	0,34					
TALLA PROM. (cm)			60,9	69,1	77,9	86,0	93,8	99,4	105,2	106,3	107,7	115,9	113,0	117,2	119,1	128,6	128,6	131,6	127,8	135,9	142,0	142,0	134,3	157,0	137,0	151,2					
VARIANZA			22,1	14,1	14,0	24,7	26,9	27,5	19,8	28,2	28,9	12,0	22,1	11,7	12,1	39,9	41,9	56,6	38,5	54,4	32,3	0,0	6,2			129,9					
PESO PROM (g)			2.252,9	3.312,5	4.809,6	6.583,0	8.643,0	10.356,6	12.316,1	12.735,3	13.302,7	16.632,7	15.405,9	17.245,3	18.107,4	23.156,1	23.158,6	24.956,9	22.694,3	27.604,8	31.536,2	31.362,8	26.349,4	42.972,7	28.027,8	38.924,4					



## **A N E X O 3**

---

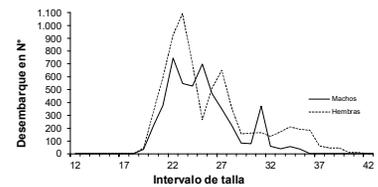
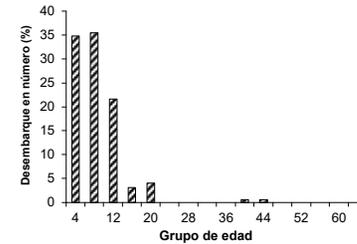
Composición del desembarque en número de  
individuos por grupos de edad  
Recurso: besugo (2016).

---



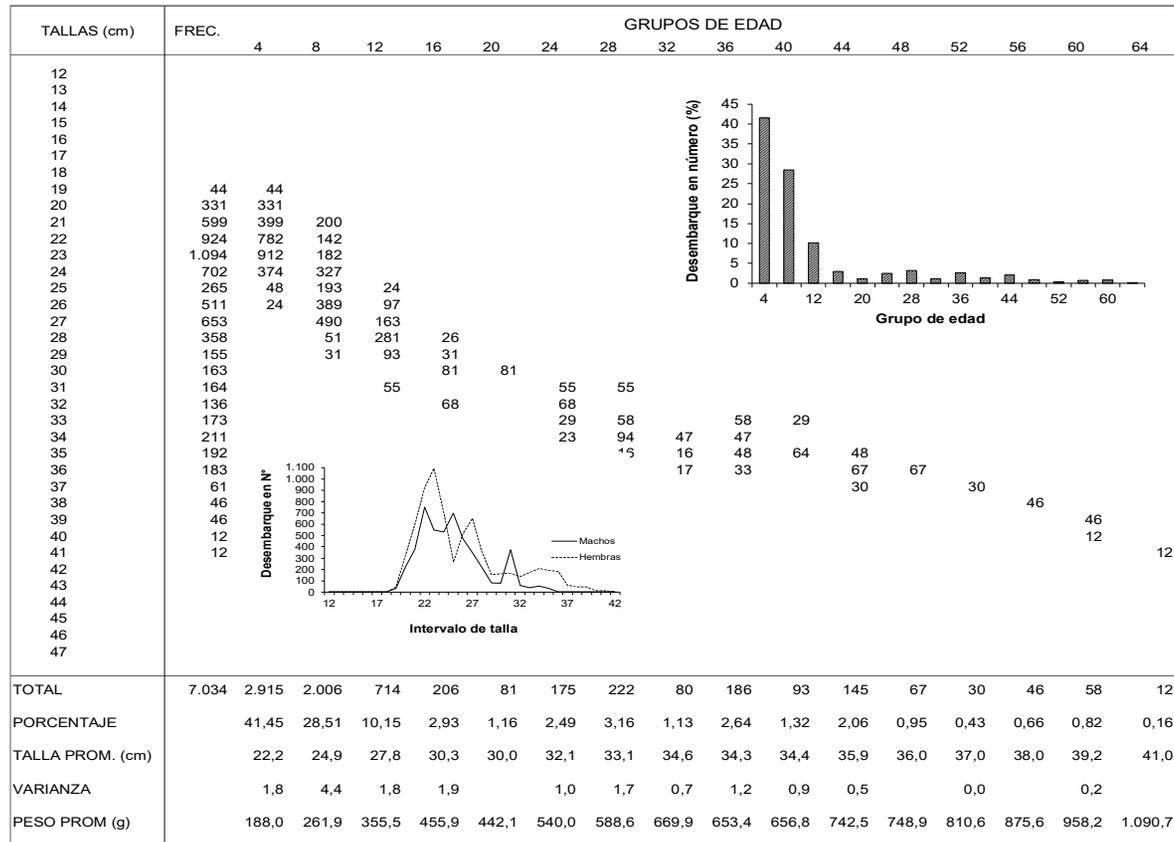
**Tabla 1.**  
Composici3n del desembarque en n3mero de individuos por de edad de besugo, machos zona centro-sur, 2016  
(Desembarque total= 3,5 t)

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD												
		4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19	33	33												
20	224	112	112											
21	376	188	188											
22	750	515	234											
23	548	411	114	23										
24	530	206	294	29										
25	700	187	327	187										
26	471	59	294	118										
27	350		125	225										
28	222		55	111	55									
29	84				56	28								
30	79				39	39								
31	373			373										
32	59					59								
33	40					40								
34	54									27				
35	34										27			
36														
37														
38														
39														
40														
41														
42														
43														
44														
45														
46														
47														
TOTAL	4.925	1.711	1.744	1.065	151	200					27		27	
PORCENTAJE		34,74	35,42	21,63	3,06	4,06					0,55		0,55	
TALLA PROM. (cm)		22,6	24,0	27,9	28,9	31,9					34,0		34,0	
VARIANZA		2,4	4,6	6,3	0,6	3,8								
PESO PROM (g)		189,9	226,2	354,0	385,4	520,9					621,9		621,9	





**Tabla 2.**  
Composici3n del desembarque en n3mero de individuos por de edad de besugo, hembras zona centro-sur, 2016  
(Desembarque total= 3,5 t)





**Tabla 3**

Número de individuos, varianzas y coeficientes de variación (CV) por grupos de edad en el desembarque de besugo de la zona demersal centro sur, año 2016.

GRUPOS DE EDAD	BESUGO					
	MACHOS			HEMBRAS		
	Nº	VARIANZAS	CV	Nº	VARIANZAS	CV
0						
IV	1.711	62.767	0,1464	2.915	113.294	0,1155
VIII	1.744	66.147	0,1474	2.006	99.905	0,1576
XII	1.065	25.510	0,1499	714	21.317	0,2046
XVI	151	5.144	0,4764	206	14.550	0,5859
XX	200	3.198	0,2828	81	7.453	1,0619
XXIV				175	10.222	0,5780
XXVIII				222	7.619	0,3932
XXXII				80	1.770	0,5290
XXXVI				186	4.401	0,3572
XL	27	1.006	1,1785	93	2.118	0,4964
XLIV	27	1.006	1,1785	145	3.412	0,4026
XLVIII				67	1.290	0,5385
LII				30	1.250	1,1601
LVI				46	12	0,0746
LX				58	18	0,0746
LXIV				12	1	0,0746
LXVIII						
<b>TOTAL</b>	4.925	142.498		7.034	127.934	

## **A N E X O 4**

---

Reporte desembarque de bacalao de profundidad  
en lanchas artesanales. Temporada 2004-2012:  
aproximaciones de desembarque al norte y sur del  
paralelo 47° S.

---



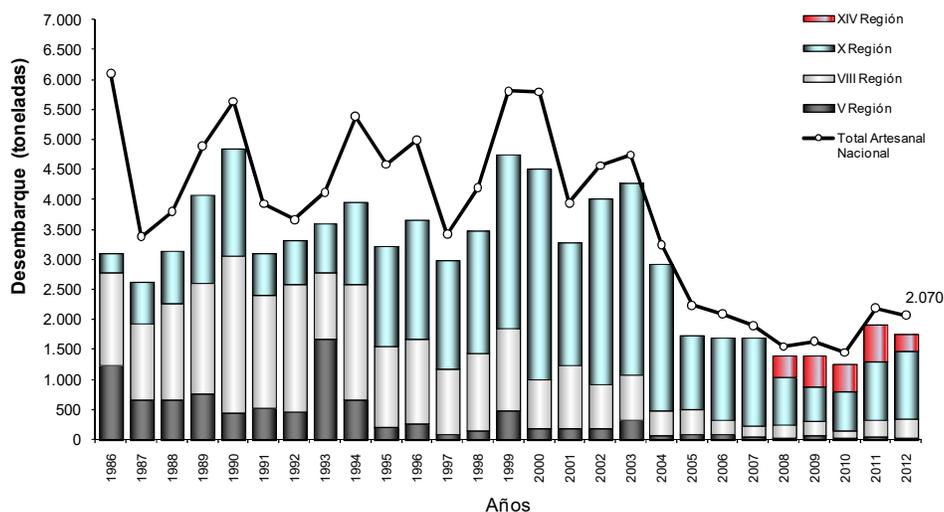
## REPORTE DESEMBARQUE DE BACALAO DE PROFUNDIDAD EN LANCHAS ARTESANALES 2004-2012: APROXIMACIONES DE DESEMBARQUES AL NORTE Y SUR DEL PARALELO 47° S.

**Autores:**  
**Liu Chong Follert**  
**Renato C3spedes M.**

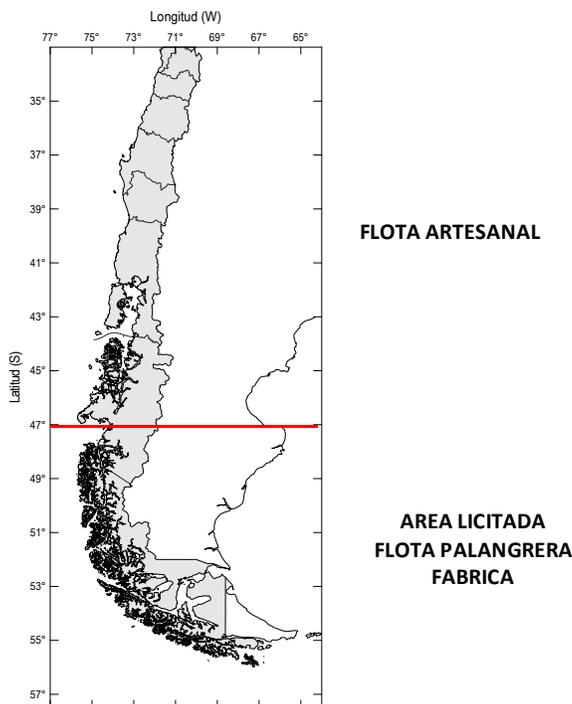
Noviembre 2013

### Antecedentes

La ca3da del desembarque en la X y XIV Regi3n (**Figura 1**), el agotamiento de los caladeros y la demanda sobre este recurso, llevo a la flota artesanal a buscar mejores rendimientos de pesca en caladeros localizados al sur del paralelo 47°S, en el 3rea licitada (**Figura 2**) donde opera la flota industrial, y que de acuerdo a observaciones de OC de IFOP embarcados en la flota industrial registraron la presencia de estas lanchas bacaladeras hasta aproximadamente el paralelo 52°L.S. Sin embargo, la captura efectuada en esta zona es declarada como extra3da en caladeros de pesca al norte del 47° S, para evitar sanciones. Lo que ocasiona una errada asignaci3n de los desembarques de acuerdo a sus lugares de or3genes declarados.



**Figura 1** Desembarque (t) artesanal de bacalao de profundidad por principales regiones y a nivel nacional. Fuente control cuota Sernapesca.



**Figura 2** Área licitada (Unidad de Pesquería, 47° L.S. y 57° L.S.) de Bacalao de Profundidad y zona de operaci3n de la flota industrial y artesanal.

### Problemática

*¿Qué porcentaje de los desembarques registrados por la flota artesanal es capturado efectivamente al norte y dentro del área licitada de esta pesquería?*

Los desembarques de este recurso cuyas zonas de pesca merecen incertidumbres corresponden básicamente a los registrados en los puertos ubicados desde Valdivia al sur y que corresponden a Puerto Montt-Chiniquihue y Quell3n, lo anterior, considerando la autonomía de estas lanchas, su ubicaci3n geogrÁfica y sus niveles de desembarque.

No obstante, informaci3n de campo seÑala que algunas naves con puerto base Lebú efectuarían migraciones a la zona sur austral para capturar este recurso luego de la temporada de Pez espada. Sin embargo, en esta oportunidad esta situaci3n no será considerada.

### Objetivo

El objetivo de este análisis es estimar valores referenciales sobre las verdaderas remociones realizadas por la flota artesanal al norte y dentro área licitada (47-57 °L.S.) durante el periodo 2004-2012.

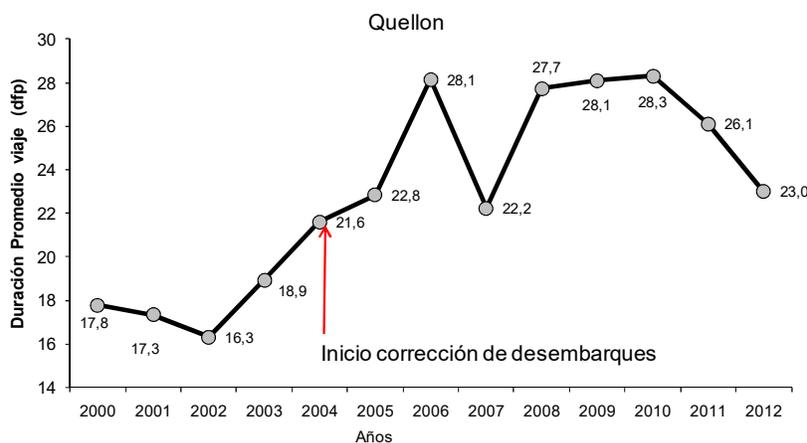


## Informaci3n Disponible

Hist3ricamente los armadores de las lanchas bacaladeras han mostrado su negativa al embarque de personal del instituto en sus viajes de pesca (esta situaci3n estaría cambiando debido a la instauraci3n de cuotas de captura para esta flota), b3sicamente para impedir ser registrados operando dentro del 3rea licitada y evitar posibles sanciones. Considerando lo anterior, solo es posible acceder a alg3n tipo de informaci3n recurriendo a los registros que posee el Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca) sobre la operaci3n de lanchas sobre este recurso, tendiendo siempre presente sus limitaciones y problem3tica. Una de sus principales problem3ticas en este caso tiene relaci3n con la veracidad de las zonas de pesca declaradas al servicio por parte de los armadores, y de las cuales al Instituto de Fomento Pesquero no le corresponde hacerse cargo.

## Periodo comprendido

El periodo comprendido para realizar las correcciones al desembarque oficial considera los a3os 2004 hasta el 2012. Debido a que la duraci3n promedio de los viajes de pesca en la zona sur registr3 un aumento significativo a partir del a3o 2004 (**Figura 3**). Como una consecuencia de operar presumiblemente en caladeros ubicados al sur del 47° L.S. dentro del 3rea licitada, debido a los malos rendimientos de pesca obtenidos al norte de dicho paralelo en a3os anteriores por parte de la flota artesanal (**Figura 3**).



Los desembarques oficiales son corregidos a partir del a3o 2004, considerando que la duraci3n promedio de los viajes de pesca registra un aumento significativo a partir de este a3o. Como una consecuencia de operar presumiblemente en caladeros ubicados al sur del 47° L.S., dentro del 3rea licitada por parte de las embarcaciones bacaladeras.

**Figura 3** Duraci3n promedio del viaje de pesca (días fuera de puerto, dfp) a bacalao de profundidad en Quell3n, periodo 2000 y 2012. Fuente bit3coras de pesca IFOP, complementadas con control cuota de Sernapesca.



### Primer Criterio

Los puertos de desembarques de acuerdo a información de campo registrarían una participación diferencial en relación a la zona real de captura (dentro del área licitada). De tal forma, que aquellos ubicados más cercanos al área licitada presentarían un mayor porcentaje de desembarques provenientes de capturas realizadas en esta zona, en comparación con otro más alejado. Observándose cierto gradiente latitudinal al considerar las capturas provenientes de esa área, de esta forma se espera que los desembarques registrados en el puerto de Quellón contengan mayoritariamente (si no en su totalidad) capturas obtenidas en actividades de pesca realizadas al sur del 47° L. S. en comparación con los desembarques registrados en el puerto de Valdivia.

Considerando la situación anterior y en consenso con el observador científico (encargado principalmente del monitoreo de esta pesquería) se establecieron para los puertos en cuestión tres porcentajes fijos para todo el periodo analizado en la participación de las capturas en el área licitada. Para Valdivia se supuso una participación del 50 – 50, Puerto Montt 80-20 y Quellón 100-0, para el área licitada y al norte de esta, respectivamente.

De tal forma que, si suponemos un desembarque oficial de 100 toneladas para cada uno de estos puertos, estos desembarques serán reasignados de acuerdo a los siguientes criterios:

Puerto	Criterio a utilizar de acuerdo a supuesto origen de sus desembarques		Desembarque Correguido		
	Area Licitada	Al Norte Area Licitada	Area Lictada	Al Norte Area Lictada	Area Licitada
Valdivia	50%	50%	50	50	
Pto. Montt	80%	20%	80	20	
Quellón	100%	0%	100	0	

De la aplicación del criterio establecido sobre los desembarques oficiales registrados en los tres puertos mencionados anteriormente, se obtuvieron los siguientes desembarques por puerto y zona de origen (**Tabla 1**)



**Tabla 1**  
Desembarque (t) oficial y capturado en el área licitada (al sur del 47° L.S.) y al norte de esta por puerto obtenido a través del primer criterio. Periodo 2004-2012.

Desembarques (t) Oficiales Flota Artesanal									
Puerto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Puerto Montt	531	339	346	370	314	295	352	539	577
Quellón	655	336	336	299	318	248	269	353	463
Valdivia	825	507	332	488	348	518	463	614	293
Nacional	3.251	2.236	1.845	1.895	1.553	1.651	1.465	2.189	2.069

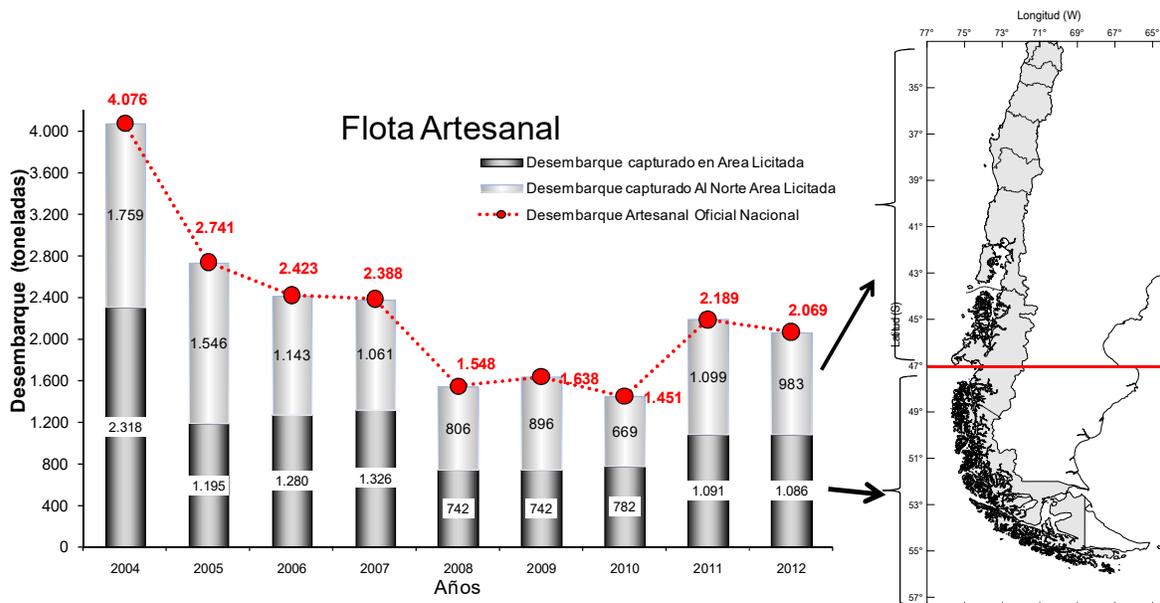
Resultados aplicación criterio por puerto									
Desembarques (t) Capturados al norte Area Licitada Flota Artesanal									
Puerto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Puerto Montt	106,1	67,8	69,2	73,9	62,7	58,9	70,5	107,7	115,5
Quellón	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Valdivia	412,6	253,5	165,9	244,1	174,2	259,0	231,7	306,8	146,6
Artesanal al Norte	2.733	1.915	1.610	1.577	806	896	669	1099	983

Desembarques (t) Capturados en el Area Licitada Por Flota Artesanal									
Puerto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Puerto Montt	424,5	271,2	277,0	295,7	250,9	235,6	282,0	430,9	461,9
Quellón	655,3	336,0	336,4	298,5	317,6	247,8	268,7	353,2	463,2
Valdivia	412,6	253,5	165,9	244,1	174,2	259,0	231,7	306,8	146,6
Artesanal al Sur	1.492	861	779	838	743	742	782	1.091	1.086

Fuente control cuota Sernapesca.

Se observa que el desembarque capturado efectivamente al norte del área licitada represento durante el periodo analizado entre el 43 y 56% del total nacional (**Figura 4**), por su parte, el desembarque capturado presumiblemente dentro del área licitada fluctuó entre el 44 y 57% con un valor promedio de 52% (**Figura 4**). Por lo tanto, de acuerdo a estas estimaciones los desembarques artesanales provienen de forma importante de operaciones de pesca dentro del área licitada.



**Figura 4** Participación del desembarque (t) de acuerdo a su zona de captura en el desembarque nacional total, periodo 2004-2012 Fuente control cuota Sernapesca.

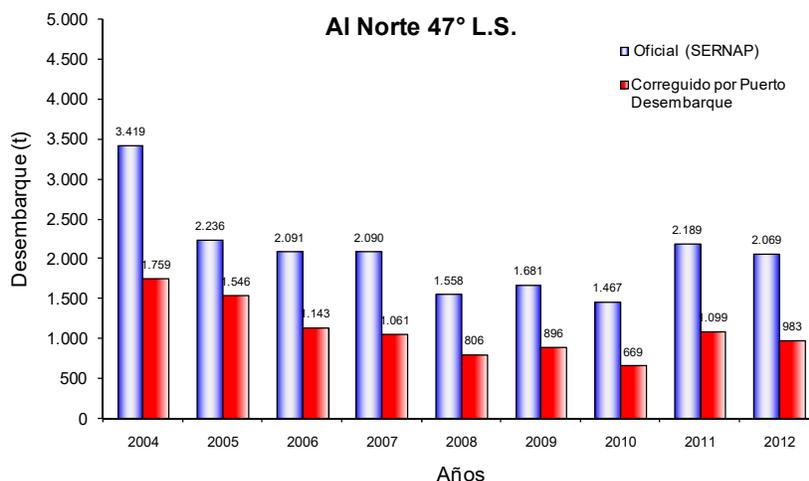
Al reasignar el origen de los desembarques realizados dentro y fuera del área de licitación por parte de la flota artesanal de acuerdo a los resultados obtenidos se obtienen las siguientes modificaciones (Tabla 2, Figura 5 y Figura 6).

**Tabla 2**

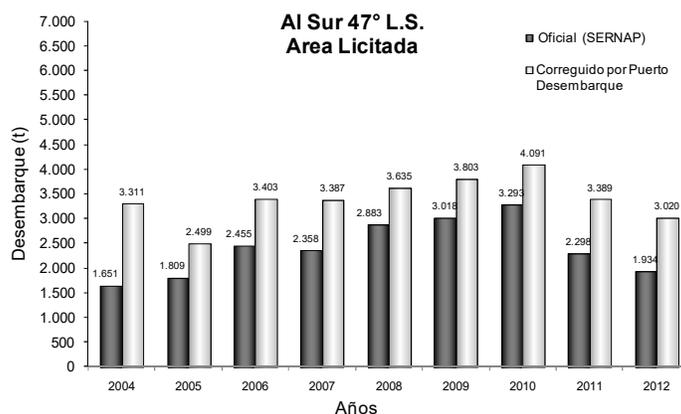
Desembarque (t) oficial y corregido en el área licitada (al sur del 47° L.S.) y al norte de esta obtenido a través del primer criterio. Periodo 2004-2012.

Años	Desembarque			
	Oficial (SERNAP)		Corregido por Puerto Desembarque	
	Al Norte 47°	Área Licitada (Al Sur 47° L.S.)	Al Norte 47°	Área Licitada (Al Sur 47° L.S.)
2004	3.419	1.651	1.759	3.311
2005	2.236	1.809	1.546	2.499
2006	2.091	2.455	1.143	3.403
2007	2.090	2.358	1.061	3.387
2008	1.558	2.883	806	3.635
2009	1.681	3.018	896	3.803
2010	1.467	3.293	669	4.091
2011	2.189	2.298	1.099	3.389
2012	2.069	1.934	983	3.020

Fuente control cuota Sernapesca.



