

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 FINAL

Convenio de Desempeño 2017

Evaluación del stock desovante de merluza del sur,
merluza de cola y merluza de tres aletas en las
las aguas exteriores entre la X y XII Regiones:

Sección II. Merluza de cola

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2018



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2017

Evaluación del stock desovante de merluza del sur,
merluza de cola y merluza de tres aletas en las
aguas exteriores entre la X y XII Regiones:

Sección II. Merluza de cola

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2018

REQUIRENTE

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO

Subsecretaría de Economía y
Empresas de Menor Tamaño
Ignacio Guerrero Toro

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Leonardo Núñez Montaner

Jefe División Investigación Pesquera
Mauricio Gálvez Larach

JEFE DE PROYECTO

René Vargas Silva



SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2018

AUTORES POR OBJETIVO

*Estimación hidroacústica de la abundancia y biomasa
de merluza de cola*
Javier Legua Delgado

*Determinación de talla y edad
de merluza de cola*
Vilma Ojeda Cerda
Renato Céspedes Michea
Héctor Hidalgo Valdebenito
Lizandro Muñoz Rubio

*Índice gonadosomático, estadios de madurez
macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad
de merluza de cola*
Mauricio Landaeta Díaz
Gustavo Herrera Urzúa
Erika López Soto
Paola Troncoso Guerra
Loreto Rodríguez Carter

*Importancia relativa fauna acompañante
de merluza de cola*
Esteban Molina Guerrero

Ítems alimentarios de merluza de cola
Sebastián Klarian Klarian
Ma. Francisca Hernández Rojas
Consuelo Salas López
Diego Riquelme Herrera
Carolina Cárcamo Durán

*Análisis de las agregaciones
de merluza de cola*
Bernardo Leiva Pérez

COLABORADORES

Oscar Nancul Paillamán
Roberto Galaz Ubilla
Adrián Ibieta Figueroa
Daniel Beroiza Castillo
Braulio Acuña Guajardo
Katherina Hermosilla Figueroa



RESUMEN EJECUTIVO

Este documento corresponde al Informe final del proyecto “Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones”. Se presentan los estimados de biomasa y abundancia, estructura de talla y edad, distribución espacial, fauna acompañante, condiciones reproductivas, características de las agregaciones e ítems alimentarios de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), observados en un crucero de prospección pesquera realizado en agosto de 2017 en la zona sur-austral de Chile.

El proyecto contempló un crucero de prospección acústica y pesquera a bordo del buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos”, que se desarrolló entre el 2 y el 21 de agosto del 2017 y se orientó a la prospección hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en el área comprendida entre las latitudes 43°30'S y 47°05'S donde se efectuaron 44 transectas separadas cada 5 mn y 23 lances de pesca de identificación, además en la zona de los cañones submarinos de Guafo, Guablín y Taitao se realizaron transectas intermedias a distancias de 2,5 millas.

El stock de merluza de cola presentó una biomasa mediante el método geoestadístico de 289.935 t (LC $\alpha=5\%$ = 280.924 – 298.947), valor 11% superior al estimado durante el crucero efectuado en agosto de 2016. Por el método bootstrap, la biomasa alcanzó un valor de 326.074 t con un intervalo de confianza entre 316.588 y 335.560 t.

La abundancia se estimó en 958.744.916 individuos de los cuales 431.837.479 (45%) fueron machos y 526.907.436 (55%) hembras con el método geoestadístico. La estructura por GE del recurso mostró la presencia relevante (>5%) de los GE II al IV en machos y hembras, que en conjunto aportan casi el 90% de la estructura. La moda principal correspondió al GE II que aportó el 68% y 52% de la abundancia de machos y hembras, con talla promedio de 33 cm.

La abundancia de merluza de cola registrada en el presente estudio, mantiene la tendencia observada en la última década, caracterizada por una estructura demográfica con predominio de ejemplares juveniles.

El centro de masa de la distribución espacial del stock evaluado se localizó en la latitud 44°52' S, con una inercia latitudinal de 0,9°, posición que estuvo desplazada 20 mn hacia el sur respecto al año 2016. Esta posición central es comparable a los valores observados en la mayoría de los estudios previos realizados en la zona. El índice de Gini fue 0,55, esto da cuenta de un recurso con una distribución que abarcó toda la zona de estudio, con focos de mayor densidad localizados en los cañones y talud continental.

La estructura de talla del año 2017 registró un alto predominio de ejemplares juveniles en el área de estudio, situación también observada en los años 2008, 2011 y 2013; pero a diferencia de esos años,



esta corresponde a ejemplares entre 25-49 cm, no observada en la serie de cruceros hidroacústicos orientados a este recurso.

Con respecto a la actividad reproductiva, los índices de actividad mostraron que la prospección se realizó en plena época de desove, encontrándose la mayor cantidad de hembras maduras en el período intermedio (entre el 12 y 14 de agosto) lo que coincide con el valor de IGS más alto de 12,7; el que disminuyó a 5,1 al final del crucero, coincidiendo con el bajo porcentaje de hembras maduras.

El ajuste de la ojiva de madurez a partir de observaciones microscópicas de los ovarios, con base en un modelo lineal generalizado, estimó una talla media de madurez de 49,6 cm LT, con límites de confianza del 95% de 49,2 y 50,1 cm LT. Se realizó una prueba también mediante un modelo no lineal que dio como resultado una longitud media de madurez de 49,7 cm; con límites de confianza al 95% iguales a 49,4 y 50,0.

Durante el crucero se capturaron e identificaron 11 especies. La merluza de cola y merluza del sur aportaron ~99% de la captura obtenida en la zona, seguidas en importancia por merluza de tres aletas y reineta. La fauna acompañante de merluza de cola estuvo compuesta por alrededor de 92% de merluza del sur, seguida en importancia por reineta y merluza de tres aletas, las restantes especies en conjunto tuvieron una participación cuya proporción de captura estuvo en torno a 2%.

La dieta de la merluza de cola estuvo basada en mictófidos y eufáusidos en un 55,4% y 44,6% respectivamente, mostrando una conducta trófica eurífaga. El análisis de isótopos estables la señalan como un depredador generalista que se alimenta en toda la columna de agua.



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO.....	i
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE FIGURAS	vi
ÍNDICE TABLAS	xi
1. OBJETIVO GENERAL.....	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
3. ANTECEDENTES.....	2
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	5
4.1 Área y período de estudio.....	5
4.2 Embarcaciones y equipos.....	5
4.2.1 Embarcación	5
4.2.2 Equipos	5
4.3 Objetivo Especifico 2.1 <i>Estimar el tamaño del stock de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio. Sección merluza de cola</i>	6
4.3.1 Diseño del muestreo	6
4.3.2 Transectas de muestreo acústico.....	7
4.3.3 Identificación de ecotrazos	7
4.3.4 Estimación de la abundancia y biomasa	8
4.3.5 Distribución espacial de la merluza de cola.....