**Figura 5** Desembarque (t) oficial y corregido al norte del área licitada (al norte 47° L.S.) a través del primer criterio. Periodo 2004-2012. Fuente control cuota Sernapesca.



**Figura 6** Desembarque (t) oficial y corregido en el área licitada (al sur 47° L.S.) a través del primer criterio. Periodo 2004-2012. Fuente control cuota Sernapesca.

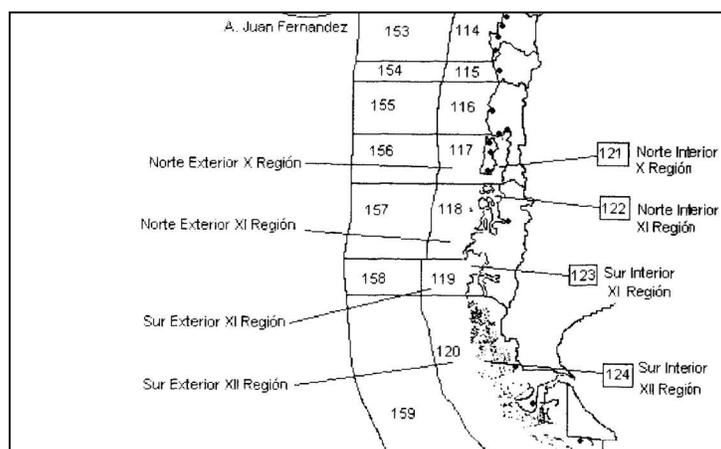
## Segundo Criterio

Como es de conocimiento, un grupo de lanchas artesanales operan al sur del paralelo 47°; pero al registrar su desembarque al Servicio de Pesca (Sernapesca), y que para evitar que sean sancionadas por operar en una zona no autorizada, estas son declaradas en zonas principalmente localizadas al norte de dicho paralelo.



## Zonas de pesca

El an3lisis se centra en las zonas de pesca que son declaradas por los patrones de las lanchas al Sernapesca al norte del paralelo 47° S, y que corresponden a las zonas 116, 117, 118, 120 y 121, como se muestra en la **Figura 7**.



**Figura 7** Zonas extractivas establecidas por Sernapesca, y donde se pueden apreciar las consideradas para la correcci3n de los desembarques de bacalao artesanal durante el periodo 2004-2012.

Las cinco zonas de pesca aportan entre el 66% y 77% del desembarque total entre los a3os 2004 y 2012 (**Tabla 3**), con vol3menes entre 1.130 t y 2.392 t anuales; siendo las zonas de pesca con mayor de desembarques el n3mero 116 y 117, entre las costas de Valdivia e Isla de Chilo3. Llama la atenci3n el origen de desembarque de la zona 121, correspondiente a aguas interiores de la X regi3n; como tambi3n el escaso registro de desembarque proveniente de la zona de pesca 118, la cual se localiza inmediatamente al norte del paralelo 47° S (**Figura 7** y **Tabla 3**).

**Tabla 3**

Desembarque (t) de bacalao de profundidad por zona extractiva considerada (zona 116, 117, 118, 120 y 121). Período 2004-2012.

Zona SERNAP	A3os								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
116	925	533	370	446	247	585	589	853	560
117	992	662	684	866	912	440	469	707	686
118	312	126	125	75	1	26			38
120									1
121	163	47	28	114	63	84	72	26	89
Desembarque Zonas	<b>2.392</b>	<b>1.367</b>	<b>1.208</b>	<b>1.501</b>	<b>1.222</b>	<b>1.135</b>	<b>1.130</b>	<b>1.587</b>	<b>1.374</b>
% Zonas	74	61	65	79	79	69	77	72	66
<b>Des. Total Pais</b>	<b>3.251</b>	<b>2.236</b>	<b>1.845</b>	<b>1.895</b>	<b>1.553</b>	<b>1.651</b>	<b>1.465</b>	<b>2.189</b>	<b>2.069</b>

Zonas Sernap= 116-117-118-120 y 121

Fuente control cuota Sernapesca.



## Puerto de desembarque

Del total de desembarque registrados en las cinco zonas indicadas en la **Tabla 3**, el an3lisis se centra en los 8 puertos localizados en la XV y X Regi3n y que registran desembarques de este recurso estos son por orden alfab3tico Ancud, Calbuco, Castro, Corral, Palena, Puerto Montt, Quell3n y Valdivia. La selecci3n de estos puertos en el an3lisis implica centrar la atenci3n en los puertos cuyo desembarque tiene mayor probabilidad de haber sido obtenido en zonas de pesca al sur del paralelo 47° S.

La **Tabla 4** muestra los niveles de desembarques anuales para cada uno de los 8 puertos en estudio y restringido a las cinco zonas de pesca. El total de desembarque de los 8 puertos para las cinco zonas tiene valores entre 1.085 t y 2.440 t de desembarque y un aporte porcentual entre 63% y 77% respecto del desembarque nacional total (**Tabla 4**).

**Tabla 4**

Desembarque (t) de bacalao de profundidad por puerto dentro de las zonas de extracci3n consideradas (116, 117, 118, 120 y 121). Periodo 2004-2012.

Puertos en Estudio	Años									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
ANCUD	428	220	167	277	134	23	25	55	57	
CALBUCO		11	17	32	39		10	37	2	
CASTRO	1				0	1		1		
CORRAL						1	1			
PALENA									30	
PUERTO MONTT	531	339	346	370	314	295	352	539	577	
QUELLON	655	336	336	299	318	248	269	353	463	
VALDIVIA	825	507	332	488	348	518	463	614	293	
Total	2.440	1.414	1.198	1.466	1.152	1.085	1.120	1.597	1.423	
% Respecto Total Nacional	75	63	65	77	74	66	76	73	69	
<b>Total Nacional</b>	<b>3.251</b>	<b>2.236</b>	<b>1.845</b>	<b>1.895</b>	<b>1.553</b>	<b>1.651</b>	<b>1.465</b>	<b>2.189</b>	<b>2.069</b>	

Zonas Sernap= 116-117-118-120 y 121

Fuente control cuota Sernapesca.

Los an3lisis efectuados no permiten cuantificar los reales vol3menes de desembarques provenientes al sur del paralelo 47° S. Dada esta limitaci3n; a continuaci3n, se entregan resultados productos de filtros que permitan acotar y llegar a una aproximaci3n de los posibles vol3menes desembarques provenientes al sur del paralelo 47° S.

## Días fuera de puerto

Efectuada una exploraci3n de todos los registros de viajes y desembarques del periodo en estudio, es posible observar que las lanchas con registro del recurso, exceptuando las 5 zonas de pesca antes indicadas, tienen en su mayoría un tiempo máximo relativo de días fuera de puerto de 20 días;



como tambi3n es posible aseverar que 30 d1as fuera de puerto sobrepasan a las condiciones de autonom1a de estas naves.

Como se mencion3 anteriormente, en la pesquer1a artesanal de bacalao de profundidad se ha venido registrando un incremento de los d1as fuera de puerto, principalmente explicado por los viajes de pesca que realizan las lanchas al sur del paralelo 47° S; siendo posible que el desembarque de una lancha artesanal no solo corresponda a la pesca de una nave, sino tambi3n a la pesca proveniente de otras naves que est3n operando al sur de dicho paralelo.

La **Tabla 5** muestra los niveles de desembarques registrados en los viajes de pesca que se presentaron iguales y superiores a 20 d1as fuera de puerto, solo para los 8 puertos y 5 zonas en estudio. Los niveles se reducen respecto a lo indicado en las tablas anteriores entre 623 t y 965 t anuales, comprendiendo entre el 28% y 56% del desembarque total. Sin embargo, al considerar los viajes iguales o superiores a 30 d1as fuera de puerto, estos vol3menes pasan a valores entre 174 t y 343 t anuales, correspondiendo entre 5% y 22% del desembarque total nacional.

Por su parte, el n3mero de viajes iguales y superiores a 20 d1as fuera de puerto fluctuaron entre 194 y 267 viajes anuales (entre 14% y 34% respecto del total de viajes, **Tabla 6**). En el caso de viajes iguales y superiores a 30 d1as fuera de puerto los viajes anuales son entre 60 y 84 viajes anuales (entre 3% y 13% respecto del total de viajes, **Tabla 6**).

**Tabla 5**

Desembarque (t) de bacalao de profundidad de acuerdo a los d1as fuera de puerto dentro de las zonas de extracci3n consideradas (116, 117, 118, 120 y 121). Per1odo 2004-2012.

D1as fuera de puerto (dfp)	Desembarque (t) origen zonas 116-117-118-120-121 y solo puertos en estudio								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
>= 20 dfp	965,345	623,077	692,149	796,473	865,092	826,0	745,9	905,5	885,5
>= 30 dfp	174,208	193,615	240,713	326,172	343,349	323,8	222,8	260,2	259,4
% del total									
>= 20 dfp	29,7	27,9	37,5	42,0	55,7	50,0	50,9	41,4	42,8
>= 30 dfp	5,4	8,7	13,0	17,2	22,1	19,6	15,2	11,9	12,5
Des. Total (t)	<b>3.251</b>	<b>2.236</b>	<b>1.845</b>	<b>1.895</b>	<b>1.553</b>	<b>1.651</b>	<b>1.465</b>	<b>2.189</b>	<b>2.069</b>

Fuente control cuota Sernapesca.

**Tabla 6**

Número de viajes registrados de acuerdo a los días fuera de puerto dentro de las zonas de extracción consideradas (116, 117, 118, 120 y 121). Periodo 2004-2012.

Días fuera de puerto (dfp)	Numero de Viajes(t) origen zonas 116-117-118-120-121 y solo puertos en estudio								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
>= 20 dfp	257	197	194	214	267	235	197	219	241
>= 30 dfp	50	64	66	84	107	84	62	60	86
% del total									
>= 20 dfp	14,0	12,3	14,1	23,4	34,1	26,8	28,6	24,8	22,6
>= 30 dfp	2,7	4,0	4,8	9,2	13,6	9,6	9,0	6,8	8,1
Num. viajes Total	<b>1.831</b>	<b>1.607</b>	<b>1.380</b>	<b>916</b>	<b>784</b>	<b>876</b>	<b>689</b>	<b>883</b>	<b>1.068</b>

Fuente control cuota Sernapesca.

Estos niveles de desembarques restringidos al criterio de días fuera de puertos no deben ser tomados como absolutos, y sobretodo que podrían corresponder a viajes con actividad de pesca al sur del paralelo 47° S.

### Desembarque por viaje de pesca

Al observar registro a registro de la base de datos, es posible observar volúmenes de desembarque que superan las capacidades de una lancha artesanal que opera sobre bacalao de profundidad, y que en varios de ellos los días fuera de puerto son inferiores a 20 días, siendo posible encontrar casos de viajes de solo un día fuera de puerto de 7 t/viaje; e incluso 0 días fuera de puerto con 75 t/viaje.

Dado esta situación, efectuando una exploración de todos los registros de los viajes con pesca del periodo en estudio y todas las zonas de pesca, sumado al conocimiento que emana de la misma relación con los patrones de pesca en los puertos que el Instituto cubre en el monitoreo rutinario de la pesquería, en sentido que los rendimientos de un viaje de pesca al sur del paralelo 47° S en el mejor de los casos bordea entre los 4 y 5 t/viaje; como también realizadas consultas a investigadores con mayor conocimiento de las capacidades técnicas de este tipo de lanchas en relación a los niveles de desembarque que estas puedan contener.

A continuación, en la **Tabla 7** se entregan los niveles de desembarques en viajes con registro de rendimientos de pesca iguales y superiores a 4, 5, 6 y 7 t/viaje solo en los 8 puertos y 5 zonas de análisis. Consideración el posible supuesto de que estos viajes presentan una mayor posibilidad de haber ejercido actividad de pesca al sur del paralelo 47° S.

Al observar los niveles de desembarques en los casos de +4 t/viaje se registra, en general, a partir del año 2005 (462 t) un aumento progresivo de estos llegando a 844 t en 2012; situación que en el caso de +7 t/viaje también es posible de observar, en el año 2005 el desembarque es de 89 t y en el año 2012 es de 368 t. Esta tendencia no es posible de observar solo haciendo el análisis



contemplando los días fuera de puerto; lo cual podría indicar que ha habido un posible incremento a realizar actividad de pesca al sur del paralelo 47° S, siendo los viajes +7 t/viaje con una mayor factibilidad que pueda provenir al sur de dicho paralelo, es decir, el 18% del desembarque nacional artesanal en el año 2012.

**Tabla 7**

Desembarque (t) de bacalao de profundidad de acuerdo a sus niveles dentro de las zonas de extracción consideradas (116, 117, 118, 120 y 121). Periodo 2004-2012.

Rango de desembarque (t) por viaje	Desembarque (t) origen zonas 116-117-118-120-121 y solo puertos en estudio								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
>= 4 t por viaje	1071,3	462,1	559,9	806,5	522,7	480,3	583,5	891,9	844,1
>= 5 t por viaje	735,5	290,4	438,0	598,9	365,9	352,1	421,4	723,1	687,5
>= 6 t por viaje	504,5	179,3	344,9	401,7	243,0	249,3	305,9	548,3	554,7
>= 7 t por viaje	284,2	89,5	206,5	253,9	146,8	140,2	196,4	424,6	368,7
% del total									
>= 4 t por viaje	33,0	20,7	30,3	42,6	33,7	29,1	39,8	40,7	40,8
>= 5 t por viaje	22,6	13,0	23,7	31,6	23,6	21,3	28,8	33,0	33,2
>= 6 t por viaje	15,5	8,0	18,7	21,2	15,6	15,1	20,9	25,0	26,8
>= 7 t por viaje	8,7	4,0	11,2	13,4	9,5	8,5	13,4	19,4	17,8
Des. Total (t)	<b>3.251</b>	<b>2.236</b>	<b>1.845</b>	<b>1.895</b>	<b>1.553</b>	<b>1.651</b>	<b>1.465</b>	<b>2.189</b>	<b>2.069</b>

Fuente control cuota Sernapesca.

### Días fuera de puerto y desembarque por viaje

Efectuando una combinación de los dos tipos de razonamientos adoptados anteriormente, día fuera de puerto y desembarque por viaje, en la **Tabla 8** se entregan los niveles de desembarques, tanto para los viajes iguales o superiores a 20 dfp y 30 dfp, para cada caso de desembarque por viaje (+4, +5, +6 y +7 t/viaje).

En el caso de viajes con +7 t/viaje con +20 dfp, los desembarques fluctuaron entre 59 y 254 t anuales en los años 2005 y 2012 respectivamente; correspondiendo al 3% y 12% respecto del desembarque total; mientras, en el caso de +30 dfp los viajes con +7 t/viaje oscilaron entre 15 y 92 t anuales en los años 2005 y 2011, es decir entre el 0,7% al 4,2% respecto del desembarque total, respectivamente (**Tabla 9**).



**Tabla 8**

Desembarque (t) de bacalao de profundidad de acuerdo a sus niveles dentro de las zonas de extracción consideradas (116, 117, 118, 120 y 121). Periodo 2004-2012.

Viajes con $\geq$ 20 dfp Rango de desembarque (t) por viaje	Desembarque (t) origen zonas 116-117-118-120-121								
	y solo puertos en estudio								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
$\geq$ 4 t por viaje	615,4	298,3	421,5	494,7	466,2	442,7	453,5	604,3	598,1
$\geq$ 5 t por viaje	419,0	196,6	326,1	365,8	328,5	327,1	337,0	475,1	500,3
$\geq$ 6 t por viaje	299,3	129,6	248,8	228,4	215,9	229,9	243,6	322,3	395,7
$\geq$ 7 t por viaje	168,3	58,7	136,5	131,5	131,9	140,2	160,6	217,6	254,4
% del total									
$\geq$ 4 t por viaje	18,9	13,3	22,8	26,1	30,0	26,8	31,0	27,6	28,9
$\geq$ 5 t por viaje	12,9	8,8	17,7	19,3	21,2	19,8	23,0	21,7	24,2
$\geq$ 6 t por viaje	9,2	5,8	13,5	12,1	13,9	13,9	16,6	14,7	19,1
$\geq$ 7 t por viaje	5,2	2,6	7,4	6,9	8,5	8,5	11,0	9,9	12,3
Des. Total (t)	<b>3.251</b>	<b>2.236</b>	<b>1.845</b>	<b>1.895</b>	<b>1.553</b>	<b>1.651</b>	<b>1.465</b>	<b>2.189</b>	<b>2.069</b>

Fuente control cuota Sernapesca.

**Tabla 9**

Desembarque (t) de bacalao de profundidad de acuerdo a sus niveles dentro de las zonas de extracción consideradas (116, 117, 118, 120 y 121). Periodo 2004-2012.

Viajes con $\geq$ 30 dfp Rango de des. (t) por viaje	Desembarque (t) origen zonas 116-117-118-120-121								
	y solo puertos en estudio								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
$\geq$ 4 t por viaje	108,2	85,1	138,2	206,5	172,7	188,1	126,4	175,8	116,6
$\geq$ 5 t por viaje	59,2	44,8	120,4	157,9	101,6	131,1	94,1	132,3	107,9
$\geq$ 6 t por viaje	37,2	33,8	87,3	102,0	74,4	88,2	55,5	105,2	92,1
$\geq$ 7 t por viaje	24,2	14,8	41,1	69,5	41,7	43,3	17,5	92,3	79,0
% del total									
$\geq$ 4 t por viaje	3,3	3,8	7,5	10,9	11,1	11,4	8,6	8,0	5,6
$\geq$ 5 t por viaje	1,8	2,0	6,5	8,3	6,5	7,9	6,4	6,0	5,2
$\geq$ 6 t por viaje	1,1	1,5	4,7	5,4	4,8	5,3	3,8	4,8	4,5
$\geq$ 7 t por viaje	0,7	0,7	2,2	3,7	2,7	2,6	1,2	4,2	3,8
Des. Total (t)	<b>3.251</b>	<b>2.236</b>	<b>1.845</b>	<b>1.895</b>	<b>1.553</b>	<b>1.651</b>	<b>1.465</b>	<b>2.189</b>	<b>2.069</b>

Fuente control cuota Sernapesca.

Al reasignar el origen de los desembarques realizados dentro y fuera del área de licitación por parte de la flota artesanal de acuerdo a los resultados obtenidos al aplicar el segundo criterio se obtienen las siguientes modificaciones (**Tabla 10, Figura 8 y 9**). Se observa que la combinación de  $\geq$ 20 dfp y  $\geq$ 4 t/viaje asigna mayores niveles de desembarques al área licitada (al sur del 47° L.S.) respecto a la segunda combinación utilizada ( $\geq$ 20 dfp y  $\geq$ 7 t/viaje) y por ende, menores desembarque extraídos al norte de esta (**Tabla 11, Figura 8 y 9**).

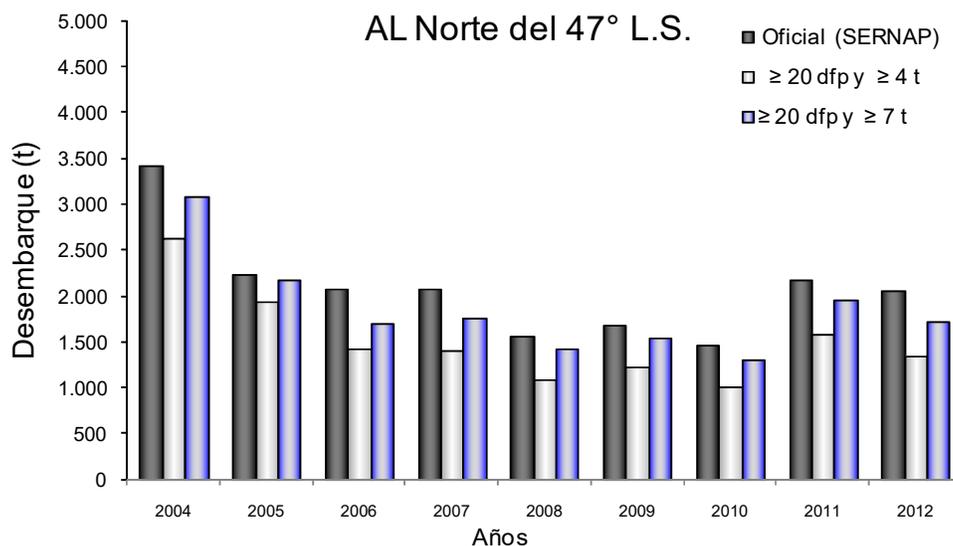


**Tabla 10**

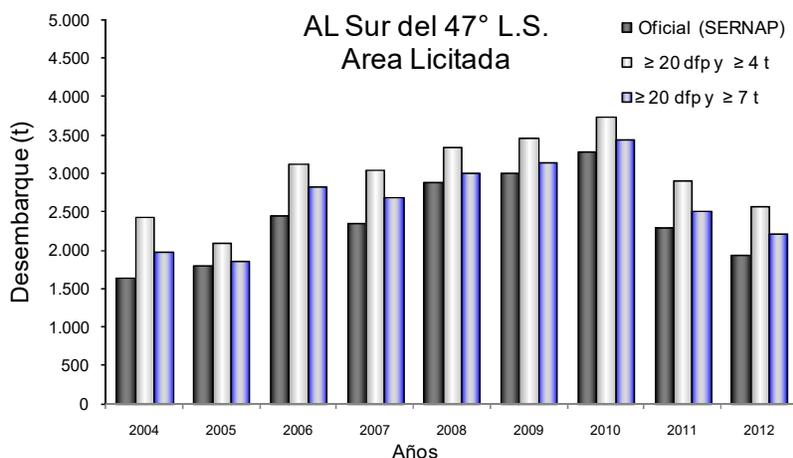
Desembarque (t) oficial y corregido en el 1rea licitada (al sur del 47° L.S.) y al norte de esta obtenido a trav3s del segundo criterio para el periodo 2004-2012.

Años	Desembarque (t)					
	Oficial (SERNAP)		Corregido por duraci3n viaje y desembarque			
	Al Norte 47°	Area Licitada (Al Sur 47° L.S.)	≥ 20 dfp y ≥ 4 t		≥ 20 dfp y ≥ 7 t	
	Al Norte 47°	Area Licitada (Al Sur 47° L.S.)	Al Norte 47°	Area Licitada (Al Sur 47° L.S.)	Al Norte 47°	Area Licitada (Al Sur 47° L.S.)
2004	3.419	1.651	2.636	2.434	3.083	1.987
2005	2.236	1.809	1.938	2.107	2.177	1.867
2006	2.091	2.455	1.423	3.123	1.708	2.838
2007	2.090	2.358	1.400	3.048	1.763	2.685
2008	1.558	2.883	1.087	3.354	1.421	3.020
2009	1.681	3.018	1.238	3.461	1.541	3.158
2010	1.467	3.293	1.014	3.747	1.306	3.454
2011	2.189	2.298	1.585	2.902	1.972	2.516
2012	2.069	1.934	1.353	2.579	1.722	2.210

Fuente control cuota Sernapesca.



**Figura 8** Desembarque (t) oficial y corregido en el 1rea licitada (al sur 47° L.S.) a trav3s del segundo criterio para el periodo 2004-2012 Fuente control cuota Sernapesca.



**Figura 9** Desembarque (t) oficial y corregido en el área licitada (al sur 47° L.S.) a través del segundo criterio para el periodo 2004-2012 Fuente control cuota Semapesca.

### Comparación de Criterios

Al comparar ambos criterios utilizados en la corrección del desembarque oficial registrado durante el periodo 2004-2012, se observa que el primer criterio asigna mayores niveles de desembarques al área licitada (al sur del 47° L.S.) respecto al segundo criterio utilizado y por ende, menores desembarque extraídos al norte de esta (Tabla 11 y Figura 10).

**Tabla 11**

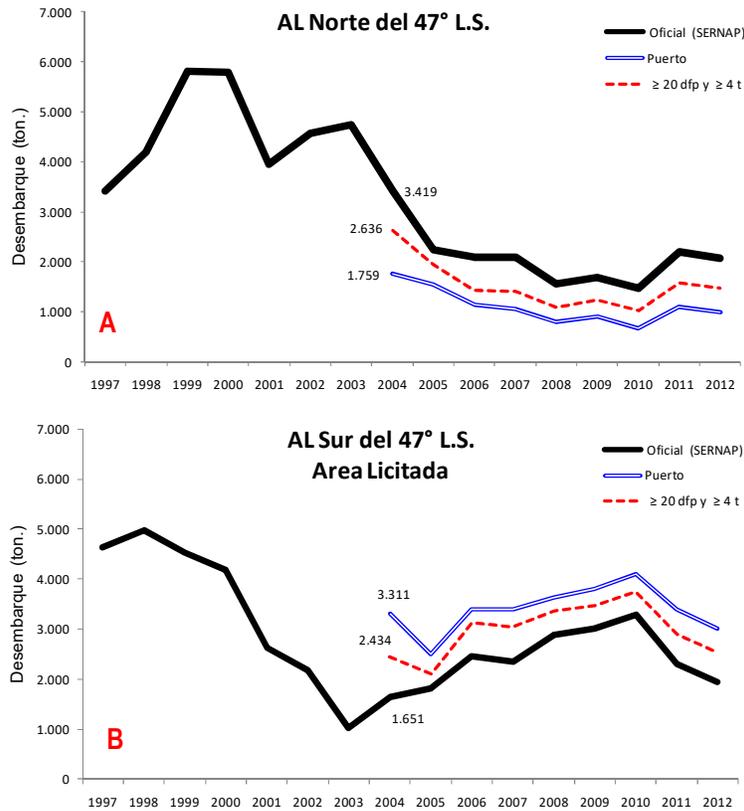
Desembarque (t) oficial y corregido en el área licitada (al sur del 47° L.S.) y al norte de esta obtenido a través de ambos criterios para el periodo 2004-2012.

Años	DESEMBARQUE								
	Oficial (SERNAP)		CORREGIDO 1		CORREGIDO 2				
	Al Norte 47°	Area Licitada (Al Sur 47° L.S.)	Puerto		≥ 20 dfp y ≥ 4 t		≥ 20 dfp y ≥ 7 t		
		Al Norte 47°	Area Licitada (Al Sur 47° L.S.)	Al Norte 47°	Area Licitada (Al Sur 47° L.S.)	Al Norte 47°	Area Licitada (Al Sur 47° L.S.)	Al Norte 47°	Area Licitada (Al Sur 47° L.S.)
2004	3.419	1.651	1.759	3.311	2.636	2.434	3.083	1.987	
2005	2.236	1.809	1.546	2.499	1.938	2.107	2.177	1.867	
2006	2.091	2.455	1.143	3.403	1.423	3.123	1.708	2.838	
2007	2.090	2.358	1.061	3.387	1.400	3.048	1.763	2.685	
2008	1.558	2.883	806	3.635	1.087	3.354	1.421	3.020	
2009	1.681	3.018	896	3.803	1.238	3.461	1.541	3.158	
2010	1.467	3.293	669	4.091	1.014	3.747	1.306	3.454	
2011	2.189	2.298	1.099	3.389	1.585	2.902	1.972	2.516	
2012	2.069	1.934	983	3.020	1.471	2.532	1.814	2.189	

**Correguido 1:** corresponde al desembarque oficial correguido de acuerdo a porcentaje estimado de desembaque capturado por puerto al sur del 47° L.S., es decir, en el area licitada.

**Correguido 2:** corresponde al desembarque oficial correguido de acuerdo al criterio de viajes con duración mayor o igual de 20 días y con capturas mayores o iguales a 4 y 7 ton.

Fuente control cuota Sernapesca.



**Figura 10** Desembarque (t) oficial y corregido al norte (A) y dentro del área licitada (B) obtenido a través de ambos criterios para el periodo 2004-2012. Fuente control cuota Sernapesca.

Los resultados entregados en este análisis, entregan una mayor veracidad de los niveles de desembarques que podrían provenir de actividades de pesca al sur del paralelo 47° S; destacándose la existencia de un posible incremento a visitar zonas de pesca al sur de dicho paralelo. Por tanto, a juicio experto se sugiere emplear la información emanada de la **Tabla 11** como referencia para explorar escenarios de desembarques al sur del paralelo 47° S y en primer orden en especial la información entregada en la columna con el criterio de  $\geq 20$  dfp y  $\geq 4$  t/viaje y en segundo orden la información entregada en la columna relacionada con el criterio de  $\geq 20$  dfp y  $\geq 7$  t/viaje; debido que la conjugación del criterio de día fuera de puerto y desembarque en toneladas por viaje logra cubrir de mejor forma los desembarques de las lanchas artesanales que realizaron actividad de pesca procedentes del área licitada.

## **A N E X O 5**

---

Estimación del factor de corrección eviscerado en  
la pesquería artesanal de bacalao de profundidad  
(*Dissostichus eleginoides*)  
en aguas chilenas (2016).

---



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

I N S T I T U T O   D E   F O M E N T O   P E S Q U E R O



## **INFORME TÉCNICO**

### **Estimación del factor de corrección eviscerado en la pesquería artesanal de Bacalao de Profundidad (*Dissostichus eleginoides*) en aguas chilenas.**

Septiembre 2016

#### **REQUIRENTE**

**SUBSECRETARÍA DE PESCA Y  
ACUICULTURA**

Subsecretario de Pesca y Acuicultura  
**Raúl Súnico Galdames**

#### **EJECUTOR**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP**

Director Ejecutivo  
**Leonardo Núñez Montaner**

Jefe División Investigación Pesquera  
**Mauricio Gálvez Larach**

#### **AUTORES**

Alan Barraza Sáez  
Liu Chong Follert



## **Estimación del factor de corrección eviscerado en la pesquería artesanal de Bacalao de Profundidad (*Dissostichus eleginoides*) en aguas chilenas**

### **1. Antecedentes**

La pesquería artesanal efectuada sobre el recurso bacalao de profundidad se ha caracterizado históricamente por desembarcar los ejemplares desprovistos de vísceras. Es a partir de este desembarque eviscerado que el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca) aplicando un factor de corrección determina la captura total que dio origen a ese desembarque, esta captura total es la que posteriormente se utiliza para fines de control y administración de esta pesquería.

A petición de la Federación Nacional de Bacaladeros de Chile (FENABACH), el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca) realizó durante 2014 un estudio exploratorio cuyo objetivo fue *determinar el porcentaje asociado a las vísceras de bacalao de profundidad, extraído por pescadores artesanales que dedican su esfuerzo a esta pesquería*. Lo anterior a consecuencia de las reiteradas observaciones del sector artesanal bacaladero, por la disparidad existente en el rendimiento de las vísceras del recurso aplicada por el Servicio y la realidad pesquera artesanal (ejemplares capturados).

Los resultados de este estudio fueron incluidos dentro del Informe Técnico denominado "Rendimiento de Vísceras de Bacalao (*Dissostichus eleginoides*) emanado en el mes de agosto de 2014. De esta forma, se estimó que el peso de las vísceras en el recurso bacalao de profundidad representaría el 5,5% del peso total de los ejemplares.

Por otra parte, durante la sesión N° 08/16 del Comité de Manejo de la Pesquería de Bacalao de Profundidad realizada durante los días 13 y 16 de septiembre, el Sernapesca señaló en respuesta a los miembros de este comité, que en relación al factor de corrección por eviscerado que la Resolución Sernapesca N° 3.361 de 29 de septiembre de 2014, que estableció un factor de 5,5% en peso, había expirado el 31 de diciembre de 2015, por lo que rige la disposición anterior con un valor de 11%.

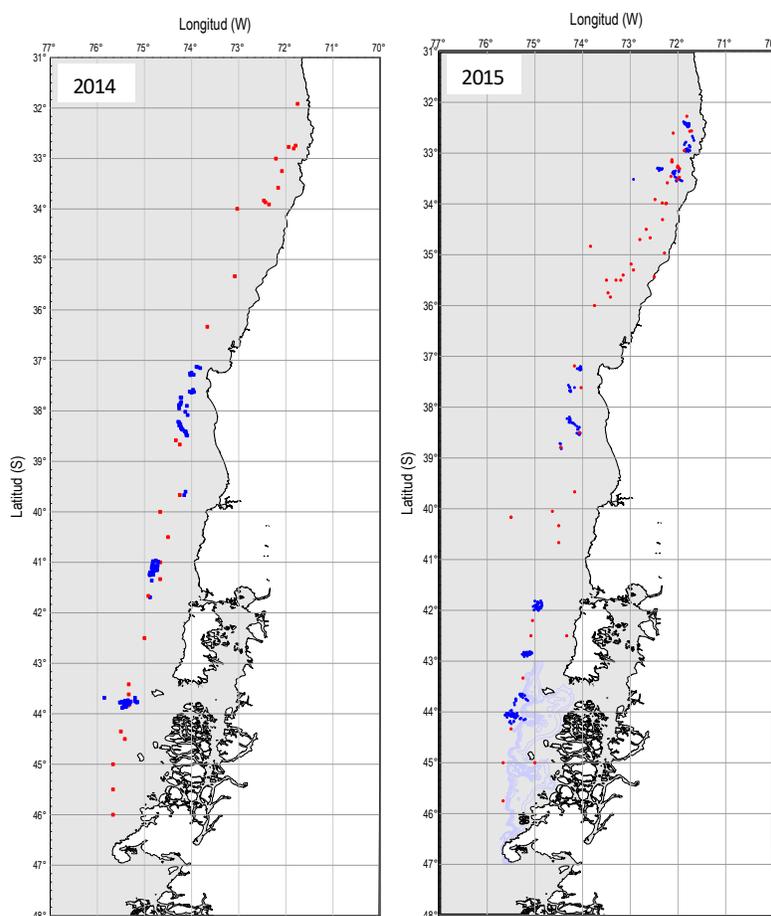
Considerando lo anterior la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) mediante D.P. ORD. N°1548 del 23 de septiembre del presente solicitó al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) realizar un análisis de la relación entre el peso total y el peso eviscerado de los ejemplares de bacalao de profundidad capturados en el Área de la Pesquería Artesanal, que comprende todas las aguas jurisdiccionales nacionales desde el límite norte de la XV Región al paralelo 47° L.S.



## 2. Materiales y m3todos

### 2.1 Muestras

Los datos utilizados provienen de los muestreos biol3gicos realizados en las actividades de embarques efectuadas por Observadores Científicos (OC) de IFOP en la flota artesanal que oper3 sobre el recurso bacalao de profundidad durante las temporadas 2014, 2015 y junio de 2016, desde los puertos de San Antonio, Lebu y Valdivia (**Figura 1**). En estos muestreos biol3gicos se determin3 en cada ejemplar la longitud total, peso total, peso g3nada, peso eviscerado y estado de madurez macrosc3pico. Las medidas descriptivas para las variables longitud total, peso total y peso eviscerado se presentan en la **Tabla 1**.



**Figura 1** Distribuci3n espacial de los viajes y lances de pesca de bacalao de profundidad monitoreados en la flota artesanal durante 2014 y 2015. 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. Fuente IFOP-Armadores.

**Tabla 1**  
Medidas descriptivas para longitud total, peso total y eviscerado de bacalao de profundidad. Periodo 2014-2016.

Longitud (cm)					
Año	n	Mínimo	Promedio	Máximo	Desviación estándar
2014	2.662	51	82,9	190	14,74
2015	2.654	51	87,2	181	16,62
2016	1.300	59	88,6	174	17,18
Total	6.616	51	85,7	190	16,18

Peso Total (gramos)					
Año	n	Mínimo	Promedio	Máximo	Desviación Estándar
2014	2.662	1.500	6.432	53.000	4.895
2015	2.654	1.600	7.815	60.000	6.199
2016	1.300	1.800	8.235	60.000	7.028
Total	6.616	1.500	7.341	60.000	5.943

Peso Eviscerado (gramos)					
Año	n	Mínimo	Promedio	Máximo	Desviación Estándar
2014	2.662	1.000	5.902	52.000	4.508
2015	2.654	1.500	7.212	56.050	5.778
2016	1.300	1.700	7.594	56.000	6.603
Total	6.616	1.000	6.760	56.050	5.536

Fuente muestreos biológicos IFOP.

## 2.2 Factor de corrección

En el contexto de inferencia estadística, es común realizar la estimación de un parámetro entregando un valor único (estimación puntual) o entregando una región asociada para la cual se tiene una medida de la confianza de que el parámetro de interés se encuentra dentro de las fronteras de dicha región (estimación por intervalos). La mencionada confianza, es una estimación de la probabilidad de que dentro de dicha región se encuentre el verdadero valor del parámetro de interés u objeto de estimación, y en el presente trabajo se abordaron ambos criterios.

En el esquema de muestreo de ejemplares utilizado en el proyecto de seguimiento es considerado como una muestra pareada, en otras palabras, se observan dos características simultáneas en cada espécimen. Y según la relación estimada entre el peso total y peso eviscerado del bacalao de profundidad, es razonable considerar un estimador de razón para la construcción de un factor de corrección del peso desembarcado (eviscerado), debido a la proporcionalidad directa entre ambos.



De esta manera, se propone un factor de corrección basado en un estimador de la proporción del peso eviscerado respecto del peso total del ejemplar, dichos estimadores están dados por las siguientes expresiones:

$$\hat{p}_e = \frac{\sum_{i=1}^n x_{e_i}}{\sum_{i=1}^n x_i} \quad (1)$$

$$\hat{\omega}_e = \frac{1}{\hat{p}_e} \quad (2)$$

donde:

- $n$ : Corresponde al número de especímenes muestreados.
- $x_{e_i}$ : Corresponde al peso eviscerado del i-ésimo ejemplar en estudio.
- $x_i$ : Corresponde al peso total del i-ésimo ejemplar en estudio.
- $\hat{p}_e$ : Corresponde a la proporción estimada del peso eviscerado respecto del peso total.
- $\hat{\omega}_e$ : Corresponde a la estimación del factor de corrección.

La expresión (1) es un estimador de razón, por lo que es un estimador consistente y sesgado, aunque dicho sesgo se hace despreciable bajo muestras grandes. También, es conocido que, en muestras de gran tamaño, la distribución de  $\hat{p}_e$  tiende a una distribución normal cuando la población posee algunas restricciones. En cambio, la expresión (2) muestra que, el factor de corrección es el recíproco de la proporción del peso eviscerado, en otras palabras, a menor proporción de peso eviscerado el factor de corrección tiende a aumentar.

Una parte importante de la variabilidad de un estimador cualquiera es su varianza, y ésta puede ser calculada por medio del método Delta, que es una metodología asintótica basada en aproximaciones de series de Taylor de la varianza que son válidas para muestras grandes. Y así, la varianza de los estimadores descritos en las expresiones (1) y (2) están dados por:

$$\hat{V}(\hat{p}_e) \approx \frac{1}{n\bar{x}^2} \cdot [\hat{s}_e^2 + \hat{p}_e^2 \hat{s}^2 - 2\hat{p}_e \hat{s}_c] \quad (3)$$

$$\hat{V}(\hat{\omega}_e) \approx \left(\frac{1}{\hat{p}_e}\right)^2 \cdot \hat{V}(\hat{p}_e) \quad (4)$$

con:

$$\hat{s}_e^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n [x_{e_i} - \bar{x}_e]^2 \quad \bar{x}_e = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_{e_i}$$

$$\hat{s}^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n [x_i - \bar{x}]^2 \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\hat{s}_c = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n [x_{e_i} - \bar{x}_e][x_i - \bar{x}]$$

- $\hat{s}_e^2$ : Representa la varianza muestral del peso eviscerado del espécimen.
- $\hat{s}^2$ : Representa la varianza muestral del peso total del espécimen.



- $\hat{s}_c$ : Representa la covarianza muestral entre el peso eviscerado y peso total del esp3cimen.
- $\bar{x}_e$ : Corresponde al peso eviscerado promedio por esp3cimen.
- $\bar{x}$ : Corresponde al peso total promedio por esp3cimen.

Finalmente, se propone un intervalo del  $100 \cdot (1 - \alpha)\%$  de confianza para la proporci3n del peso eviscerado y el factor de correcci3n est3n dados por:

$$\left[ \hat{p}_e - Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{p}_e)} ; \hat{p}_e + Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{p}_e)} \right] \quad (5)$$

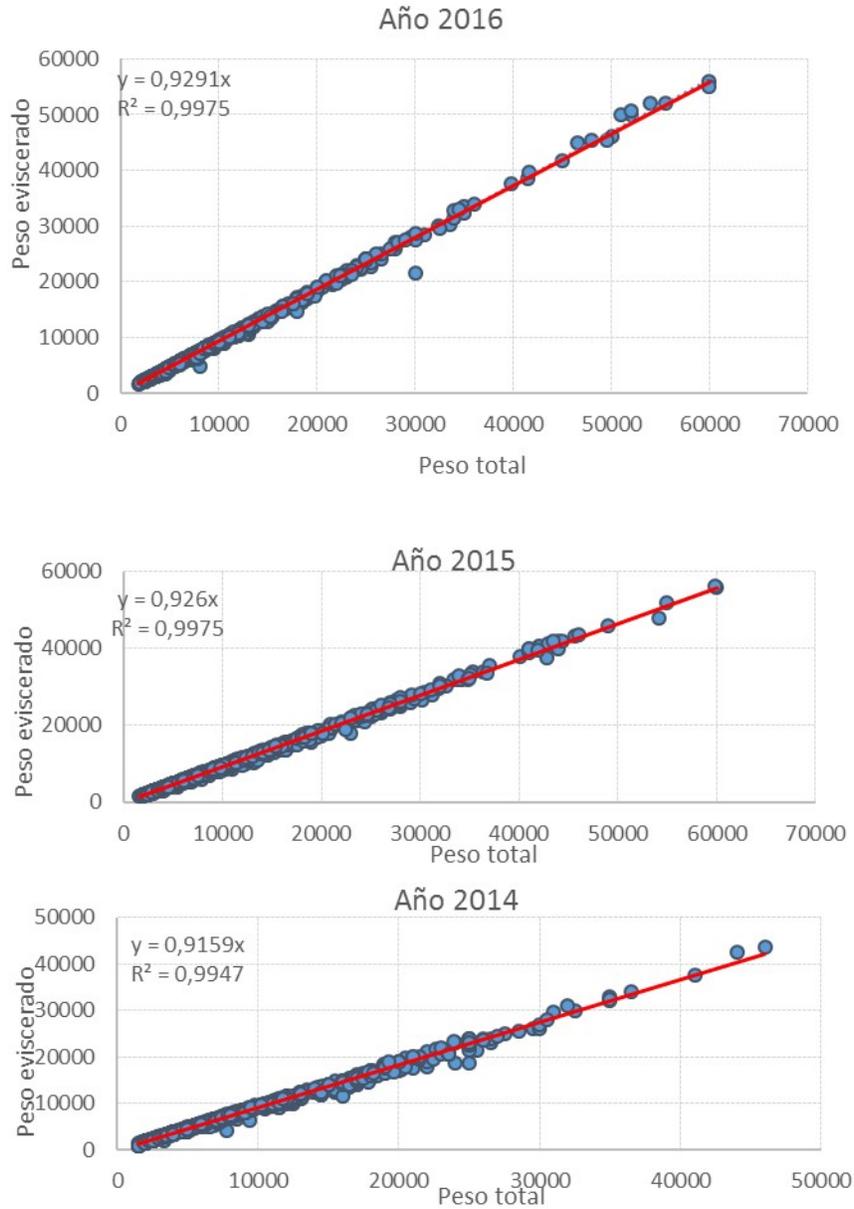
$$\left[ \hat{\omega}_e - Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{\omega}_e)} ; \hat{\omega}_e + Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{\omega}_e)} \right] \quad (6)$$

donde  $Z_{1-\alpha/2}$  es un percentil te3rico proveniente de la distribuci3n normal est3ndar que acumula el  $100 \cdot (1 - \alpha/2)\%$  de la distribuci3n, y  $\alpha$  corresponde al nivel de significancia, el cual, com3nmente se emplea un  $\alpha = 0.05$  lo que implica un nivel de confianza del 95%.

### 3. Resultados

En la **Figura 2**, se observa que el modelo de regresi3n lineal simple explica m3s del 99% de la variabilidad observada de los ejemplares en cada a3o en estudio, donde el par3metro de intercepto no es significativo, lo cual indica una relaci3n directamente proporcional, en otras palabras, a medida que el peso eviscerado aumenta el peso total del esp3cimen tambi3n tiende a aumentar.

Se ajust3 un modelo de regresi3n lineal sin intercepto entre el peso eviscerado del esp3cimen como variable respuesta, y las variables independientes consideradas fueron el peso total del ejemplar y el a3o de medici3n, del cual, se obtuvo que tanto, el peso total y el a3o de medici3n, son covariables que explican significativamente el peso eviscerado. Esto implica, que la raz3n entre el peso eviscerado y el peso total del ejemplar es diferente en los a3os considerados, por lo que es razonable realizar el an3lisis por cada a3o.



**Figura 2** Gráficos de dispersión del peso total y eviscerado de los ejemplares observados entre los años 2014 y 2016. Fuente muestreos biológicos IFOP.



A partir de los datos obtenidos en el desembarque de la flota de lanchas que opera sobre el recurso bacalao de profundidad durante los a1os 2014, 2015 y junio de 2016, se obtuvieron los siguientes valores para el estimador de la proporci3n del peso eviscerado y del factor de correcci3n (**Tabla 2**).

**Tabla 2**

Estimaci3n de la proporci3n de peso eviscerado y factor de correcci3n para bacalao de profundidad por a1o, con un nivel de significancia del 95%. Perodo 2014-2016.

<b>A1o</b>	<b>L1mite Inferior</b>	<b>Proporci3n Eviscerado</b>	<b>L1mite Superior</b>
2014	0,916	0,918	0,919
2015	0,921	0,923	0,924
2016	0,920	0,922	0,924

<b>A1o</b>	<b>L1mite Inferior</b>	<b>Factor Correcci3n</b>	<b>L1mite Superior</b>
2014	1,088	1,090	1,092
2015	1,082	1,084	1,085
2016	1,082	1,084	1,087

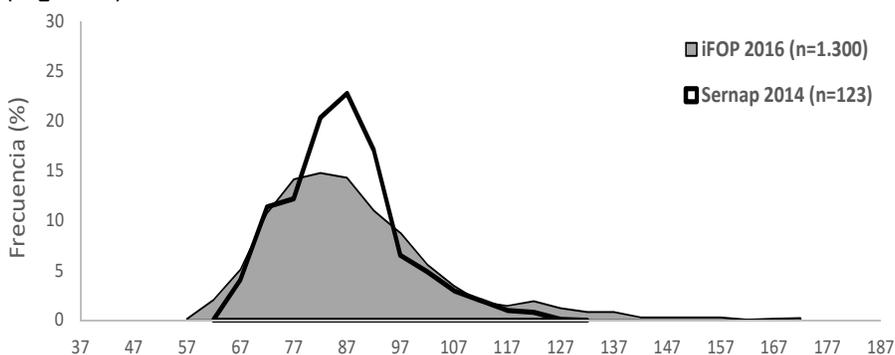
Fuente muestreos biol3gicos IFOP.

De esta forma, si se tiene un ejemplar con un peso eviscerado de 100 kilos y considerando el factor de correcci3n estimado para el a1o 2016, se estima un peso total para ese ejemplar que var1a entre 108,2 y 108,7 kilogramos con un valor promedio de 108,4 kilogramos.



#### 4. Discusi3n

Las diferencias observadas en los valores estimados por Sernapesca e IFOP, pueden tener su origen al considerar tanto el n3mero de ejemplares que las sustentan (123 y 6.616, respectivamente) como en el procedimiento metodol3gico utilizado para su determinaci3n. Por su parte, las longitudes de los ejemplares utilizados en ambas estimaciones no serían un factor a considerar ya que al construir las distribuciones de longitudes para ambas experiencias no se observan diferencias importantes (**Figura 3**).



**Figura 3** Distribuci3n de longitudes de bacalao de profundidad de acuerdo al origen de los ejemplares. Fuente IFOP y Sernapesca.

Por otra parte, el procedimiento utilizado por Sernapesca emplea las variables peso total y peso víscera de los ejemplares, para estimar el porcentaje que representan las vísceras del peso total. De esta forma, se asume implícitamente, que el peso total sería la sumatoria entre el peso eviscerado y el peso víscera. No obstante, en el procedimiento de muestreo utilizado no se señala si el peso de la víscera considera el peso de las g3nadas (a pesar que en el documento se señala que las g3nadas forman parte de las vísceras) y el peso del líquido contenido en la cavidad abdominal. Esto posiblemente genera una subestimaci3n del peso víscera y por consiguiente una subestimaci3n del porcentaje que ellas representan en relaci3n al peso total.

En cambio, el procedimiento realizado por IFOP considera el uso del peso total y del peso eviscerado de los ejemplares, para determinar un estimador que permita a partir del peso eviscerado estimar el peso total de un ejemplar. De esta forma, no se presentarían las posibles subestimaciones mencionadas anteriormente para las estimaciones realizadas por Sernapesca.

Otra posible fuente de discrepancia podemos encontrarlas en la metodología, equipos empleados y exactitud de las mediciones de los ejemplares por parte del estudio de Sernapesca. Considerando que de acuerdo a lo registrado en el Informe Técnico denominado "Rendimiento de Vísceras de Bacalao (*Dissostichus eleginoides*)" no se menciona la norma técnica que se utiliz3 como parámetro de evaluaci3n de la calidad de la medici3n de las variables. A diferencia de lo que acontece en los procesos de muestreo realizados por IFOP, donde las metodologías y equipos utilizados para la



medición de las muestras de peces son sometidos a un proceso de verificación, cuyos resultados constituyen evidencia de la conformidad de los datos, acorde con los requisitos establecidos en el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de la Institución, y que se encuentran contenido en el Manual de Muestreo de esta institución utilizado por los Observadores Científicos (OC).

Finalmente, en un estudio previo realizado en la flota industrial que opera entre los 47° y 57° L.S. se estimó que el peso eviscerado del bacalao de profundidad representa el 92% de su peso total (Young *et al.*, 1992), lo que equivale a un factor de corrección de 1,087, valor muy similar a los estimados en el presente trabajo.

## 5 Referencias

- Céspedes, R., L. Chong, R. San Juan, Gálvez, V. Ojeda, G. Moyano, R. Bravo, L. Muñoz, L. Adasme y J. González. 2014. Proyecto Seguimiento de las Pesquerías Demersales y de Aguas Profundas, 2015: Sección V: Recursos de Aguas Profundas. Informe Final. Convenio de Desempeño IFOP/SUBDECON 2014. 123 pág. + anexos.
- Céspedes, R., L. Chong, R. San Juan, Gálvez, V. Ojeda, G. Moyano, R. Bravo, L. Muñoz, L. Adasme y J. González. 2015. Proyecto Seguimiento de las Pesquerías Demersales y de Aguas Profundas, 2016: Sección V: Recursos de Aguas Profundas. Informe Final. Convenio de Desempeño IFOP/SUBDECON 2015. 126 pág. + anexos.
- Céspedes, R., L. Chong, P. Gálvez y C. Toledo. 2016. Proyecto Seguimiento de las Pesquerías Demersales y de Aguas Profundas, 2016: Sección Pesquerías de Aguas Profundas. Documento Técnico de Avance. Convenio de Desempeño IFOP/SUBDECON 2016. 61 pág.
- Cochran, William G. 1977. Sampling techniques, Third edition, John Wiley & Sons, Inc.
- Sernapesca, 2014. Rendimientos de vísceras de bacalao (*Dissostichus eleginoides*). Informe Técnico 02/2014 16 p + Anexo.
- Sukhatme, Pandurang V. 1954. Sampling Theory of Survey with applications. First edition, The indian society of Agricultural Statistics, New Delhi, India and Iowa State College Press, Ames, Iowa, USA.
- Wolter, Kirk M., 2007. Introduction to Variance Estimation. Second edition, Springer, New York, USA.
- Young, Z., A. Zuleta, H. Robotham, M. Aguayo & L. Cid. 1992. Evaluación del stock de bacalao de profundidad entre las latitudes 47°S y 57° S. Informe Técnico IFOP. Requirente Sector Privado. 63 p + Anexo.

## **A N E X O 6**

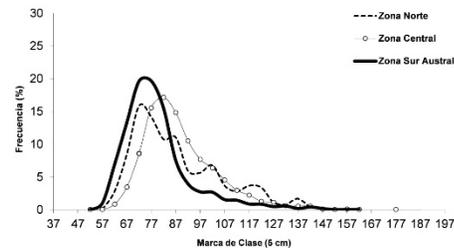
---

Ficha técnicas y bitácoras de pesca de bacalao de profundidad (Distribuidas entre los usuarios de la pesquería artesanal).

---

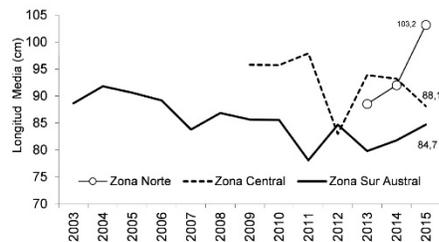


Las estructuras de longitudes de los ejemplares presentes en las capturas realizadas por la flota artesanal al norte del 47° L.S., no han presentado cambios importantes en los últimos años. Y donde la estructura de talla de la zona sur austral se caracteriza por estar compuesta principalmente por juveniles (< 90 cm), una situación intermedia se observa en las demás regiones donde los ejemplares adultos en general se encuentran en mayor proporción en las capturas.



Estructura de longitud de las capturas artesanales por zona. Año 2015. Fuente IFOP.

La longitud media registrada en la zona sur austral (X-XIV Región) confirma lo mencionado anteriormente, encontrándose por debajo de la longitud de primera madurez (LPMS) por su parte, la V Región presenta los ejemplares de mayores longitudes en esta pesquería, y cuyos valores, en general son mayores a 90 cm.



Longitud media histórica de Bacalao artesanal por zona. Fuente IFOP.

#### Normativa legal sobre este recurso:

- Dentro del área exclusiva de operación de la flota artesanal, es decir, al norte del paralelo 47°00' L.S. la pesquería se encuentra régimen de plena explotación (R. Ex. 57/2003). Suspendida la inscripción en el registro pesquero artesanal (RPA) en las regiones y UP artesanal y su fauna acompañante.

- Al norte de Punta Lile (32°45'40'' L.S.) se autoriza el uso de embarcaciones hasta 15 metros, al sur de esta y hasta los 47°00' L.S pueden operar embarcaciones hasta los 18 metros de eslora.

- Obligatoriedad de informar las operaciones en bitácoras de pesca y la instalación de dispositivo de posicionamiento satelital en todas las embarcaciones cuyas capturas tienen como destino el mercado internacional. Y que es imprescindible para la utilización del formulario CDS (Catch Documentation Scheme).

- A partir de 2012, los armadores artesanales participan del proceso de subasta pública de permisos extraordinarios de pesca que la autoridad (SUBPESCA) lleva a cabo de acuerdo a su reglamento y para el caso de pesquerías en desarrollo incipiente. Del total del porcentaje que se licita exclusivamente para el sector industrial anualmente, esta es la primera vez que se dispone de una fracción exclusiva para los pescadores artesanales, correspondiendo esta vez a un 50% del total licitable.

#### Estado de Conservación del recurso:

Dentro del área de pesquería artesanal comprendida entre el límite norte de la XV Región al paralelo 47°00 L.S. el recurso se encuentra en condición de sobre-explotación.



Autor: Liu Chong Follert

Diseño Gráfico: Natalia Golsman G.  
División Investigación Pesquera / IFOP 2017.



#### Programa de Seguimiento de la Pesquería demersal y aguas profundas.



### Bacalao de profundidad

**Nombre común:** bacalao de profundidad, merluza negra.  
**Nombre Internacional:** patagonian toothfish, chilean sea bass.  
**Nombre científico:** *Dissostichus eleginoides*.  
**Autor:** Smitt, 1898.

#### Distribución espacial

Posee una distribución circumpolar en la plataforma continental del sur de la Patagonia y Chile, alrededor de islas sub-antárticas (Georgias del Sur, Shag Rocks, Crozet, Kerguelen, Heard y MacDonal, Macquarie e islas del Príncipe Eduardo), bancos (e.g. banco banzare) y montes submarinos (e.g. Lena y Ob) entre las latitudes 45° y 62°. Su distribución recorre la Convergencia Antártica y se extiende hasta los 37° en la plataforma Patagónica en el Océano Atlántico, desde el norte de Perú hasta el extremo austral de Chile en el Pacífico y hasta los 40° en el sur oeste del Océano Índico.

**Posición taxonómica**  
**Clase:** Teleostomi  
**Orden:** Perciforme  
**Familia:** *Nototheniidae*  
**Género:** *Dissostichus*

#### Alimentación

En la zona sur austral de Chile su alimentación se basa principalmente en peces óseos siendo los más importantes merluza de cola (*Macrurus magellanicus*), Antimora rostrata y pejerata (*Macrourus carinatus*), seguidos de cefalópodos y en menor medida crustáceos.





### Reproducción:

Es un desovador sincrónico con dos grupos de ovocitos de diferentes tamaños, el grupo de oocitos de mayor tamaño es desovado en un solo evento durante el año en curso, en tanto que el de menor tamaño continúa su desarrollo hasta la siguiente periodo reproductivo. En aguas chilenas el proceso de desove se registraría solo en la zona sur austral (50° 00' L.S.), entre los meses de julio y octubre. La longitud de primera madurez (LPMS) en aguas chilenas ha sido estimada entre los 89 y 128 cm.

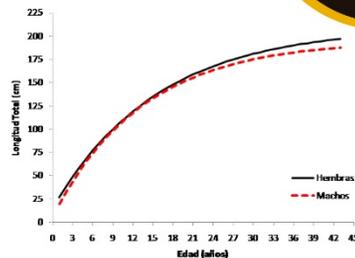
El recurso está sometido a una veda biológica con objeto de proteger su periodo reproductivo entre el 1 de junio y el 31 de agosto en el área comprendida entre los paralelos 53° al 57° L.S. (D.S. 273-96)

### Áreas de juveniles (reclutamientos):

La fase juvenil la pasan en aguas someras y el reclutamiento podría concentrarse sobre áreas espaciales reducidas. Los juveniles permanecen en aguas someras por los siguientes 4-5 meses. En Chile no se registran áreas de reclutamiento, por su parte, en la plataforma Patagónica, la Isla de los Estados (54°47' L.S. - 64°15' L.O.) es la principal área de reclutamiento aunque los reclutas también ocurren en pequeños número a través de la plataforma sur de la Patagonia.

### Edad y crecimiento:

Se determina mediante lectura de anillos de crecimiento en estructuras calcáreas llamadas otolitos, ubicadas en el oído de los peces. Bacalao de Profundidad alcanza 43 años de edad, alcanzando las hembras mayores longitudes que los machos.



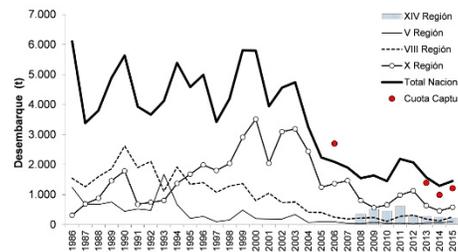
Relación entre longitud total (cm) y edad en Bacalao de Profundidad por sexo. Fuente IFOP.



### Pesquería Artesanal

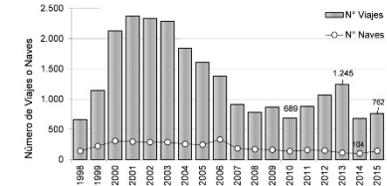
La pesquería se inició en la V región en 1970 con la operación de flota artesanal, incorporándose posteriormente la VIII Región y a mediados de los años 80s ya se había extendido entre la I y VIII Región. Este desarrollo fue motivado por una fuerte demanda en el mercado de EEUU. Es así como esta pesquería experimentó un crecimiento explosivo pasando de desembarques de 30 t en 1978 a casi 7.000 t en 1986. Se describe para los años 1986 a 1996 la existencia de un patrón latitudinal en los rendimientos de pesca, aumentando estos hacia la región sur del país asimismo se registró una significativa reducción en sus valores en relación a años anteriores. En años recientes, esta pesquería se ha desarrollado en aguas exteriores de la XI Región, con los puertos de Valdivia, Puerto Montt y Quellón como los principales centros de desembarque.

Constituyendo la etapa final en el progresivo desplazamiento en sentido sur de esta flota registrado a partir de los años 90, en una búsqueda constante de nuevos caladeros y de mejorar o mantener sus rendimientos de pesca. Debido a un agotamiento de los caladeros tradicionales visitados por esta flota.



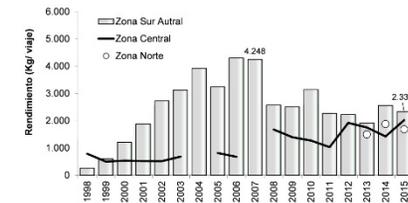
Desembarque (t) artesanal oficial de Bacalao de Profundidad por región. Fuente SERNAP

La disminución en los niveles de desembarques registrados a partir del año 2003 muestra una similar tendencia en relación al número de viajes oficiales a nivel nacional (como consecuencia del deteriorado estado de conservación del recurso). Tendencia que durante el periodo 2011-2013 se quiebra, pasando de 689 a 1.245, respectivamente. No obstante, y como resultado del establecimiento de cuotas de capturas a partir de 2014 (nueva ley de pesca) este indicador registro durante 2014 y 2015 un fuerte descenso entorno al 40%.



Número de embarcaciones y viajes oficiales con desembarque de Bacalao de Profundidad de la flota artesanal a nivel país. Fuente SERNAP.

Los rendimientos de pesca registraron a partir del año 1999 una tendencia ascendente hasta 2007 observándose el máximo histórico en esta pesquería (4.248 kg/viaje). Luego de la fuerte caída de este indicador en el año 2008, los valores se han mantenido relativamente estables en torno a los 3.000 kg/viaje durante el periodo 2009-2015. Lo que obedecería a una drástica disminución en los niveles de biomasa registrada en este recurso, por una parte, y a la obligatoriedad en el uso de posicionador satelital por parte de las embarcaciones, que les imposibilitaría realizar actividad de pesca en zonas no autorizadas (al sur del 47° L.S.). Históricamente, la zona sur austral ha presentado los mayores valores de rendimiento de pesca.



Rendimiento de pesca (kg/viaje). Fuente SERNAP



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



# BITÁCORA DE PESCA FLOTA BACALADERA ARTESANAL



T E M P O R A D A 2 0 1 7

En colaboraci3n con el Comit3 de Manejo  
de Bacalao de Profundidad



### ¿Qué es IFOP?

El Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), es una entidad de derecho privado, creado en 1964 por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y la Sociedad Nacional de Pesca, mediante un proyecto de asistencia técnica internacional en asuntos pesqueros entre el Gobierno de Chile, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO).

Su misión, es elaborar y proveer los antecedentes técnicos y las bases científicas para la regulación de las pesquerías y la acuicultura, así como, la conservación de los recursos hidrobiológicos y sus ecosistemas.

Su financiamiento principal se origina desde el Ministerio de Economía a través de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

### ¿Para qué sirve la información recopilada?

La información recopilada es la base para elaborar y proveer los antecedentes técnicos y científicos para la regulación de las pesquerías y la acuicultura, así como, la conservación de los recursos hidrobiológicos y sus ecosistemas.

### ¿Puede afectar a los pescadores la entrega de información?

De acuerdo al artículo 4, Título 1 "Disposiciones generales" del Reglamento de Observadores Científicos de la Ley General de Pesca y Acuicultura:

**"Los datos o la información recopilada por el observador científico, no será utilizada para fines de fiscalización ni para sustentar denuncias que deban efectuar los organismos competentes, en virtud de los Títulos IX y X de la Ley General de Pesca y Acuicultura. Tampoco servirán de fundamento para la aplicación de las sanciones administrativas establecidas en dicha ley o en leyes especiales"**

La presente bitácora es elaborada por el Instituto de Fomento Pesquero para los pescadores de la flota bacaladera artesanal - Valparaíso, Febrero 2017.

Jefe Proyecto: Liu Chong, Investigador IFOP.  
Diseño: Carolina Irrarrázabal, IFOP.

[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)





## ¿Cuál es la Cuota de Captura Bacalao de Profundidad para el año 2017?

### CARACTERÍSTICAS DEL RECURSO

Nombre común:  
bacalao de profundidad, merluza negra

Nombre Internacional:  
patagonian toothfish, chilean sea bass

Nombre científico:  
*Dissostichus eleginoides*

Autor: Smitt, 1898

#### Posici3n taxon3mica:

Clase: Teleostomei    Familia: Nototheniidae  
Orden: Perciforme    G3nero: Dissostichus

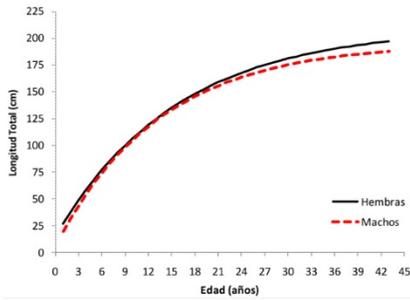
### Cuota de Captura 2017 de Bacalao de Profundidad (*Dissostichus eleginoides*), ÁREA PESQUERÍA ARTESANAL (Al Norte 47° LS)

Ítem	Monto	Unidades
<b>CUOTA DE CAPTURA BACALAO</b>	<b>1.736</b>	<b>Toneladas</b>
<b>Deducciones a la Cuota Global de Captura</b>		
- Cuota para Investigaci3n (Programa Marcaje y Recaptura)	9	Toneladas
- Fauna acompaÑante	0	Toneladas
- Cuota Objetivo	1.727	Toneladas
<b>Distribuci3n temporal de la Cuota Global de Captura</b>		
15 de febrero al 31 de marzo, 2017	863	Toneladas
02 de octubre al 31 de diciembre, 2017	864	Toneladas

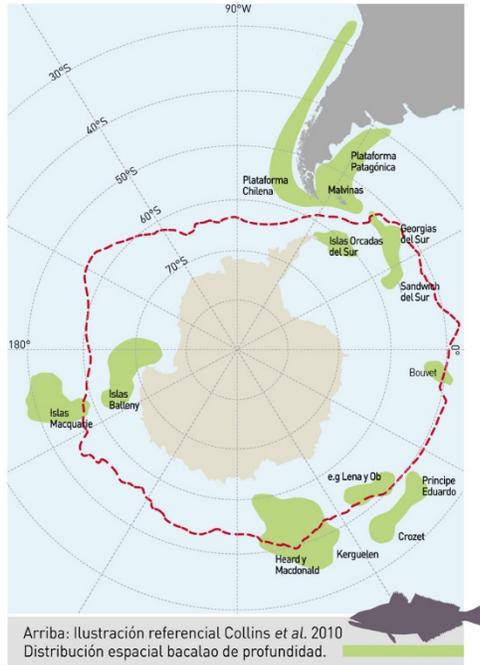
Decreto Exento 895 del 15 de noviembre, 2016



**Distribuci3n espacial:** posee una distribuci3n circum-sub-Ant3rtica, encontr3ndose en la plataforma continental del sur de la Patagonia y Chile; alrededor de islas sub-ant3rticas (Georgias del Sur, Shag Rocks, Crozet, Kerguelen, Heard y MacDonal, Macquarie e islas del Pr3ncipe Eduardo), bancos (e.g. banco banzare) y montes submarinos (e.g. Lena y Ob), entre las latitudes 45° y 62°. Su distribuci3n recorre la Convergencia Ant3rtica y se extiende hasta los 37° en la plataforma Patag3nica en el Oci3no Atl3ntico; desde el norte de Per3 hasta el extremo austral de Chile en el Pac3fico y hasta los 40° en el sur oeste del Oci3no 3ndico.



Relaci3n entre longitud total (cm) y edad en Bacalao de profundidad por sexo. Fuente IFOP.



Arriba: Ilustraci3n referencial Collins et al. 2010  
Distribuci3n espacial bacalao de profundidad.



.2.



**Reproducción:** es un desovador sincrónico, con dos grupos de ovocitos de diferentes tamaños: el grupo de ovocitos de mayor tamaño, es desovado en un solo evento durante el año en curso; en tanto que, el de menor tamaño continúa su desarrollo hasta el siguiente periodo reproductivo. En aguas chilenas, **el proceso de desove se registraría solo en la zona sur austral (50° 00' L.S.), entre los meses de julio y octubre.** La longitud de primera madurez (LPMS) en aguas chilenas ha sido estimada entre los 89 y 128 cm.

El recurso está sometido a una **veda biológica**, con objeto de proteger su período reproductivo, **entre el 1 de junio y el 31 de agosto, en el área** comprendida entre los paralelos **53° al 57° LS. (D.S. 273-96).**

#### Áreas de juveniles (reclutamientos):

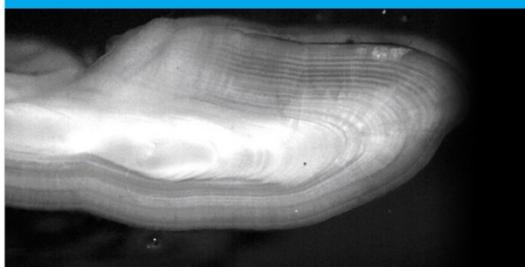
En la fase juvenil, se encuentran en aguas someras y el reclutamiento podría concentrarse sobre áreas espaciales reducidas. Los juveniles permanecen en aguas someras por los siguientes 4-5 meses. En Chile, no se registran áreas de reclutamiento; por su parte, en la plataforma Patagónica, la Isla de los Estados [54°47' L.S. - 64°15' L.O.] es la principal área de reclutamiento aunque los reclutas también ocurren en pequeños números a través de la plataforma sur de la Patagonia.

#### PESQUERÍA ARTESANAL

La pesquería se inició en la V región en 1970 con la operación de flota artesanal, incorporándose posteriormente la VIII Región y a mediados de los años 80s ya se había extendido entre la I y VIII Región. Este desarrollo fue motivado por una fuerte demanda en el mercado de EEUU. Es así como esta pesquería experimentó un crecimiento explosivo pasando de desembarques de 30 t en 1978 a casi 7.000 t en 1986. Se describe para los años 1986 a 1996 la existencia de un patrón latitudinal en los rendimientos de pesca, aumentando estos hacia la región sur del país asimismo se registró una significativa reducción en sus valores en relación a años anteriores.

En años recientes, esta pesquería se ha desarrollado en aguas exteriores de la XI Región, con los puertos de Valdivia,

El bacalao de profundidad alcanza los **43 años de edad**, siendo las hembras, de mayor longitud que los machos.



Su edad se determina mediante lectura de anillos de crecimiento en estructuras calcáreas llamadas otolitos, ubicadas en el oído de los peces.

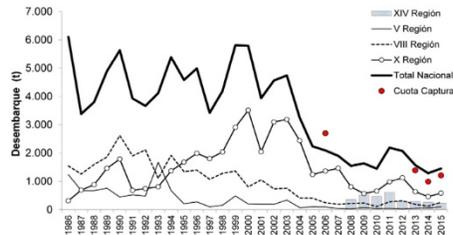
Puerto Montt y Quellón como los principales centros de desembarque, constituyendo la etapa final, en el progresivo desplazamiento en sentido sur de esta flota registrado a partir de los años 90, en una búsqueda constante de nuevos caladeros y de mejorar o mantener sus rendimientos de pesca, debido a un agotamiento de los caladeros tradicionales visitados por esta flota.

#### Alimentación:

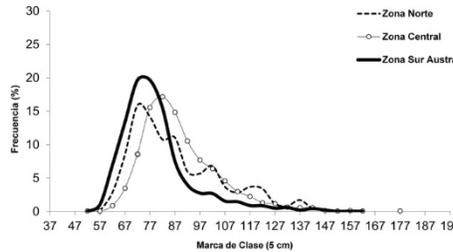
En la zona sur austral de Chile, su alimentación se basa principalmente de peces óseos, siendo los más importantes la merluza de cola<sup>1</sup> (*Macruronus magellanicus*), Antimora rostrata<sup>2</sup> y pejerata<sup>3</sup> (*Macrourus carinatus*), seguidos de cefalópodos y en menor medida, crustáceos.



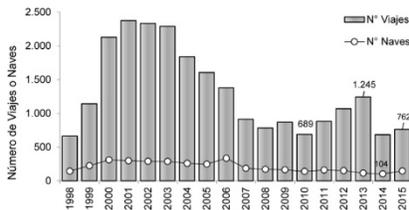
. 3 .



Desembarque (t) artesanal oficial de Bacalao de Profundidad por regi3n. Fuente SERNAP



Estructura de longitud de las capturas artesanales por zona. A3o 2015. Fuente IFOP.



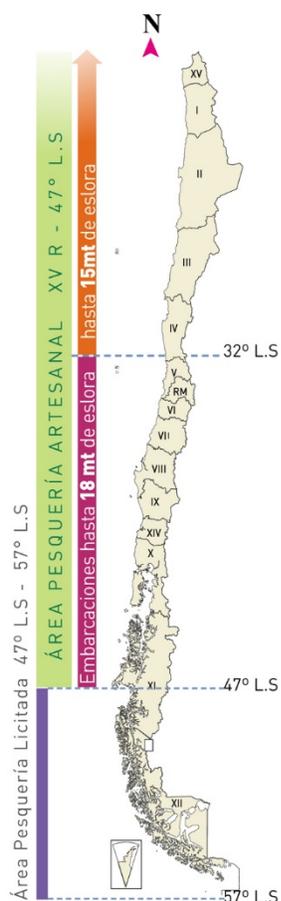
N3mero de embarcaciones y viajes oficiales con desembarque de bacalao de profundidad de la flota artesanal a nivel pa3s. Fuente SERNAP.

### Edad y crecimiento / desembarques:

La disminuci3n en los niveles de desembarques registrados a partir del a3o 2003, muestra una similar tendencia en relaci3n al n3mero de viajes oficiales a nivel nacional -como consecuencia del deteriorado estado de conservaci3n del recurso-. Dicha tendencia, durante el periodo 2011-2013 se quiebra, pasando de 689 a 1.245 viajes, respectivamente. No obstante, y como resultado del establecimiento de cuotas de capturas a partir de 2014 (nueva Ley de Pesca), este indicador registro durante 2014 y 2015 un fuerte descenso entorno al 40%.

Las estructuras de longitudes de los ejemplares presentes en las capturas realizadas por la flota artesanal al norte del 47° L.S., no han presentado cambios importantes en los 3ltimos a3os, y donde la estructura de talla de la zona sur austral se caracteriza por estar compuesta principalmente por juveniles (< 90 cm). Una situaci3n intermedia se observa en las dem3s regiones donde los ejemplares adultos en general se encuentran en mayor proporci3n en las capturas.

La longitud media registrada en la zona sur austral (X-XIV Regi3n), confirma lo mencionado anteriormente, encontr3ndose por debajo de la longitud de primera madurez (LPMS). Por su parte, la V Regi3n presenta los ejemplares de mayores longitudes en esta pesquer3a, y cuyos valores, en general son mayores a 90 cm.



### Normativa legal sobre este recurso:

- Dentro del área exclusiva de operación de la flota artesanal, es decir, al norte del paralelo 47°00' L.S., la pesquería se encuentra régimen de plena explotación (R. Ex. 57/2003). Suspendida la inscripción en el registro pesquero artesanal (RPA) en las regiones y UP artesanal y su fauna acompañante.
- Al norte de Punta Lile (32°45' 40'' L.S.), se autoriza el uso de embarcaciones hasta 15 metros; al sur de ésta y hasta los 47°00' L.S., pueden operar embarcaciones hasta los 18 metros de eslora.
- Obligatoriedad de informar las operaciones en bitácoras de pesca y la instalación de dispositivo de posicionamiento satelital, en todas las embarcaciones cuyas capturas tienen como destino el mercado internacional, imprescindible para la utilización del formulario CDS (Catch Documentation Scheme).
- A partir de 2012, los armadores artesanales participan del proceso de subasta pública de permisos extraordinarios de pesca, que la autoridad (SUBPESCA) lleva a cabo de acuerdo a su reglamento y para el caso de pesquerías, en desarrollo incipiente.

Del total del porcentaje que se licita exclusivamente para el sector industrial anualmente, esta es la primera vez que se dispone de una fracción exclusiva para los pescadores artesanales, correspondiendo esta vez a un 50% del total licitable.



**ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL RECURSO:**  
Dentro del área de pesquería artesanal, comprendida entre el límite norte de la XV Región al paralelo 47°00 L.S., el recurso se encuentra en condición de **SOBRE-EXPLORACIÓN**.



## INSTRUCTIVO DE LLENADO BITÁCORA FLOTA BACALADERA

### DATOS EMBARCACIÓN

- A** **Nombre Embarcación:** Nombre completo de la lancha que realiza operación.  
**Matrícula:** Número de matrícula de la embarcación.  
**RPA:** Número en el Registro Pesquero Artesanal.
- B** **Número de tripulantes:**  
**Tipo de espinel:** Horizontal, vertical, línea de mano, tradicional o con cachalotera.  
**Especie Objetivo Viaje:** Nombre de la especie objetivo que está orientado el viaje.  
**Tamaño Anzuelo:** Tamaño de los anzuelos utilizados en el lance o Tira.
- C** **Identificación del Patrón de Pesca:** Nombre / Rut / Quién completa la bitácora.

### DEL ARTE DE PESCA

#### 1 DATOS DEL LANCE

LANCE o TIRA N°:

**Número correlativo** del lance durante el viaje de pesca. Se considera cada tira como un lance individual.

**CALADO** **DIA/MES:** Día y mes correspondiente a la realización del calado del lance o tira (dd/mm).  
**HORA INIC:** Hora y minuto de inicio de calado de la primera tira del aparejo de pesca (hh:mm).  
**HORA FIN:** Hora y minuto del momento en que se termina el calado de la última tira del aparejo de pesca (hh:mm).

**POSICIÓN** **INICIAL :** Posición geográfica (latitud y longitud) en que se inicia el calado. Poner solo grados y minutos (ggmm). PONER ZONA SERNAP.  
**FINAL:** Posición geográfica (latitud y longitud) en que se finaliza el calado. Poner solo grados y minutos (ggmm). PONER ZONA SERNAP.

**VIRADO** **DIA/MES:** Día y mes correspondiente al inicio del virado del aparejo de pesca (dd/mm).  
**HORA INIC:** Hora y minutos de inicio del virado del aparejo de pesca (hh:mm).  
**HORA FIN:** Hora y minuto en que finaliza el virado del aparejo de pesca (hh:mm).

#### 2 PROFUNDIDAD

REGISTRAR EN METROS

**INI/Min:** Profundidad inicial del espinel utilizado, considerar la profundidad de la línea madre.

**FIN/Máx:** Profundidad final del espinel utilizado, considerar la profundidad de la línea madre.

#### 3 ANZUELOS

**VERTICALES TIRA:** Cantidad de verticales presentes en un lance o tira.

**ANZUELOS POR VERTICAL:** Cantidad promedio de anzuelos presentes en un vertical.

**ANZUELOS POR TIRA:** Cantidad promedio de anzuelos presentes en un vertical.



**BITÁCORA DE PESCA LANCHAS BACALADERAS - IFOP**

Nombre Embarcación: \_\_\_\_\_ A      Número de tripulantes: \_\_\_\_\_ B      Nombre PATRON DE PESCA: \_\_\_\_\_ C  
 Matrícula: \_\_\_\_\_ A      Tipo de Espinet: \_\_\_\_\_ B      RUT: \_\_\_\_\_ C  
 RPA: \_\_\_\_\_ A      Especie Objetivo Viaje: \_\_\_\_\_ B      Nombre persona que completó Bitácora: \_\_\_\_\_ C

1 DATOS DEL LANCE					2 PRO-FONDO			3 ANZUELOS LANZ-I			4 CAPTURAS DEL LANCE POR ESPECIE				5 MAMÍFEROS **	
Lance	Nº	Calado		Virado	PRO-FONDO	Tamaño	Verticales por tira	Anz. por Vertical	Anz. por Tira	BACALAO PROFUNDIDAD		Especies capturadas		Interacción	Anz. perdidos	
		Hora Inicial	Posición [00° 00' 00"]							Hora Final	Med	Hora Inicial	Med			Kg

Tipo de carnada: \_\_\_\_\_ D      Fecha: \_\_\_\_\_      Zarpe      Recalada      E  
 Medidas frente a la interacción con mamíferos: \_\_\_\_\_      Hora: \_\_\_\_\_      Mamíferos \*  
 PUERTO: \_\_\_\_\_      Interción SI - NO      Especie  
 1= Cachalote 2=Orca 3= Lobos Marinos

#### 4 CAPTURAS DEL LANCE POR ESPECIE

**CAPTURAS DEL LANCE POR ESPECIE**  
**BACALAO DE PROFUNDIDAD:** **Captura en kilos** y en **número de ejemplares** de la especie bacalao de profundidad obtenidos en el lance.  
**ESPECIES CAPTURADAS:** Escribir el **nombre de la especie** presente en el lance y registrar la captura en **kilos** y en **número** de la especie en cuestión.

#### 5 MAMÍFEROS

**INTERACCIÓN:** Registrar con un **si** o **no**, la acción de ballenas (orcas o cachalotes) sobre los ejemplares capturados o la carnada.  
**ESPECIE:** Identifica la especie que presenta interacción con la actividad de pesca  
 Código: **1= Cachalote, 2=Orca, 3= Lobos Marinos, 4=Varios**  
**ANZUELOS PERDIDOS:** **Número** de anzuelos perdidos en el lance o tira.  
**EJEMPLARES DAÑADOS:** **Número** de ejemplares dañados por acción de mamíferos y subidos a cubierta.

#### D DE LA CARNADA

**Tipo de Carnada:** Estado y especie de carnada utilizada en los anzuelos (salada, fresca, congelada / sardina, jibia, pejerrey).

**Medidas utilizadas frente a la interacción con mamíferos:** Que acción realiza la embarcación para evitar interacción (corta material, detiene virado, etc).

#### E DEL VIAJE: ZARPE Y RECALADA

**ZARPE / RECALADA DE LA EMBARCACIÓN.** Cada ítem deben ser completado con la siguiente información:

**FECHA:** Día, mes y año de zarpe/recalada de la embarcación (dd/mm/aa).  
**HORA:** Hora y minutos del zarpe/recalada de la embarcación (hh:mm).  
**PUERTO:** Nombre del puerto de donde zarpa/recala la embarcación.



# BITÁCORA FLOTA BACALADERA

Temporada 2017





## **A N E X O 7**

---

Alimentación de dos especies de granaderos  
*Macrourus holotrachys* y *Coelorinchus aconcagua*.  
Informe Final 2017.

---



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

---



**Universidad  
Andrés Bello**

---

**INFORME FINAL  
ALIMENTACIÓN DE DOS ESPECIES DE GRANADEROS: *MACROURUS  
HOLOTRACHYS* Y *COELORINCHUS ACONCAGUA***

---

**Laboratorio de Biología Marina. Centro de Investigación para la Sustentabilidad CIS  
Facultad de Ecología y Recursos Naturales  
Universidad Andrés Bello**

**Autores**

Carlos Canales-Cerro. MSc. PhD(c). Biólogo Marino.  
Mauricio Zuñiga. MSc (c). Magister en Biología Marina.  
Diego Riquelme. MSc (c). Magister en Biología Marina.  
Eric T. Schultz. PhD. B.S. Zoology.  
Sebastian A. Klarian. MSc. PhD. Biólogo Marino. Jefe de Proyecto.

Santiago, junio 2017



## Índice

RESUMEN EJECUTIVO.....	
INTRODUCCIÓN.....	
MATERIALES Y MÉTODOS .....	
Análisis de contenido estomacal (SCA) .....	
Análisis de Isótopos estables (SIA) .....	
Análisis dieta mediante SIA:.....	
Análisis del nicho trófico: .....	
RESULTADOS .....	
Dieta por contenido estomacal:.....	



## RESUMEN EJECUTIVO

Los peces de la familia Macrouridae son especies de ambientes bentopelágicos que habitan entre los 200 y 2000 m de profundidad. Comúnmente son descritos como depredadores eurifagos, pero es posible la selección por tipo y tamaño de presa. Son peces de una gran longevidad, tasa de crecimiento lenta y una fecundidad media-baja, características que sugieren una alta susceptibilidad a los efectos adversos de la sobrepesca. En Chile, dos especies pertenecientes a esta familia, *Macrourus holotrachys* (granadero) y *Coelorinchus aconcagua* (pejerrata) son especies capturadas como fauna incidental en diversas pesquerías y de las cuales no se ha realizado una evaluación de su estado de conservación. Gran parte de los planes de manejo pesquero se enfocan en el impacto directo de la pesquería desconociendo el efecto indirecto sobre otras especies, sin embargo, es fundamental conocer las complejas interacciones que ocurren en el ecosistema para poder generar planes de manejos adecuados. Información importante respecto a este tema puede ser obtenida desde los estudios tróficos a través de inferencias que son referentes a cambios o modificaciones en la composición de presas y sus predadores, lo que contribuye al análisis de las interacciones ecosistémicas con la pesca.

Se obtuvieron muestras de 80 granaderos desde tres zonas entre las coordenadas 48 – 57°S y 74 - 77°O, a una profundidad promedio de 1.614 m y 59 pejerratas de dos zonas entre las coordenadas 36 - 39°S y 66 - 74°O, a una profundidad promedio de 246 m. Se utilizaron conjuntamente los análisis de contenido estomacal e isótopos estables lo cual permitió obtener información respecto a lo que el animal realmente consumió (encontrado en el estómago) y lo que asimiló (isótopos estables). Adicionalmente, estas técnicas permitieron realizar interpretaciones respecto al hábitat y diferencias en el nicho trófico de las especies en estudio.

El contenido estomacal de granadero permitió identificar 16 especies distintas de presas, correspondientes a peces, crustáceos, equinodermos y moluscos, mientras que en el contenido estomacal de pejerrata solo fue posible identificar una especie de crustáceos y restos de peces. Los análisis indicaron que ambos predadores tuvieron una dieta con preferencias por peces y crustáceos, pero con diferencias entre depredadores y zonas de estudio, lo cual puede deberse a variables latitudinales y de profundidad donde fueron capturados los peces.

Finalmente, se sugiere que, al menos *Macrourus holotrachys* es una especie potencialmente importante para la pesquería, debido a que se encuentra en medio de una trama trófica compuesta por especies de alto nivel económico como son bacalao de profundidad (predador) y centolla (presa).



## INTRODUCCIÓN

Los peces pertenecientes a la familia Macrouridae se distribuyen en ambientes bentopelágicos sobre la plataforma continental en torno a los 200 y 2000 metros de profundidad (Morley, Mulvey, Dickson, & Belchier, 2004; Nelson, 2006; Stevens & Dunn, 2011). Su estrategia de alimentación es comúnmente descrita como eurífaga aunque es posible que exista una selección en el tipo y tamaño de presa, con variaciones en la dieta de forma temporal, estacional y zona geográfica, existiendo algunas especies catalogadas como estenófagos (Morley *et al.*, 2004; Stevens & Dunn, 2011). Estos peces son descritos con larga longevidad (sobre 30 años), tasa de crecimiento lento, y una fecundidad media-baja, características que sugieren una alta susceptibilidad frente a los efectos adversos de la sobrepesca (Morley *et al.*, 2004; Van Wijk, Williams, & Constable, 2003).

*Macrourus holotrachys* Günther, 1878, conocido comúnmente como granadero de ojo grande, es un pez con una amplia distribución, en todo el continente Antártico y en los extremos australes de los continentes del hemisferio sur. En Chile se distribuye entre Valdivia (33°03'S) y las islas Diego Ramírez (56°30'S), y en los montes submarinos del archipiélago de Juan Fernández (33-34°77-78'S), con una distribución batimétrica entre los 140 a 2.250 m de profundidad (Reyes & Hune, 2012). Su conducta se describe como un nadador cercano al fondo marino blando, siendo un depredador activo donde busca su alimento con ascensos esporádicos de algunos metros para capturar presas. Su dieta se compone mayormente por pequeños crustáceos, con aportes de pequeños peces y carroña. Sus únicos depredadores conocidos son el Bacalao de profundidad (*Diomedae exulans*) y el Albatros errante (Reyes & Hune, 2012).

*Coelorinchus aconcagua* Iwamoto, 1978, conocido comúnmente como pejerrata, se distribuye entre Coquimbo (29°59'S) y las islas Wellington (49°50'S), y también en los montes submarinos del archipiélago de Juan Fernández (33-34°77-78'S) y en las cercanías de islas Malvinas. Su distribución en profundidad va desde los 175 a 780 m. Es un depredador asociado a fondos blandos donde se alimenta de pequeños crustáceos y principalmente los gusanos poliquetos. También consume algunos moluscos bivalvos, calamares y en ocasiones Merluza común (*Merluccius gayi*). Sus depredadores naturales conocidos son el besugo (*Epigonus crassicaudus*) y la raya volantín (*Zearaja chilensis*) (Reyes & Hune, 2012).

En Chile no existe una pesca dirigida sobre *M.holotrachys* ni *C.aconcagua*, pero son parte importante de la fauna acompañante. Granadero es capturado en la pesca del bacalao de profundidad y Orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*), por lo que desde el 2005 la flota chilena empezó a procesarlo en filetes para su comercialización. Pejerrata es capturado en múltiples pescas, entre las que destaca la dirigida a raya volantín, congrio dorado (*Genypterus maculatus*), langostinos, merluza común, besugo y merluza de cola (*Macruronus novaezealandiae magellanicus*). Sin embargo no hay estadísticas oficiales de pesca para estas especies, por lo que no se debe confundir en la estadística pesquera con la especie *Coelorinchus chilensis* que en los registros es llamada pejerrata o granadero (Reyes & Hune, 2012). Además, aun no existe una evaluación



respecto al estado de conservaci3n de *M.holotrachys* y *C.aconcagua* por parte de la UICN (Reyes & Hune 2012, 2015, UICN, <http://www.iucnredlist.org/>, 2017), ni entidades locales.

Los planes de manejo mayormente se encuentran enfocados en el efecto directo que tiene la pesquería sobre la especie objetivo, desconociéndose los efectos indirectos sobre otras especies (Worm & Paine, 2016), sin embargo es fundamental entender el efecto de la pesquería sobre las complejas interacciones de los ecosistemas, lo cual es clave para la generaci3n de planes de manejo adecuados en los ecosistemas marinos (Harvey, Cox, Essington, Hansson, & Kitchell, 2003). La teoría de trama tr3fica permite comprender las interacciones potencialmente complejas que podrías ser generadas por efectos extractivos como la pesca, debido a esto, Worm y Paine (2016) han sugerido que las redes tr3ficas proporcionan una plataforma conceptual útil sobre la cual se puede mapear las consecuencias ecol3gicas de los cambios ambientales, identificar las brechas de conocimiento y predecir generalidades, siendo posible evaluar el impacto sobre los recursos en su estructura y funci3n mediante inferencias que son referentes a cambios o modificaciones en la composici3n de las presas y sus depredadores, contribuyendo al análisis de las interacciones ecosistémicas con la pesca (Aguirre, Ostfeld, Tabor, House, & Pearl, 2002; Essington *et al.*, 2015; Medina, Arancibia, & Neira, 2007; Reynolds & Jennings, 2000; Soto-Jiménez, 2011).

Una de las técnicas más ampliamente utilizadas en los estudios tr3ficos es el análisis de contenido estomacal (SCA), el cual da cuenta de lo ingerido efectivamente por el animal, sin embargo, ésta metodología se ve limitada por el grado de digesti3n del contenido estomacal, y en el caso de especies de altas profundidades, la tasa de est3magos evertidos es alta por lo que muchos de los estudios de dieta en se han basado principalmente en contenido de intestinos, lo que dificulta la identificaci3n y cuantificaci3n de las presas, haciendo necesario analizar un gran número de est3magos para lograr una visi3n precisa de la dieta (Keller, Hirons, & Kerstetter, 2016; Stevens & Dunn, 2011). Por otro lado, los análisis de is3topos estables (SIA) de nitr3geno ( $\delta^{15}\text{N}$ ) y carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ), entregan inferencias integradas del consumo y el grado de asimilaci3n de la presa con una alta precisi3n, trazando las vías de flujo de energía a trav3s de las redes alimentarias, posici3n tr3fica y movimientos de los depredadores y sus presas. No obstante, ésta técnica presenta limitaciones dadas por la incertidumbre y baja resoluci3n taxon3mica de las presas (Bearhop, Adams, Waldron, Fuller, & Macleodj, 2004; Hussey *et al.*, 2014; Hussey, MacNeil, & Fisk, 2010; C. a. Layman *et al.*, 2012; Post, 2002). Debido a los sesgos de ambas técnicas, se ha sugerido la implementaci3n conjunta del análisis de contenido estomacal con los análisis de is3topos estables. Por un lado, se tiene informaci3n de lo que realmente se aliment3 el depredador y, por el otro, respecto a la integraci3n e importancia de la presa (Chiaradia, Forero, McInnes, & Ram3rez, 2014; Keller *et al.*, 2016; Lopez, Zapata-Hernández, Bustamante, Sellanes, & Meléndez, 2013).

Adem3s, con esta informaci3n, es posible conocer el nicho tr3fico de la especie en estudio. El nicho es definido como un hipervolumen n-dimensional que conjuga todos los requisitos bi3ticos y abi3ticos necesarios para que una especie exista en un lugar y tiempo determinado (Hutchinson, 1957). Dada la complejidad de estudiar este hipervolumen, es posible realizar evaluaciones a trav3s de sub áreas como es el nicho tr3fico, que contempla la diversidad de presas y fuentes de recursos



alimenticios utilizadas por un depredador (Reid, Sweeting, Wigham, McGill, & Polunin, 2016; Yeakel, Bhat, Elliott Smith, & Newsome, 2016). Por ello, el nicho isot3pico es una simplificaci3n de la definici3n de Hutchinson (1957), donde las n-dimensiones son determinadas por el n3mero de isotopos empleados en la evaluaci3n, los cuales incorporan factores bi3ticos y abi3ticos generales que influyen en el flujo de elementos a trav3s de los sistemas biol3gicos (Yeakel *et al.*, 2016). Por lo tanto, este an3lisis al ser dirigido principalmente a las interacciones depredador-presa, es equivalente al nicho tr3fico (Bearhop *et al.*, 2004; Newsome, Martinez del Rio, Bearhor, & Phillips, 2007).

Bajo el contexto de una pesca incidental de especies que son potencialmente sensibles a la sobrepesca y de las cuales no existe una regulaci3n de su extracci3n, y entendiendo que los estudios tr3ficos pueden ayudar a entender las complejas interacciones que existen en el ecosistema marino de profundidad, el objetivo general fue el siguiente: Caracterizar la din3mica tr3fica de granaderos o pejerratas, capturados por las operaciones comerciales en la temporada 2016.

## MATERIALES Y M3TODOS

Las muestras correspondieron a 80 individuos de *Macrourus holotrachys* capturados entre las coordenadas 48 – 57°S y 74 - 77°O, a una profundidad promedio de 1.614 m y 59 de *Coelorinchus aconcagua* capturados entre las coordenadas 36 - 39°S y 66 - 74°O, a una profundidad promedio de 246 m, en la temporada de pesca 2016. Debido a la extensi3n del 3rea de captura de los peces, se determinaron 5 zonas de estudios las cuales se indican en la **Tabla 1**. De estos peces se examin3 el contenido estomacal con el fin de informaci3n de su dieta. El n3mero de est3magos analizados, con contenido y vaci3 se indican en la **Tabla 2**. Todas las muestras fueron adquiridas por observadores cient3ficos del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Las muestras de tejido muscular de los individuos analizados se etiquetaron convenientemente y fueron congeladas a -20°C, al igual que los est3magos extra3dos desde ejemplares depredadores.

**Tabla 1**  
Zonas de captura de *Macrourus holotrachys* y *Coelorinchus aconcagua*.

Especie	Zona	L3mite Norte	L3mite sur
<i>Macrourus holotrachys</i>	Grand1	48.02°S	50.17°S
	Grand2	51.36°S	53.65°S
	Grand3	54.63°S	57.12°S
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	Thno1	35.98°S	35.99°S
	Thno2	37.83°S	38.65°S



**Tabla 2**

Número total de est3magos analizados por especie y zona de estudio. Se indica cantidad de est3magos vacíos y con contenido

Especie	Zona	Número de Est3magos		
		Totales	Con Contenido	Vacíos
<i>Macrourus holotrachys</i>	Grand1	19	13	6
	Grand2	17	11	6
	Grand3	44	31	13
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	Thno1	14	5	9
	Thno2	45	11	34

### **Análisis de contenido estomacal (SCA)**

Los est3magos fueron recibidos y analizados en el laboratorio de Salud de Ecosistemas de la Universidad Andrés Bello. Cada uno, fue identificado gracias a su número de lance y registro; posteriormente fueron pesados en una balanza eléctrica de 0.01 g de precisión, seguido por una cuidadosa disección con lo que se obtuvo el contenido estomacal, el cual fue traspasado a una placa de Petri. Las presas fueron separadas cuidadosamente, descartando la presencia de carnada, e identificadas hasta el tax3n más bajo posible, luego contadas y pesadas en una balanza eléctrica de 0.01 g de precisión. Las presas como peces, crustáceos y moluscos, con el apoyo de una lupa microestereoscópica, fueron identificadas con el apoyo de claves y/o descripciones de bibliografía especializada como por ejemplo Cohen *et al.* (1990) para peces; en el caso de moluscos se Rocha (2003) y Forcelli (2000) y para crustáceos Palma y Kaiser (1993) y Retamal (2000). Desde esta etapa, se obtuvo tejido muscular de las presas, las cuales fueron lavadas con agua mili-Q y posteriormente congeladas a -20°C.

El análisis de la dieta se realizó a través de métodos comunes de porcentaje de: Frecuencia de ocurrencia (F), Numéricos (N) y de Gravimétricos (P), lo que permitió calcular la importancia de las presas a través del Índice geométrico (IG) (Assis, 1997):

$$IG = \frac{(\%F + \%N + \%P)}{\sqrt{3}}$$

Donde %F es el porcentaje de est3magos donde se encontró una presa determinada en relación al total de est3magos analizados; %N es el número de individuos de una presa determinada; %P es peso total de una presa determinada. Debido al alto número de contenido estomacal definido como "restos", y las dificultades de distinguir un número determinado de organismos integrantes esta categoría, se realizó un segundo análisis de IG donde se evaluó según categorías



taxonómicas, sin considerar el componente numérico de la ecuación (%N) y con la raíz de 2. Esto para realizar un análisis por categoría de presas (peces, crustáceos, equinodermos, etc) si el sesgo entregado por la imposibilidad de realizar una identificación a niveles taxonómicos inferiores.

Para comparar las dietas entre depredadores y zonas de estudio, se realizó un análisis de cluster en base a un análisis de Manhattan basado en el aporte estimado con IG de cada presa a los predadores a través del paquete para R "PvClust": Hierarchical Clustering with P-Values via Multiscale Bootstrap Resampling (Suzuki & Shimodaira, 2006).

### **Análisis de Isótopos estables (SIA)**

Las muestras obtenidas desde los estómagos, más tejidos musculares de los depredadores, fueron preparadas para el análisis de isótopos estables de la siguiente forma.

Se inició reduciendo las muestras a un peso de ~10 mg, y debido a que la presencia de lípidos puede generar error en la lectura de carbono, se realizó su extracción mediante un equipo Soxhlet con éter de petróleo durante 3 horas continuas. Luego, las muestras fueron lavadas con abundante agua mili-Q para eliminar los restos de la solución, posteriormente fueron reducidas a ~3 mg y secadas a 55°C durante 16-18 h. Finalmente, cada tejido fue reducido a un peso entre 0.4 a 0.6 mg y depositados en cápsulas de estaño de 5 x 9 milímetros "Tin capsules". La medición de isótopos se realizó en el laboratorio Elementex international limited Londres, Inglaterra, donde cada muestra fue leída en un espectrómetro de masas en modo de flujo continuo (CF) "Nu-Instruments", modelo Perspective, acoplado con a un analizador elemental (EA) de Eurovector, modelo EA-3024. Los radios isótopos fueron reportados en notación de  $\delta$ , usando como estándar Pee Dee Belemita para  $\delta^{13}\text{C}$  y Nitrógeno atmosférico para  $\delta^{15}\text{N}$ . Por lo tanto,  $\delta^{13}\text{C}$  o  $\delta^{15}\text{N} = [(R \text{ muestra} / R \text{ estándar}) - 1] \times 103$ , donde R es  $^{13}\text{C}/^{14}\text{C}$  o  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  respectivamente. Este análisis tiene una precisión del orden de  $\pm 0,5\%$  para  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\pm 0,2\%$  para  $\delta^{13}\text{C}$ .



## Análisis dieta mediante SIA

La estimación de la contribución isotópica de las presas a cada depredador, se realizó con el paquete para R “MixSIAR”: Bayesian Mixing Models in R (Moore & Semmens, 2008; Stock & Semmens, 2013), el cual, como su nombre lo indica, utiliza modelos mixtos bayesianos que emplean tres Cadenas de Markov-Monte Carlo (MCMC) para estimar las funciones de densidades de probabilidades de las variables de interés, es decir, estima la distribución completa de cada variable. Conjuntamente, se utilizó el índice de Gelman-Rubin para evaluar la convergencia de las cadenas empleadas, con lo cual se pudo determinar, en caso de que fuese necesario, extender las cadenas para un análisis más preciso. Siguiendo a Fry (2013), las presas fueron agrupadas en grupos mayores por proximidad taxonómica, para evitar ruidos por cercanía de concentración isotópica. Adicionalmente, se incorporó información a priori obtenida desde el análisis de contenido estomacal, esto se realizó por medio de la estimación de un valor alpha ( $\emptyset$ ) el cual se estimó como

$$\emptyset = \frac{Pi}{Ni} + \frac{Ni}{NEE}$$

Donde Pi y Ni es el peso y número estómagos donde se encontró la presa i respectivamente y NEE es el número efectivo de estómagos con contenido estomacal.

Para comparar las dietas entre depredadores y zonas de estudio, se realizó un análisis de cluster en base a un análisis de Manhattan basado en el aporte estimado por el modelo mixto de cada presa a los predadores, a través del paquete para R “PvClust” (Suzuki & Shimodaira, 2006).

## Análisis del nicho trófico

Para analizar el nicho trófico de los depredadores, con los valores de  $\delta^{15}N$  y  $\delta^{13}C$  se realizó un análisis de Convex-Hull con el paquetes para R “SIBER”: Stable Isotope Bayesian Ellipses in R (Jackson, Inger, Parnell, & Bearhop, 2011; Parnell *et al.*, 2012), mediante los cuales se pudo obtener un estimado del tamaño del nicho (TA, área total de la elipse; SEAc, área estándar corregida de la elipse), Diversidad del nicho (CD, distancia media a centroide; Rango N, información sobre la amplitud trófica del depredador; Rango C, estimaciones de la diversidad de recursos basales) y estimación de la estrategia de alimentación del predador (MNND y SDNND, respectivamente, promedio y desviación estándar de la distancia al vecino más cercano) (C. A. Layman *et al.*, 2007; Reid *et al.*, 2016). Estas métricas representan una medida de la cantidad total del nicho isotópico utilizado por un depredador particular y por lo tanto un indicador de su diversidad trófica (Jackson *et al.*, 2011).

Para estimar la sobreposición trófica entre los depredadores y zonas en evaluación, se utilizó el paquete para R, “SIBER” (Jackson *et al.*, 2011; Parnell *et al.*, 2012) con el que se estimó el porcentaje del área sobrepuesta entre las elipses, y el paquete “NicheROBER”: Niche Region and



Niche Overlap Metrics for Multidimensional Ecological Niches (Swanson *et al.*, 2015) con el que se estim3 el porcentaje de sobreposici3n entre depredadores a trav3s de aproximaciones con Monte Carlo para la generaci3n de m3ltiples pol3gonos en torno a los puntos (Swanson *et al.*, 2015). Complementariamente, a trav3s del paquete "RInSp": R Individual Specialization (Zaccarelli, Bolnick, & Mancinelli, 2013) se compararon los resultados obtenidos desde IG y MixSiar referente a las preferencias diet3reas de cada depredador, esto mediante un 3ndice de sobreposici3n O, el cual representa el valor medio de la medida del grado total de la red de sobreposici3n entre los grupos en estudio, y el 3ndice CW, el cual es una medida del grado relativo de agrupaci3n en una red, lo que permite conocer si la estrategia de alimentaci3n fue discreta especializada en un grupo presa ( $CW > 0$ ), la variaci3n de la dieta est3 dada a nivel de individuos ( $CW < 0$ ) o al azar ( $CW \sim 0$ ) (Zaccarelli *et al.*, 2013).

Las comparaciones de los valores de  $\delta^{15}N$  y  $\delta^{13}C$  entre especies y zonas se realiz3 a trav3s de PERMANOVA dado que 3ste permite el an3lisis de signos complejos (m3ltiples factores y sus interacciones) sin las limitaciones de normalidad multivariante, homocedasticidad y que tiene un mayor n3mero de variables que las unidades de prueba del test tradicional. El m3todo calcula un estad3stico pseudo-F directamente an3logo al tradicional estad3stico F para los modelos multifactoriales univariables ANOVA, utilizando procedimientos de permutaciones para obtener p-value para cada t3rmino en el modelo (Albo-Puigserver *et al.*, 2015; Quinn & Keough, 2002). Debido al n3mero de muestras, de forma posterior se emple3 una correcci3n de Bonferroni, lo cual permite evitar cometer Error Tipo I, pero de forma conservada lo que permiti3 obtener un p-val3e m3s robusto (Quinn & Keough, 2002).

## RESULTADOS

### Dieta por contenido estomacal

A trav3s de an3lisis de contenido estomacal se identific3 para *Macrourus holotrachys* (Grand), un total de 16 especies presas categorizadas entre peces, crust3ceos, equinodermos (Tabla ). El 3ndice geom3trico (IG) indic3 que las categor3as de presas crust3ceos (CRU) y peces (PEC) fueron las m3s relevantes, con variaciones en el aporte entre zonas (**Figura 1**), como tambi3n diferencias en las especies presas que componen cada categor3a (**Tabla 3**). El 3ndice CW estimado con el IG por especies de presas ( $CW_{Grand1} = 0.11$ ;  $CW_{Grand2} = 0.12$ ;  $CW_{Grand3} = 0.12$ ), sugiri3 que no hay un patr3n definido de consumo, sin embargo, al estimar CW con IG por categor3a de presas ( $CW_{Grand1} = 0.70$ ;  $CW_{Grand2} = 0.73$ ;  $CW_{Grand3} = 0.72$ ) se evidenci3 que existi3 una especializaci3n en grupos presas. Al estimar el 3ndice O entre las tres zonas evaluadas en base al IG por especie de presa, se registr3 un bajo grado de sobreposici3n entre 0.40 y 0.43, mientras que la estimaci3n del 3ndice O en base al IG por categor3as de presas indic3 un mayor grado de sobreposici3n entre zonas, donde las relaciones son  $Grand1-Grand2 = 0.74$ ,  $Grand1-Grand3 = 0.63$  y  $Grand2-Grand3 = 0.65$ .

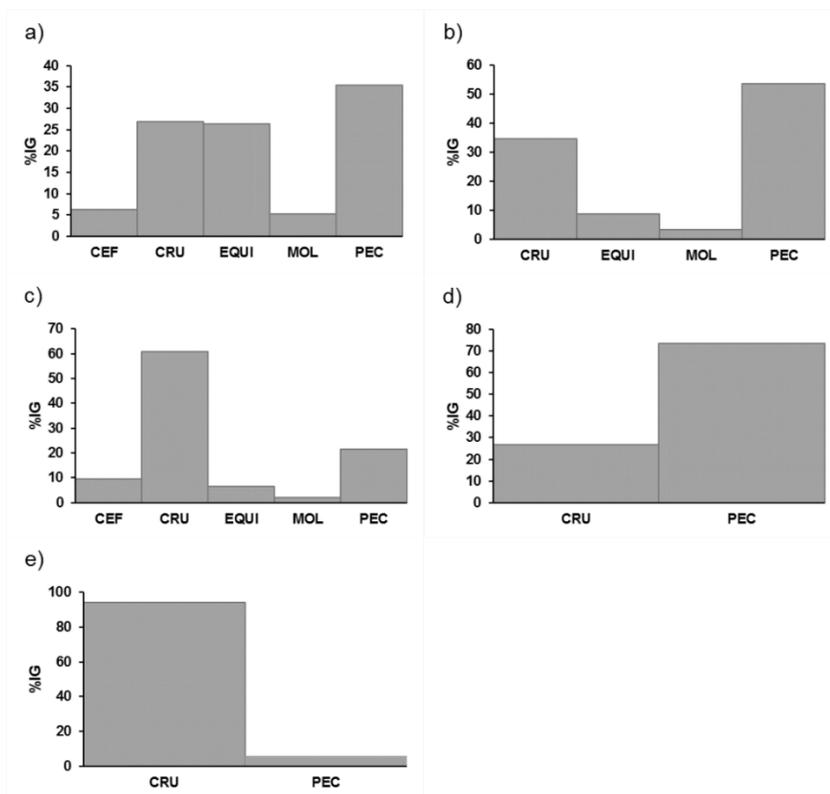


Para *Caelorinchus aconcagua* (Thno) solo se identific3 una especie presa categorizada como crust3ceos (**Tabla 3**), esto debido al alto grado de digesti3n de los ejemplares encontrados, raz3n por la cual 3nicamente se realiz3 el an3lisis de IG por categor3as de presas, el cual indic3 diferencias entre las dos zonas evaluadas (**Figura 1**). El estimado de CW indic3 que existi3 una estrategia de alimentaci3n estenofaga (CWThno1 = 0.69; CWThno2 = 0.61) y el 3ndice O sugiri3 una baja sobreposici3n entre zonas con un valor de 0.35. El an3lisis de O entre las zonas de las distintas especies de pejerrata indicaron que Thno1 tuvo un alto grado de sobreposici3n con Grand2 (0.80), seguido por Grand1 (0.62) y menor grado con Grand3 (0.50), mientras que Thno2 tuvo un nivel de sobreposici3n medio con Grand3 (0.67), y un bajo grado con Grand1 (0.33) y Grand2 (0.41). Un patr3n similar se observ3 en el an3lisis de cluster, sin embargo, los p-value de las bifurcaciones fueron todos significativos ( $\geq 88$ ), infiriendo diferencias entre las distintas zonas y depredadores (**Figura 2**).

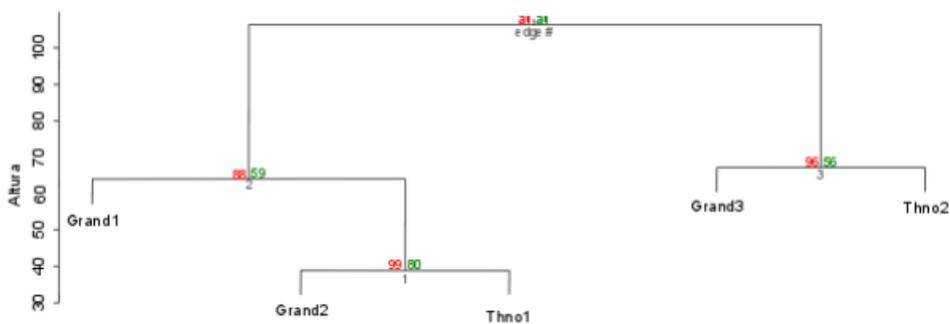
**Tabla 3**

3ndice geom3trico estimado con las especies de presa, por zona y especie de depredador. *Macrourus holotrachys* (Grand), *Caelorinchus aconcagua* (Thno).

Categor3a	Especie presa	3ndice Geom3trico				
		Grand 1	Grand 2	Grand 3	Thno 1	Thno 2
CRU	Anf3podos	0	0	21.32	0	0
CRU	<i>Austropandalus grayi</i>	0	0	2.52	0	0
CRU	<i>Nematocarcinus longirostris</i>	9.53	0	10.96	0	0
CRU	<i>Politolana sp.</i>	14.15	0	0.00	0	0
CRU	<i>Munida gregaria</i>	16.16	18.69	30.17	0.00	0.00
CRU	Estomatopodos	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
CRU	<i>Emerita analoga</i>	0.00	0	2.33	0	0
CRU	<i>Lithodes antarcticus</i>	0.00	8.28	10.17	0.00	0.00
EQUI	Ofiuro	17.97	15.14	9.74	0.00	0.00
EQUI	Erizo	22.16	0.00	2.28	0.00	0.00
MOL	Bivalvo	5.39	0.00	1.98	0.00	0.00
MOL	Gastr3podo	0.00	6.17	1.92	0.00	0.00
MOL	Poliplacoforo	5.87	0.00	0.00	0.00	0.00
PEC	<i>Antimora rostrata</i>	8.77	23.65	0.00	0.00	0.00
PEC	<i>Genypterus sp.</i>	0.00	20.32	0.00	0.00	0.00
PEC	<i>Lophiodes sp.</i>	0.00	0.00	3.64	0.00	0.00
PEC	Pejerrata	0.00	7.76	3.00	0.00	0.00



**Figura 1** Índice geométrico estimado con las categorías de presas, por zona y especie de depredador. *Macrourus holotrachys* (Grand), *Caelorinchus aconcagua* (Thno). a) Grand1, b) Grand2, c) Grand3, d) Thno1, e) Thno2.



**Figura 2** Análisis de cluster de similitud Manhattan por zona y especie de depredador en base al índice métrico estima desde el contenido estomacal. *Macrourus holotrachys* (Grand), *Caelorinchus aconcagua* (Thno). Au es el valor de probabilidades (p-value, rojo) y Bp es la probabilidad del bootstrap (verde).



## Isótopos estables

Los valores de isótopos estables para cada zona de depredadores se indican en la **Tabla 4**. Debido a que el contenido estomacal de *Caelorinchus aconcagua* sólo permitió identificar una especie, no fue posible realizar análisis de dieta a través de modelo mixto. De las 16 especies identificadas en el contenido estomacal de *Macrourus holotrachys*, se obtuvo muestras de seis especies para el análisis de isótopos estables. Estas especies fueron agrupadas según su proximidad taxonómica, como se indica en la **Tabla 5**. El valor de los isótopos estables para cada grupo de presas se indica en la **Tabla 6**. El valor estimado del factor de enriquecimiento (TEF) para cada zona de Granadero se indica en la **Tabla 7**.

**Tabla 4**

Valor de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de pejerrata por zona de estudio.

Depredador	Zona de estudio	$\delta^{13}\text{C}$ Prom $\pm$ DS	$\delta^{15}\text{N}$ Prom $\pm$ DS	n
<i>Macrourus holotrachys</i>	Grand1	18.24 $\pm$ 2.82	-16.68 $\pm$ 1.62	16
	Grand2	15.30 $\pm$ 2.27	-18.79 $\pm$ 1.68	15
	Grand3	14.88 $\pm$ 1.10	-18.78 $\pm$ 1.32	16
<i>Caelorinchus aconcagua</i>	Thno1	19.25 $\pm$ 0.31	-15.96 $\pm$ 0.25	14
	Thno2	18.89 $\pm$ 0.36	-16.20 $\pm$ 0.27	20

**Tabla 5**

Designación de categorías y grupos de las especies de presas para análisis de modelo mixto.

Categoría	Grupo Presa	Especie presa
CRU	Anfípodo	Anfípodos
CRU	Camarón	<i>Austropandalus grayi</i>
CRU	Camarón	<i>Nematocarcinus longirostris</i>
CRU	Camarón	<i>Politolana sp.</i>
CRU	Langostino	<i>Munida gregaria</i>
EQUI	Equinodermo	Ofiuro



**Tabla 6**

Valores calculados de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por cada grupo de presas para el análisis de modelo mixto de *Macrourus holotrachys*. Se indica Promedio, desviación estándar y concentración de los isótopos estables de carbono y nitrógeno y número de muestras analizadas.

Presa	$\delta^{13}\text{C}$ Prom $\pm$ DS	$\delta^{15}\text{N}$ Prom $\pm$ DS	Conc $\delta^{13}\text{C}$	Conc $\delta^{15}\text{N}$	n
Anfípodo	-16.94 $\pm$ 2.06	12.97 $\pm$ 2.42	32.34	8.65	10
Camarón	-18.69 $\pm$ 2.61	14.00 $\pm$ 0.85	49.67	10.92	4
Equinodermo	-9.28 $\pm$ 2.75	17.12 $\pm$ 4.83	19.59	2.47	4
Langostino	-20.42 $\pm$ 2.27	10.10 $\pm$ 5.92	53.81	12.46	3

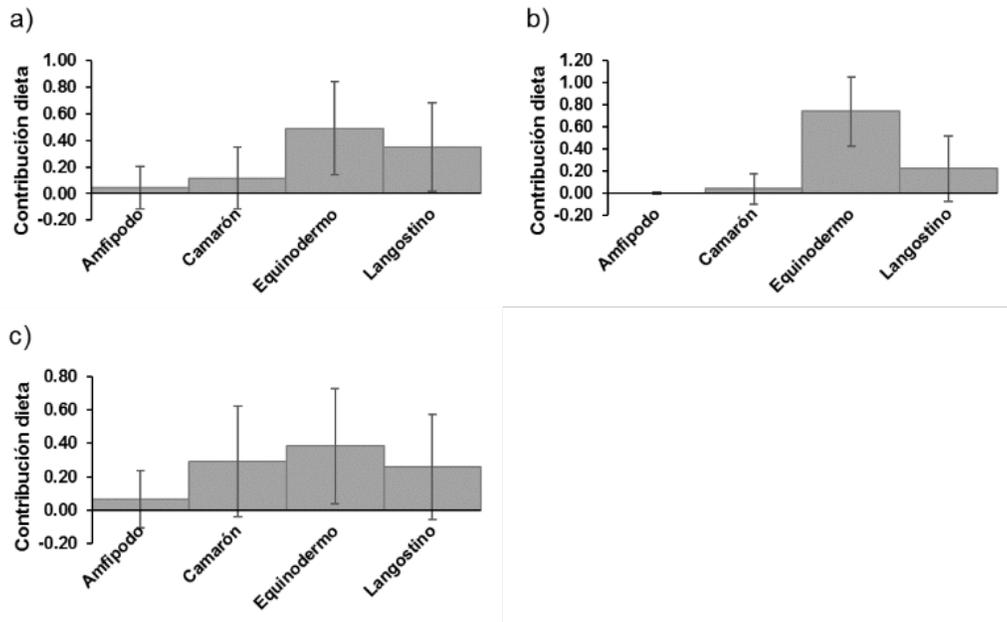
**Tabla 7**

Factor de enriquecimiento estimado para cada zona de *Macrourus holotrachys*. Se indica promedio y desviación estándar.

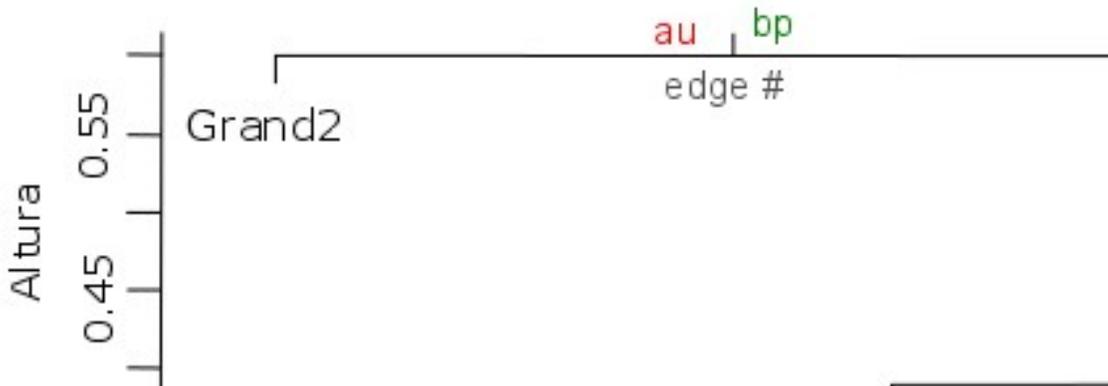
TEF	$\delta^{13}\text{C}$ Prom $\pm$ DS	$\delta^{15}\text{N}$ Prom $\pm$ DS
Grand1	0.37 $\pm$ 4.28	4.70 $\pm$ 3.78
Grand2	2.48 $\pm$ 4.28	1.75 $\pm$ 3.78
Grand3	2.47 $\pm$ 4.28	1.33 $\pm$ 3.78

## **Análisis dieta mediante Isotopos estables**

El análisis de modelo mixto indicó contribuciones a la dieta y que fueron diferenciales entre las distintas zonas de estudio. Así, en Grand1 existió una mayor contribución por parte de Equinodermos y Langostinos. Por otro lado, en Grand2 una mayor contribución por Equinodermos, y en Grand3 existió una contribución equitativa entre Camarón, Equinodermo y Langostino (**Figura 3**). El análisis de CW indicó que en las tres zonas el granadero presentó una estrategia de alimentación estenófaga (CW = 0.95), con una moderada sobreposición entre las distintas localidades según el índice O, y con relación Grand1-Grand2 = 0.83, Grand1-Grand3 = 0.74 y Grand2-Grand3 = 0.84. Sin embargo, el análisis de cluster sugirió diferencias entre las localidades con valores p-value en los nodos  $\geq 90$  (**Figura 4**).



**Figura 3** Contribuci3n diet3ria estimado con las categor3as de presas, por zona de depredador. *Macrourus holotrachys* (Grand). a) Grand1, b) Grand2, c) Grand3.



**Figura 4** An3lisis de cluster de similitud Manhattan por zona y especie de depredador en base a la contribuci3n diet3ria de las presas estimado como modelo mixto. *Macrourus holotrachys* (Grand).



## Nicho trófico

El análisis de Convex-Hull indicó que el tamaño del nicho isotópico de *M. holotrachys* es de mayor tamaño que el de *C. aconcagua*. Los valores de Rango N y Rango C mostraron que Grand1 y Grand2 tuvieron un nicho mayormente variable en términos de presas consumidas, por sobre variaciones en el ambiente de donde provienen dichas presas. En tanto, Grand 3, Thno 1 y Thno2, presentaron un nicho con una influencia homogénea entre las especies de presas consumidas y el ambiente de donde previenen esas presas. En base a la estimación de CD, se definió que Grand1 y Grand2 presentaron la mayor diversidad trófica relacionada con la distancia de cada individuo depredador con el centroide de la elipse. Sin embargo, las estimaciones de MNND y SDNND sugirieron que Grand2 es la zona con mayor plasticidad trófica debido a que existió una mayor diversidad entre los individuos dentro de esta zona con mayor uniformidad en el nicho. Thno1 y Thno2, las estimaciones de Rango N y Rango C, evidenciaron un nicho acotado, con una baja amplitud en términos de especies consumidas y ambiente de origen de las presas, y que además indicaron que existió una baja diversidad trófica, con una poca diferencia entre los individuos depredadores y una alta uniformidad del nicho (**Tabla 8**).

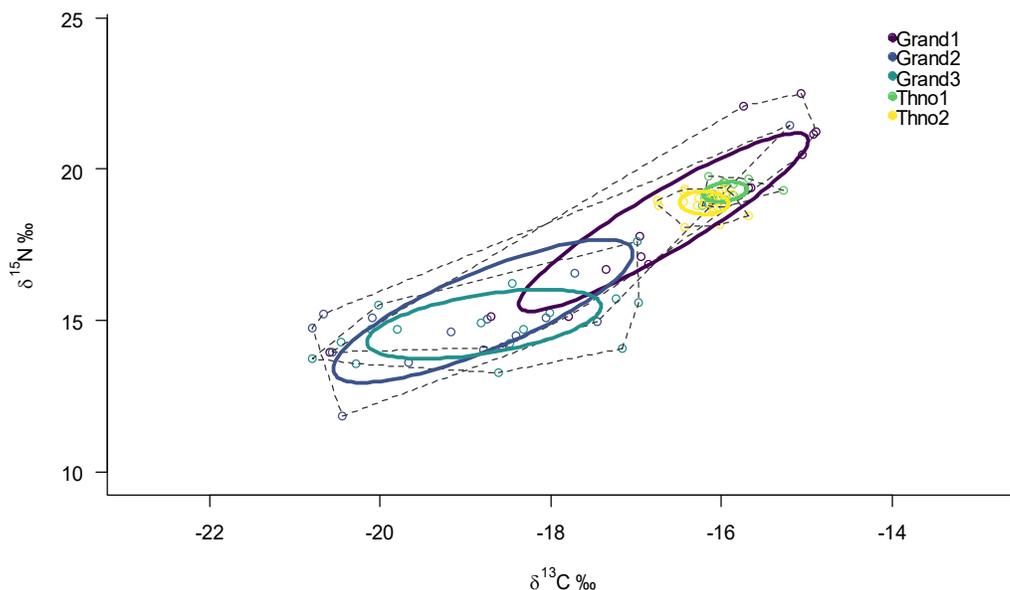
El análisis de sobreposición entre las zonas de estudio de *M. holotrachys* indicó una moderada sobreposición entre Grand1 (29% de su área) y Grand 2 (23% de su área). Una baja sobreposición entre Grand 1 (6% de su área) con Grand 3 (9% de su área) y alta de Grand3 (86% de su área) con Grand2 (48% de su área). Entre las zonas de estudio de *C. aconcagua* existió una modera sobreposicion de Thno1(25% de su área) con Thno2 (19% de su área). Entre zonas de depredadores, no existió sobreposición de Grand2 y Grand3 con Thno1 ni Thno2, pero estas dos últimas zonas tienen un 100% de sus áreas dentro de la elipse que define el nicho de Grand1 el cual comparte 4% con Thno1 y 5% con Thno2 de su área (**Figura 5**). Desde análisis de probabilidad de sobreposición entre las zonas de estudio, se destacan aquellos resultados referidos a las elipses que no presentaron contacto en el análisis anterior, es así que Grand2 y Grand3 tiene una baja probabilidad de sobreponerse con Thno1 y Thno2 (**Figura 6**). El análisis de PERMANOVA indicó diferencias significativas entre los grupos ( $p$ -value = 0.001) respecto a sus valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ . Mediante la corrección de Bonferroni se especificó que, estas diferencias se encuentran entre Grand1 con Grand2 (0.02), Grand1 con Grand3 (0.01) y Grand2 y Grand3 con Thno1 y Thno2 (0.01).



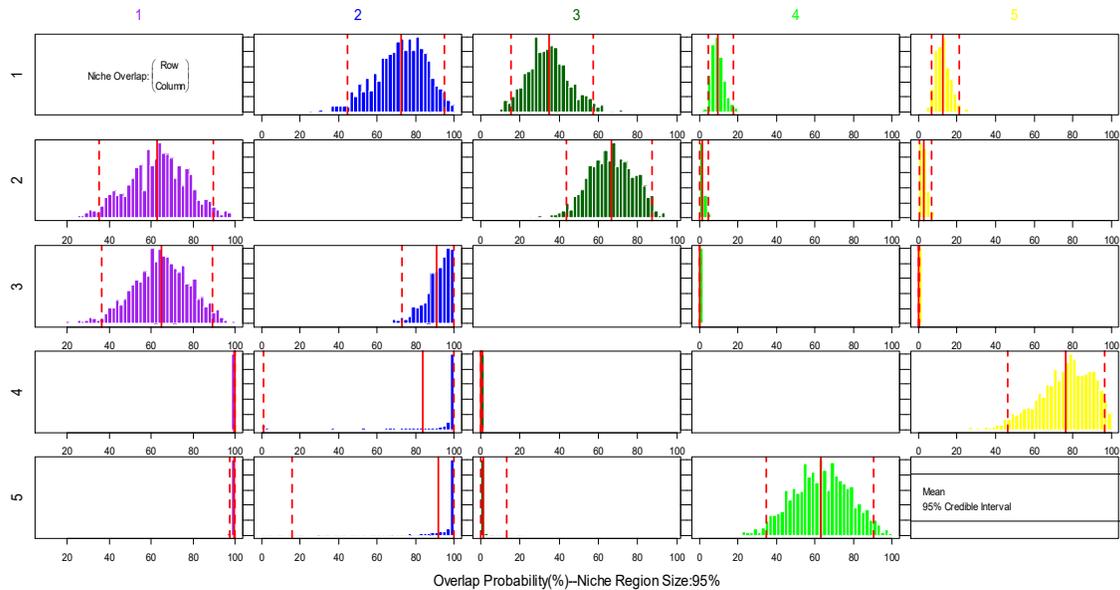
Tabla 8

Valores del an3lisis de Convex Hull para *Macrourus holotrachys* (Grand), *Caelorinchus aconcgua* (Thno) en cada zona de estudio. n, n3mero; TA, 3rea total de la elipse; SEAc, 3rea estimada corregida; Rango N, rango de extensi3n de la elipse respecto a  $\delta^{15}\text{N}$ ; Rango C, rango de extensi3n de la elipse respecto a  $\delta^{13}\text{C}$ ; CD distancia media al centroide; MNND y SDNND, respectivamente promedio y desviaci3n est3ndar de la distancia al vecino m3s cercano.

Grupo	n	TA	SEAc	Rango N	Rango C	CD	MNND	SDNND
Grand1	16	14.6	5.98	8.57	5.70	2.8	0.61	0.52
Grand2	15	16.5	7.56	9.62	5.60	2.1	1.06	0.80
Grand3	16	9.78	4.17	4.33	3.83	1.5	0.70	0.44
Thno1	14	0.58	0.25	0.99	0.94	0.3	0.16	0.14
Thno2	20	0.98	0.33	1.27	1.06	0.4	0.16	0.12



**Figura 5** An3lisis de Convex Hull del nicho isot3pico de *Macrourus holotrachys* (Grand), *Caelorinchus aconcgua* (Thno) en las distintas zonas de evaluaci3n. La l3nea punteada representa el 3rea total de la elipse (TA) y la l3nea continua es el 3rea estimada corregida de la elipse (SEAc).



**Figura 6** Análisis de sobreposición de nichos entre las zonas de estudio de *Macrourus holotrachys* (Grand), *Caelorinchus aconcagua* (Thno). 1, Grand1; 2, Grand2; 3, Grand3; 4, Thno1; 5, Thno2.

## DISCUSIÓN

Los análisis de dieta a través de contenido estomacal e isótopos estables indicaron que el granadero y pejerrata tienen una dieta con preferencias hacia grupos de peces y crustáceos, que varió según la zona de estudio. En el caso particular del granadero, además se identificó una amplia variedad de presas pertenecientes a diversos grupos, como peces, crustáceos, moluscos gastrópodos, bivalvos y equinodermos, los cuales no fueron encontrados en los estómagos de pejerrata. Estas diferencias en el número de presas, en riqueza como en categorías encontrados en el contenido estomacal de los dos depredadores analizados son concordantes con la amplitud de nicho definida en el análisis de Convex Hull. El análisis de sobreposición de nicho, con los análisis de PERMANOVA y Bonferroni corroboran la diferenciación entre las dietas de *C. aconcagua* y *M. holotrachys* de las zonas más australes (Grand2 y Grand3). Por otro lado, se fortalece la similitud entre *M. holotrachys* de Grand1 con *C. aconcagua* de Thno1 y Thno2. El análisis de los datos permitió inferir que es principalmente la variabilidad de los valores de carbono los que pueden estar definiendo esta segregación. Debido a que se ha demostrado que los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de los depredadores marinos son indicadores eficaces de los hábitats de forraje en diversas escalas espaciales en términos de batimetría y latitud (Cherel & Hobson, 2007; Newsome *et al.*, 2007). Es posible que las diferencias puedan deberse a una combinación entre las variaciones de la profundidad donde se alimenta, latitud donde habita y la distribución de las corrientes. Al analizar solo las zonas de *C. aconcagua*, el patrón de distribución en  $\delta^{13}\text{C}$  es coincidente respecto a la profundidad de captura y a las latitudes de Thno1 y Thno2 con lo esperado según la literatura (Cherel & Hobson, 2007; Newsome *et al.*, 2007). Sin embargo, el



análisis de las zonas de captura de *M. holotrachys* la distribución de las elipses en el eje  $\delta^{13}\text{C}$  no es el esperado en funci3n de las variaciones de profundidad de captura, donde elementos latitudinales y de distribución de corrientes puede generar este patr3n diferenciado. En efecto, individuos de Grand1, Grand2 y Grand3 est3n expuestos a porciones distintas de la Corriente de Cabo de Hornos (Thiel, Macaya, Acuña, & *et al.*, 2007), lo que puede tener consecuencias en la distribución de los is3topos en el ambiente (Cherel & Hobson, 2007). En tanto, *Macrourus holotrachys* es potencialmente una especie de importancia para la pesquería de la zona austral, debido a que forma parte de una trama tr3fica compuesta por especies de alto valor comercial, al ser depredado por el Bacalao de profundidad y alimentarse de centollas (*Lithodes antarcticus*) (registrado en este estudio).

Lograr definir los posibles impactos de la pesquería sobre las poblaciones de pejerrata y granadero es necesario realizar estudios que permitan evaluar variaciones entre temporadas de pesca que permitan entender de mejor forma las trama tr3ficas y sus cualidades resilientes para un manejo pesquero que permita la sustentabilidad de poblaciones de aguas profundas (C. A. Layman *et al.*, 2007).



## REFERENCIAS

- Aguirre, A., Ostfeld, R., Tabor, G., House, C., & Pearl, M. (2002). *Conservation Medicine: Ecological Health in Practice*. New York: Oxford University Press, Inc.
- Albo-Puigserver, M., Navarro, J., Coll, M., Aguzzi, J., Cardona, L., & Sáez-Liante, R. (2015). Feeding ecology and trophic position of three sympatric demersal chondrichthyans in the northwestern Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 524, 255–268. <http://doi.org/10.3354/meps11188>
- Assis, C. (1997). A generalized index for stomach content analysis in fish. *Scientia Marina*, 60(2–3), 385–389.
- Bearhop, S., Adams, C. E., Waldron, S., Fuller, R. A., & Macleodj, H. (2004). Determining trophic niche width : a novel approach using stable isotope analysis. *Journal of Animal Ecology*, 73(5), 1007–1012.
- Cherel, Y., & Hobson, K. a. (2007). Geographical variation in carbon stable isotope signatures of marine predators: A tool to investigate their foraging areas in the Southern Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 329, 281–287. <http://doi.org/10.3354/meps329281>
- Chiaradia, A., Forero, M. G., McInnes, J. C., & Ramírez, F. (2014). Searching for the true diet of marine predators: Incorporating Bayesian priors into stable isotope mixing models. *PLoS ONE*, 9(3). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0092665>
- Cohen, D. M. D., Inada, T., Iwamoto, T., & Scialabba, N. (1990). Gadiform fishes of the world (order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. *FAO Species Catalogue. Vol. 10. FAO Fish. Synop. No. 125, v. 10: I-X + 1-442*.
- Essington, T. E., Moriarty, P. E., Froehlich, H. E., Hodgson, E. E., Koehn, L. E., Oken, K. L., ... Stawitz, C. C. (2015). Fishing amplifies forage fish population collapses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(21), 6648–6652. <http://doi.org/10.1073/pnas.1422020112>
- Forcelli, D. O. (2000). *Moluscos magallánicos: guía de los moluscos de la Patagonia y del sur de Chile*. Vazquez Mazzini.
- Fry, B. (2013). Alternative approaches for solving underdetermined isotope mixing problems. *Marine Ecology Progress Series*, 472, 1–13. <http://doi.org/10.3354/meps10168>
- Harvey, C., Cox, S. P., Essington, T. E., Hansson, S., & Kitchell, J. F. (2003). An ecosystem model of food web and fisheries interactions in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 60, 939–950. <http://doi.org/10.1016/S1054>



- Hussey, N. E., MacNeil, M. A., & Fisk, A. T. (2010). The requirement for accurate diet-tissue discrimination factors for interpreting stable isotopes in sharks. *Hydrobiologia*, 654(1), 1–5. <http://doi.org/10.1007/s10750-010-0361-1>
- Hussey, N. E., Macneil, M. A., Mcmeans, B. C., Olin, J. a., Dudley, S. F. J., Cliff, G., ... Fisk, A. T. (2014). Rescaling the trophic structure of marine food webs. *Ecology Letters*, 17, 239–250. <http://doi.org/10.1111/ele.12226>
- Hutchinson, G. E. (1957). "Concluding remarks," in Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology (Cold Spring Harbor, NY).
- Jackson, A. L., Inger, R., Parnell, A. C., & Bearhop, S. (2011). Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER - Stable Isotope Bayesian Ellipses in R. *Journal of Animal Ecology*, 80(3), 595–602. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2011.01806.x>
- Keller, H. R., Hirons, A. C., & Kerstetter, D. W. (2016). Combined stomach content and d13C/d15N analyses of oilfish, escolar, snake mackerel and lancetfish in the western North Atlantic. *Marine Ecology*, 37(4), 727–736. <http://doi.org/10.1111/maec.12317>
- Layman, C. a., Araujo, M. S., Boucek, R., Hammerschlag-Peyer, C. M., Harrison, E., Jud, Z. R., ... Bearhop, S. (2012). Applying stable isotopes to examine food-web structure: An overview of analytical tools. *Biological Reviews*, 87(3), 545–562. <http://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00208.x>
- Layman, C. A., Arrington, D. A., Montaña, C. G., Post, D. M., Ecology, S., Jan, N., & Monta, G. (2007). Can Stable Isotope Ratios Provide for Community-Wide Measures of Trophic Structure? *Ecological Society of America*, 88(1), 42–48.
- Lopez, S., Zapata-Hernández, G., Bustamante, C., Sellanes, J., & Meléndez, R. (2013). Trophic ecology of the dusky catshark *Bythaelurus canescens* (Günther, 1878) (Chondrychthyes: Scyliorhinidae) in the southeast Pacific Ocean. *Journal of Applied Ichthyology*, 29(4), 751–756. <http://doi.org/10.1111/jai.12151>
- Medina, M., Arancibia, H., & Neira, S. (2007). Un modelo trófico preliminar del ecosistema pelágico del norte de Chile (18°20'S-24°00'S). *Investigaciones Marinas*, 35(1), 25–38. <http://doi.org/10.4067/S0717-71782007000100003>
- Moore, J. W., & Semmens, B. X. (2008). Incorporating uncertainty and prior information into stable isotope mixing models. *Ecology Letters*, 11(5), 470–480.
- Morley, S. A., Mulvey, T., Dickson, J., & Belchier, M. (2004). The biology of the bigeye grenadier at South Georgia. *Journal of Fish Biology*, 64(6), 1514–1529. <http://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2004.00405.x>



- Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the world. Bulletin of Marine Science* (Fourth Edit, Vol. 3rd edn). John Wiley & Sons, Inc. Retrieved from [http://www.worldcat.org/title/fishes-of-the-world/oclc/28965588&referer=brief\\_results](http://www.worldcat.org/title/fishes-of-the-world/oclc/28965588&referer=brief_results)
- Newsome, S., Martinez del Rio, C., Bearhor, S., & Phillips, D. L. (2007). A niche for isotopic ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(8), 429–436. <http://doi.org/10.1890/060150.01>
- Palma, S., & Kaiser, K. (1993). *Plancton marino de Aguas Chilenas*. Ediciones Universitarias, Valparaíso, 151 p.
- Parnell, A. C., Inger, R., Bearhop, S., Jackson, A. L., Bearhor, S., & Jackson, A. L. (2012). Source partitioning using stable isotopes: coping with too much variation. *PLoS ONE*, 5: e9672(3), 1–5. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0009672>
- Post, D. M. (2002). Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology*, 83(3), 703–718. [http://doi.org/Doi 10.2307/3071875](http://doi.org/Doi%2010.2307/3071875)
- Quinn, G. P., & Keough, M. J. (2002). *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. New York: Cambridge University press. Retrieved from <http://www.cambridge.org/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521811286>
- Reid, W., Sweeting, C., Wigham, B., McGill, R., & Polunin, N. (2016). Isotopic niche variability in macroconsumers of the East Scotia Ridge (Southern Ocean) hydrothermal vents: What more can we learn from an ellipse? *Marine Ecology Progress Series*, 542, 13–24. <http://doi.org/10.3354/meps11571>
- Retamal, M. (2000). Catálogo multimedia de los crustáceos decápodos de Chile. *World Biodiversity Data Base ETI Series*.
- Reyes, P., & Hune, M. (2012). *Peces del sur de Chile*. Santiago: Ocho Libros Editores.
- Reyes, P., & Hune, M. (2015). *Mi guía de especies marinas chilenas: Guías de reconocimiento de especie objetivo, fauna acompañante y especies incidentales capturadas en la pesquerías industriales de arrastre de merluza común, merluza de cola y crustáceos bento-demersales, en la pesque*. Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- Reynolds, J., & Jennings, S. (2000). The role of animal behaviour in marine conservation. In L. Gosling & W. Sutherland (Eds.), *Behaviour and Conservation* (pp. 238–257). Cambridge: Cambridge University press. Retrieved from [http://www.seaturtle.org/pdf/ocr/ReynoldsJD\\_2000\\_InBehaviourandConservation\\_p238-257.pdf](http://www.seaturtle.org/pdf/ocr/ReynoldsJD_2000_InBehaviourandConservation_p238-257.pdf)
- Rocha, F. (2003). *Biología, ecología, cultivo y pesquerías de cefalópodos. Curso de Postgrado Universidad Austral de Chile*, 206 P.



- Soto-Jiménez, M. F. (2011). Transferencia de elementos traza en tramas tróficas acuáticas. *Hidrobiologica*, 21(3), 239–248.
- Stevens, D. W., & Dunn, M. R. (2011). Different food preferences in four sympatric deep-sea Macrourid fishes. *Marine Biology*, 158(1), 59–72. <http://doi.org/10.1007/s00227-010-1542-1>
- Stock, B. C., & Semmens, B. X. (2013). MixSIAR GUI User Manual. Version 3.1. <https://github.com/brianstock/MixSIAR>. <http://doi.org/10.5281/zenodo.56159>.
- Suzuki, R., & Shimodaira, H. (2006). Pvclust: An R package for assessing the uncertainty in hierarchical clustering. *Bioinformatics*, 22(12), 1540–1542. <http://doi.org/10.1093/bioinformatics/btl117>
- Swanson, H. K., Lysy, M., Power, M., Starko, A., Johnson, J. D., & Reist, J. (2015). A new probabilistic method for quantifying n-dimensional ecological and niche overlap. *Ecology*, 96(2), 318–324.
- Thiel, M., Macaya, E., Acuña, E., & *et al.* (2007). The Humboldt Current System of Northern and Central Chile Oceanographic Processes , Ecological Interactions and Socioeconomic Feedback. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 45(3), 195–344. [http://doi.org/Book\\_Do10.1201/9781420050943](http://doi.org/Book_Do10.1201/9781420050943)
- Van Wijk, E. M., Williams, R., & Constable, A. J. (2003). Age, growth and size at sexual maturity of *Macrourus carinatus* caught as by-catch in Australian Sub-Antarctic trawl fisheries. *CCAMLR Science*, 10, 139–151.
- Worm, B., & Paine, R. T. (2016). Humans as a Hyperkeystone Species. *Trends in Ecology and Evolution*, 31(8), 600–607. <http://doi.org/10.1016/j.tree.2016.05.008>
- Yeakel, J. D., Bhat, U., Elliott Smith, E. A., & Newsome, S. D. (2016). Exploring the Isotopic Niche: Isotopic Variance, Physiological Incorporation, and the Temporal Dynamics of Foraging. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 4(January), 1–16. <http://doi.org/10.3389/fevo.2016.00001>
- Zaccarelli, N., Bolnick, D. I., & Mancinelli, G. (2013). RInSp: An r package for the analysis of individual specialization in resource use. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(11), 1018–1023. <http://doi.org/10.1111/2041-210X.12079>

## **A N E X O 8**

---

Interacción de mamíferos marinos en la pesquería industrial de bacalao de profundidad (2016).

---



## **INTERACCION DE MAMIFEROS EN LA PESQUEROA DE BACALAO DE PROFUNDIDAD**

Autores:

Renato Céspedes M. y Cristian Vargas A.

### **Introducción**

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. Desde esa fecha a la actualidad, la flota palangrera fábrica que opera sobre el recurso emplea solo dicho aparejo de pesca. No obstante, la interacción de mamíferos, según los patrones de pesca, se ha intensificado afectando sus capturas y rendimientos de pesca.

En este sentido, la interacción de mamífero en esta pesquería impacta directamente en los valores de capturas y rendimientos de pesca, incorporando una incertidumbre a la información, que posteriormente es empleada para posteriores definiciones del estado de condición del recurso y medidas de manejo.

El presente trabajo tiene como objetivo principal generar indicadores de la interacción de los mamíferos en la pesquería de bacalao de profundidad durante el año 2016, resaltando que es un trabajo en desarrollo, dada la reciente toma de información de interacción de mamíferos que se ha levantado en la pesquería.

### **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 de IFOP durante 2016; en donde fueron recopilados -entre otros- los siguientes datos, como el barco, viajes, lances, captura, esfuerzo de pesca, posición geográfica, presencia de la interacción con mamíferos e identificación de los mamíferos.

Se efectuaron análisis espacial y temporal de la presencia de los principales mamíferos que interactúan 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 ( $C_p$ ) de bacalao de profundidad por mamíferos. Roche *et al.* (2007), Tixier *et al.* (2010), Tixier (2012), Gasco *et al.* (2015) sugieren la forma de estimar la depredación de mamíferos ( $D$ ) al viaje de un barco, teniendo como base de estimación la diferencia entre los rendimientos de pesca con ausencia de mamíferos versus los rendimientos con presencia de mamíferos. Estos autores proponen las siguientes estimaciones, partiendo con la estimación de rendimiento de pesca perdido, como a continuación se describe:

$$cpue_p = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (cpue_{aus(i)} - cpue_{mam(j)})}{I*J} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$C_p = cpue_p * E_{mam} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde,

- $cpue_p$  : Rendimiento de pesca ( $cpue$ ) perdido ( $p$ ) en peso.
- $cpue_{aus}$  : Rendimiento de pesca ( $cpue$ ) con ausencia ( $aus$ ) de mamíferos en peso.
- $cpue_{mam}$  : Rendimiento de pesca ( $cpue$ ) con presencia de mamíferos ( $mam$ ) en peso.
- $I$  : Número de lances con ausencia de mamíferos,  $i$  i-ésimo lance.
- $J$  : Número de lances con presencia de mamíferos,  $j$  j-esimo lance.
- $I*J$  : Número de combinaciones de lances con ausencia de mamíferos y lances con presencia de mamíferos.
- $C_p$  : Captura ( $C$ ) perdida ( $p$ ) total de los lances con presencia de mamíferos en peso.
- $E_{mam}$  : Esfuerzo de pesca ( $E$ ) total de los lances con presencia de mamíferos ( $mam$ ) en peso.

En la estimación de la depredación se efectuó una modificación a lo indicado por los autores anteriores. La captura perdida estimada corresponde a los lances con presencia de mamíferos y la suma de esta captura perdida con la captura registrada de esos mismos lances con presencia de mamíferos se tendría la captura con ausencia de mamíferos. Por tanto, la depredación se estima como a continuación se indica:

$$D_1 = \frac{C_p}{C_p + C_{mam}} \quad \text{Ecuación 3}$$

- $C_{mam}$  : Captura ( $C$ ) total de los lances con presencia de mamíferos ( $mam$ ) en peso.
- $D_1$  : Depredación de captura por mamíferos.

Luego, la captura total del viaje de pesca de un barco se estima como sigue:

$$C_t = (C_p + C_{mam}) + C_{aus} \quad \text{Ecuación 4}$$

- $C_{aus}$  : Captura ( $C$ ) total de los lances con ausencia ( $aus$ ) de mamíferos en peso.
- $C_t$  : Captura ( $C$ ) total del viaje de un barco en peso.



La estimaci3n de depredaci3n es un estudio en desarrollo, luego puede darse otras maneras de estimarla. En el presente informe se propone dos otras maneras de llegar a esta estimaci3n. No obstante, ambas tienen el mismo criterio inicial que los autores antes mencionados, que consiste en comparar los rendimientos de pesca con ausencia y los rendimientos con presencia de mamíferos.

A continuaci3n, se entrega una estimaci3n de la depredaci3n ( $D_2$ ), considerando el rendimiento de pesca perdido por efecto de la depredaci3n de los mamíferos en el viaje obtenido de la resta entre el rendimiento de todos los lances con ausencia de mamíferos en el viaje y el rendimiento de todos los lances con presencia de mamíferos, como se muestra a continuaci3n

$$Cpue_{p \text{ viaje}} = Cpue_{aus \text{ viaje}} - Cpue_{mam \text{ viaje}} \quad \text{Ecuaci3n 5}$$

$Cpue_{p \text{ viaje}}$  : Rendimiento de pesca ( $cpue$ ) perdido ( $p$ ) en el viaje.

$Cpue_{aus \text{ viaje}}$  : Rendimiento de pesca ( $cpue$ ) con ausencia de mamíferos en el viaje.

$Cpue_{mam \text{ viaje}}$  : Rendimiento de pesca ( $cpue$ ) con presencia de mamíferos en el viaje.

Los rendimientos de pesca con ausencia y presencia de mamíferos son estimadores de raz3n considerando todos los lances con el atributo -ausencia o presencia- durante el viaje de pesca de la nave. El c3lculo se efectu3 como a continuaci3n se indica:

$$Cpue_{aus \text{ viaje}} = \frac{\sum_{l=1}^L C_{aus \ l}}{\sum_{l=1}^L E_{aus \ l}} \quad \text{Ecuaci3n 6}$$

$$Cpue_{mam \text{ viaje}} = \frac{\sum_{l=1}^L C_{mam \ l}}{\sum_{l=1}^L E_{mam \ l}} \quad \text{Ecuaci3n 7}$$

$l$  : Lance  $l$ -ésimo del viaje.

$C_{aus \ l}$  : Captura ( $C$ ) del lance  $l$  con ausencia ( $aus$ ) de mamíferos en peso.

$C_{mam \ l}$  : Captura ( $C$ ) del lance  $l$  con presencia de mamíferos ( $mam$ ) en peso.

$E_{aus \ l}$  : Esfuerzo de pesca ( $E$ ) del lance  $l$  con ausencia de mamíferos ( $mam$ ) en peso.

$E_{mam \ l}$  : Esfuerzo de pesca ( $E$ ) del lance  $l$  con presencia de mamíferos ( $mam$ ) en peso.

Considerando que el rendimiento de pesca con ausencia de mamíferos sería de todo viaje en el caso que no tuviera presencia de mamífero; la depredaci3n resultaría del cociente entre el rendimiento perdido de la captura de bacalao (ecuaci3n 5) y el rendimiento de pesca con ausencia de mamíferos (ecuaci3n 6), como se indica a continuaci3n

$$D_2 = \frac{Cpue_{p \text{ viaje}}}{Cpue_{aus \ \text{viaje}}} \quad \text{Ecuaci3n 8}$$



La captura perdida se bas3 en la ecuaci3n 2 efectuando la modificaci3n en el rendimiento de pesca perdido.

$$C_{2p} = cpue_{p \text{ viaje}} * E_{mam} \quad \text{Ecuaci3n 9}$$

La captura total del viaje se estim3 basada en la ecuaci3n 4; pero, la captura perdida proviene de la ecuaci3n 9.

$$C_{2t} = (C_{2p} + C_{mam}) + C_{aus} \quad \text{Ecuaci3n 10}$$

Otro enfoque de estimar la depredaci3n es empleando la ecuaci3n 3, considerando el viaje como base de criterio y los estimados captura perdida de la ecuaci3n 9; en este sentido, queda como sigue:

$$D_3 = \frac{C_{2p}}{C_{2p} + C_{mam}} \quad \text{Ecuaci3n 11}$$

Como es posible observar, estudiar la depredaci3n de mamíferos en la pesquería de bacalao es una investigaci3n en desarrollo, pudiendo abrir diversos enfoques de su estimaci3n. Todos ellos intentan llegar a estimar captura total obtenida en un viaje de pesca, considerando la estimaci3n de la captura perdida por depredaci3n. Esta informaci3n es de mucha importancia para las evaluaciones requeridas para definir el manejo de la pesquería, con el prop3sito de reducir la alta incertidumbre que tiene las actuales capturas.

El prop3sito de abordar la estimaci3n de la depredaci3n al viaje de pesca tiene como principal objetivo reconocer la variabilidad que existe en la estimaci3n producto de la operaci3n de pesca, como el poder de pesca, experiencia del patr3n de pesca, pr3cticas de pesca (evitar la interacci3n), zonas de pesca, temporalidad de la operaci3n, entre otros factores.

En el presente estudio se efectuaron los c3lculos de depredaci3n a la operaci3n de tres naves pesqueras durante el a3o 2016, por contener mayor completitud de la informaci3n.



## Resultados

### a. Descripci3n de la interacci3n de mamíferos en la pesquería

Las especies de mamíferos observados en la pesquería de bacalao de profundidad durante el ańo 2016 se indican en la **Tabla 1**. Las especies que consumen la captura e interactúan directamente en la pesquería son la orca y el cachalote; no obstante, dentro de las otras especie el lobo marino común también se ha registrado que interactúa en la pesquería de forma importante.

**Tabla 1**

Listado de especies que fueron registrados en la pesquería.

Especies de mamíferos
Orca
Cachalote
Calder3n de aleta corta
Ballena jorobada
Lobo común
Lobo fino

La interacci3n registrada de la orca y el cachalote fue la depredaci3n (consumo) de las capturas de bacalao de profundidad, factor importante de estudio en el presente documento. Mientras, la interacci3n del lobo común es principalmente respecto de los peces y restos de peces que son devueltos al mar.

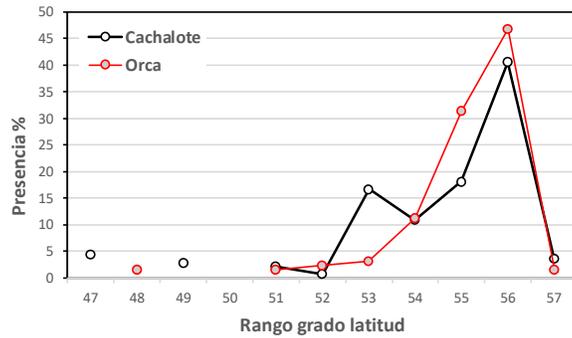
### Distribuci3n espacial y temporal de la interacci3n de mamíferos

Interacci3n de las orcas y cachalotes se registr3 principalmente al sur de la latitud 54° S (**Figura 1**), área coincidente con la mayores capturas y rendimientos de pesca de bacalao de profundidad. Al norte de dicha latitud la interacci3n de ambas especies de mamíferos fue reducida y escasa.

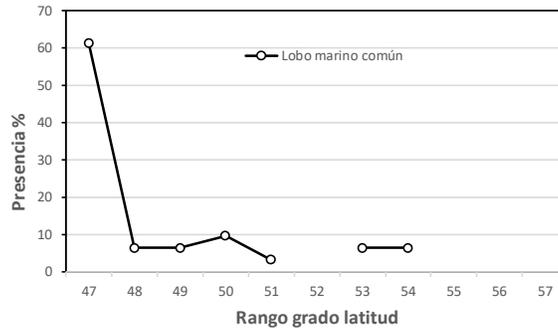
La interacci3n con el lobo marino común se registr3 -de forma importante- en latitudes menores del área de la pesquería industrial (**Figura 2**), en especial en el grado de latitud 47°S.

En la temporada 2016, la mayor de interacci3n y presencia temporal (mensual) de orcas y cachalotes en la pesquería fue registrada de forma coincidente con los mayores valores de capturas mensuales de bacalao de profundidad (**Figura 3**).

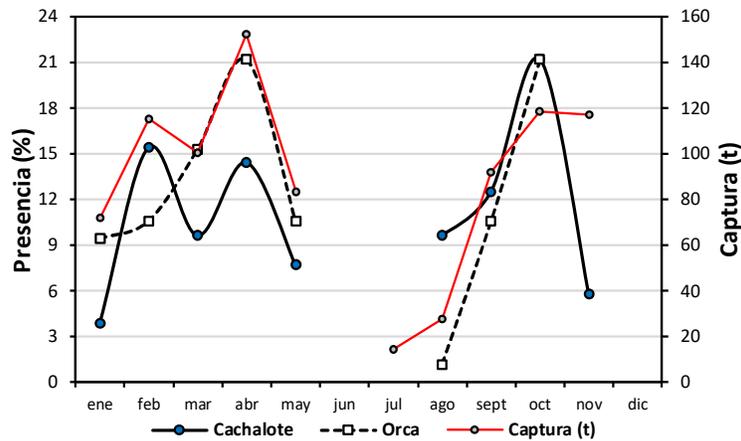
La cantidad de orcas observada en los lances de pesca fue principalmente entre 3 a 12 ejemplares (**Figura 4**); mientras que la cantidad de cachalotes observada en los lances de pesca fue inferior que las orcas, principalmente entre 1 a 5 ejemplares.



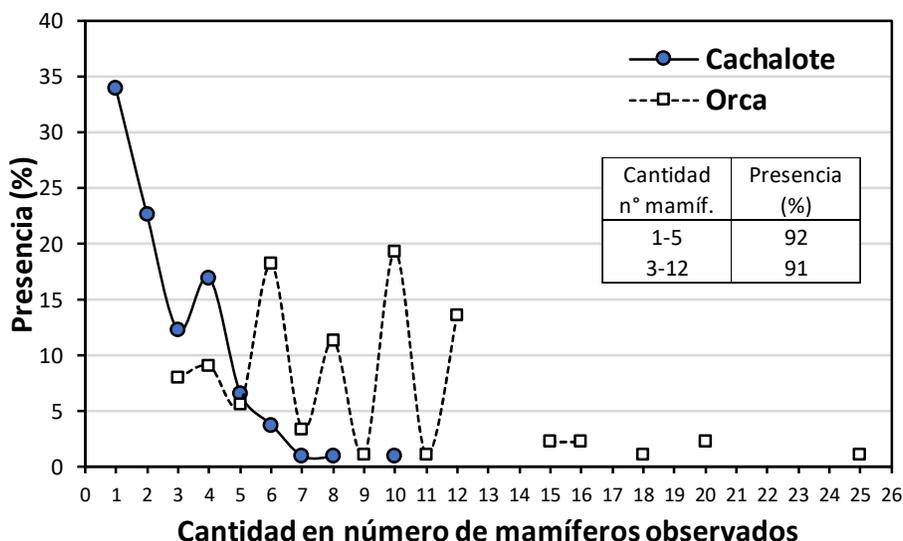
**Figura 1.** Distribuci3n espacial de la presencia (%) de interacci3n de oscas y cachalotes en la pesquería, 2016. Fuente IFOP.



**Figura 2.** Distribuci3n espacial de la presencia (%) de interacci3n del lobo marino común en la pesquería, 2016. Fuente IFOP.



**Figura 3.** Presencia (%) mensual de los mamíferos (orca y cachalote) y la captura de bacalao de profundidad registrada en la pesquería, 2016. Fuente IFOP.



**Figura 4.** Presencia de la cantidad de mamíferos presentes en los lances de pesca observados en la pesquería, 2016. Fuente IFOP. Nota: 194 observaciones totales.

#### b. Depredación y captura total por viaje de pesca

La informaci3n para las estimaciones de depredaci3n y capturas totales se bas3 en los viajes de tres barcos como se muestra en la **Tabla 2**. La frecuencia de lances con interacci3n con mamíferos (orca y cachalotes) fue variable segùn el barco y el perío, entre 44% a 89% de los lances de pesca. Los mayores rendimientos de pesca fueron observados en el viaje con menor frecuencia de lances con interacci3n de mamíferos (Barco 1 con 44%, **Tabla 2**).

Un resultado a destacar es que el rendimiento de pesca de bacalao de profundidad registr3 un gradiente de menor a mayor segùn la condici3n de la presencia o interacci3n (**Figura 5**). En sentido que el menor valor se present3 en los lances con total presencia de mamíferos en el lance de pesca, el valor intermedio fue en los lances con presencia de mamíferos en el calado o virado del lance de pesca, y el mayor valor de rendimiento fue en los lances de pesca con ausencia de mamíferos. Luego, el comportamiento y el tipo de interacci3n de mamíferos en el lance de pesca condiciona los rendimientos de pesca.

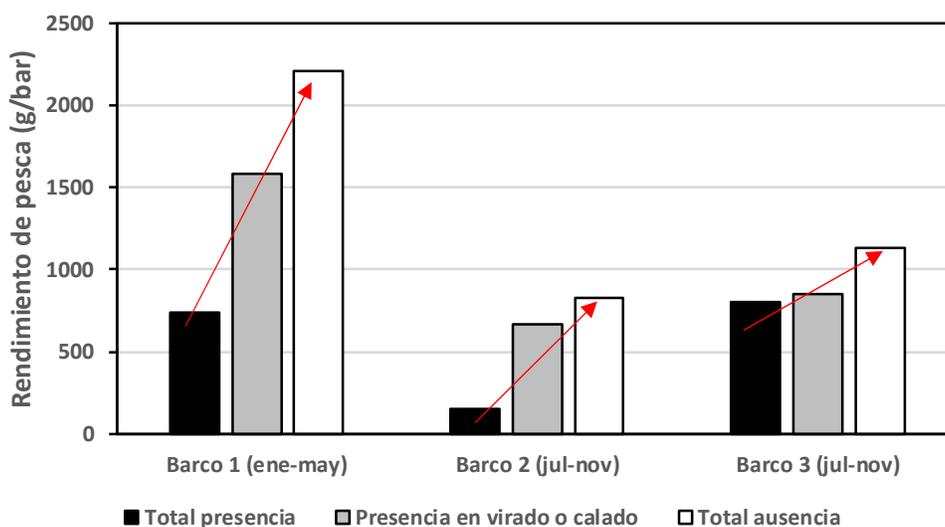


**Tabla 2**

Barcos palangreros de la pesquería con registros de interacción de mamíferos en el 2016 para análisis de depredación: número de lances, esfuerzo de pesca (número de barandillos) y rendimiento de pesca (g/bar) de bacalao de profundidad según la presencia o ausencia de mamíferos en los lances.

Tipo presencia	BARCO 1 (enero - mayo)			BARCO 2 (julio - noviembre)			BARCO 3 (julio - noviembre)		
	Núm. Lances	Nº Barandillos	Rend. (g/bar)	Núm. Lances	Nº Barandillos	Rend. (g/bar)	Núm. Lances	Nº Barandillos	Rend. (g/bar)
A Total presencia	5	3.846	741,5	1	810	149,4	1	950	801,1
B Pres. virado o calado	58	42.522	1.580,4	112	87.409	662,8	78	72.820	851,8
C Total ausencia	80	59.455	2.205,2	14	10.924	828,5	42	38.890	1.127,5
Total	143	105.823	1.900,9	127	99.143	676,9	121	112.660	946,5
A+B	63	46.368	1.510,8	113	88.219	658,1	79	73.770	851,1
% lances con interac.	44,1			89,0			65,3		

Nota: A Lances con presencia de mamíferos durante todo el lance de pesca, calado y virado; B Lances de pesca con presencia de mamíferos en el calado del aparejo de pesca más los lances de pesca con presencia en el virado del aparejo de pesca; C Lances de pesca con total ausencia de mamíferos; A+B reúne los lances con presencia de mamíferos. Fuente IFOP.



**Figura 5.** Rendimiento de pesca (g/bar) de bacalao de profundidad en todo el viaje para cada barco según la presencia y ausencia de mamíferos, 2016. Fuente IFOP.

Las estimaciones de rendimiento perdido y depredación (D1) basado en los autores Roche *et al.* (2007), Tixier *et al.* (2010), Tixier (2012), Gasco *et al.* (2015) para los tres viajes registraron valores de depredación de 32,7%, 18,0% y 23,2%, como se entrega en la **Tabla 3**.

Por su parte, la depredación (D2 y D3) para los tres barcos según las estimaciones propuestas en el presente trabajo fueron de 31,5%, 20,6% y 24,5%, señaladas en la **Tabla 4 y 5**, respectivamente.



**Tabla 3**

Rendimiento de pesca perdido, depredación (D1), captura perdida (kg) y captura total en los barcos y viajes analizados con interacción de mamíferos, 2016.

Barco	Rendim.perdido (g/bar)	Depredación D1	Depredación %	Captura perdida Cp (kg)	Captura pres. mamíf. Cmam (kg)	Captura aus. mamíf. Caus (kg)	Captura total Ct (kg)	Captura total registrada (kg)
Barco 1 (ene-may)	734,4	0,327	32,71	34.052	70.053	131.108	235.213	201.161
Barco 2 (jul-nov)	144,8	0,180	18,03	12.771	58.055	9.051	79.877	67.106
Barco 3 (jul-nov)	256,9	0,232	23,18	18.951	62.788	43.848	125.587	106.636
Total				65.774	190.896	184.007	440.677	374.903

Nota: pres. presencia; aus. ausencia

Fuente: IFOP

**Tabla 4**

Rendimiento de pesca perdido, depredación (D2), captura perdida (kg) y captura total en los barcos y viajes analizados con interacción de mamíferos, 2016.

Barco	Rendim.perdido (g/bar)	Depredación D2	Depredación %	Captura perdida Cp (kg)	Captura pres. mamíf. Cmam (kg)	Captura aus. mamíf. Caus (kg)	Captura total Ct (kg)	Captura total registrada (kg)
Barco 1 (ene-may)	694,4	0,315	31,49	32.196	70.053	131.108	233.357	201.161
Barco 2 (jul-nov)	170,5	0,206	20,57	15.038	58.055	9.051	82.144	67.106
Barco 3 (jul-nov)	276,4	0,245	24,51	20.386	62.788	43.848	127.023	106.636
Total				67.621	190.896	184.007	442.524	374.903

Nota: pres. presencia; aus. ausencia

Fuente: IFOP

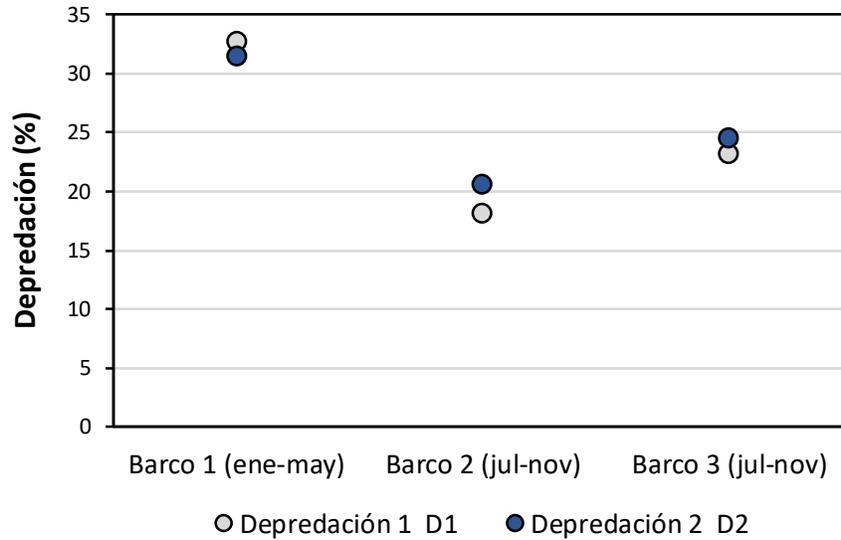
**Tabla 5**

Captura perdida (kg) y depredación (D3) en los barcos y viajes analizados con interacción de mamíferos, 2016.

Barco	Captura perdida Cp (kg) A	Captura pres. mamíf. Cmam (kg) B	A + B	Depredación D3	Depredación %
Barco 1 (ene-may)	32.196	70.053	102.249	0,315	31,49
Barco 2 (jul-nov)	15.038	58.055	73.093	0,206	20,57
Barco 3 (jul-nov)	20.386	62.788	83.175	0,245	24,51

Fuente: IFOP

Los resultados de los valores de depredación -en uno y otro caso- muestran estar muy cercanos como se muestra en la **Figura 6**, en donde la depredación del Barco 1 en los primeros meses del año fue superior respecto de los valores de depredación en los meses de julio a noviembre que registraron los dos barcos restantes. En relación a estos 2 barcos sus valores de depredación mostraron relativa cercanía (**Figura 6**), fluctuando la depredación entre 18% y 24,5% (**Tabla 3, 4 y 5**).



**Figura 6.** Valores de depredaci3n 1 (D1) y depredaci3n 2 (D2) por barco, 2016. Fuente IFOP.

Las capturas perdidas de bacalao de profundidad por depredaci3n de mamíferos (orca y cachalote) estimada para ambos casos D1 y D2 fueron de 65,75 t y 67,62 t, respectivamente (**Tabla 3 y 4**), cifras que son importantes para la pesquería y de p3rdida econ3mica.



## **Análisis y discusión**

Los resultados obtenidos de la interacción de mamíferos durante el año 2016 reflejan la alta incidencia e impacto que tiene en las capturas y rendimientos de pesca en la pesquería de bacalao de profundidad. Por tanto, con impacto económicos negativos para los armadores de la pesquería, como también en la incertidumbre de los indicadores pesqueros que alimentan posteriormente el estado de situación de la pesquería de bacalao de profundidad.

La baja presencia de la interacción de orcas y cachalotes al norte de la latitud 54° S ratifica -que en los últimos años- la flota esté orientando actividad de pesca hacia latitudes menores, con objeto de evitar la interacción de mamíferos. Pero, las capturas de bacalao obtenidas en dichas latitudes menores (47° - 53° S) son principalmente sobre ejemplares juveniles (menores de 110 cm) del recurso (Céspedes *et al.*, 2015 y 2016).

La interacción de otros mamíferos, como el lobo marino común se registró -de forma importante- en latitudes menores del área de la pesquería industrial (47° S), lo que podría estar asociado a focos de concentración de estos mamíferos localizadas en islas cercanas geográficamente; no obstante, su interacción fue sobre los restos de peces y peces devueltos al mar.

La presencia de orcas y cachalotes en la pesquería de bacalao registró una directa relación con las capturas del recurso, aspecto que muestra el alto grado de comportamiento de estos mamíferos a orientarse a donde está la mayor actividad de pesca de bacalao, existiendo manadas que siguen la actividad de la flota de forma continua, como lo ha descrito Tixier (2012).

Las manadas de orcas fueron mucho más numerosas (3-12 ejemplares) que las manadas de cachalotes (1 a 5 ejemplares). La cantidad de estos ejemplares en la actividad de pesca podría estar incidiendo en la depredación y en las capturas perdidas por interacción de mamíferos; lo cual agrega un factor importante a considerar en el desarrollo de las estimaciones de depredación.

Durante la temporada 2016, fue posible estimar la depredación de mamíferos (orca-cachalote) y la captura perdida de bacalao a tres barcos dada la completitud de los datos en los lances de pesca. Su análisis fue efectuado por separado debido la alta variabilidad y factores operativos que afectan las estimaciones de depredación, aspecto que lo describe Tixier *et al.* (2010).

Las estimaciones de depredación y captura perdida fueron efectuadas teniendo tres formas de estimación. En el caso de la depredación 1 (D<sub>1</sub>) se basó en las ecuaciones descritas por los autores Roche *et al.* (2007), Tixier *et al.* (2010), Tixier (2012) y Gasco *et al.* (2015); mientras las estimaciones de la depredación 2 y 3 (D<sub>2</sub> y D<sub>3</sub>) son propuestas en el presente trabajo, con objeto de mostrar que las estimaciones de estos indicadores de interacción están en desarrollo, pudiendo darse otras formas de estimarlas.



Los valores de depredación para el barco 1, 2 y 3 en el caso D1 fueron de 32,7%, 18,0% y 23,1%, respectivamente; mientras que para D2 y D3 fueron 31,5%, 20,1% y 24,5%, respectivamente. Estos valores son similares a los descritos por Tixier *et al.* (2010), Tixier (2012), Gasco *et al.* (2015), que describen valores de depredación próximos al 30%. No obstante, lo importante a destacar que la diferencia de valores entre los barcos ratifica que estimar la depredación conlleva reconocer la variabilidad operativa de la pesca; por tanto, la estratificación por barco y viaje podría ayudar a lograr estimaciones más cercanas a la realidad.

Los resultados entregados anteriormente toman importancia si fueran consideradas en las estimaciones de evaluación de stock del recurso. Aspecto que abre y motiva perfeccionar la forma de estimar los indicadores de interacción. A su vez, tiene que ir de la mano con el fortalecimiento de la toma de información a bordo de la interacción de mamíferos; en donde, es necesario contar con la colaboración de la tripulación para lograr la completitud de los datos recopilados en dicha interacción y que son registradas en las bitácoras de pesca.



## Referencias bibliográficas

- Céspedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, C. Vargas, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, L. Cid, M. Miranda, R. San Juan. 2015. Informe Final Convenio de Desempeño 2014: Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas 2014: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial. Ejecutor IFOP. Requirente Subsecretaría de Economía y EMT.
- Céspedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, C. Vargas, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, L. Cid, M. Miranda, R. San Juan. 2016. Informe Final Convenio de Desempeño 2015: Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas 2015: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial. Ejecutor IFOP. Requirente Subsecretaría de Economía y EMT.
- Gasco, N.; P. Tixier; G. Duhamel and C. Guinet. 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.
- Roche, C; C. Guinet; N. Gasco and G. Duhamel. 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.
- Tixier, P.; N. Gasco; G. Duhamel; M. Viviant. 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 possible 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



---

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

Sección Ediciones y Producción  
Almte. Manuel Blanco Encalada 839  
Fono 56-32-2151500  
Valparaíso, Chile  
[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)

---



[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)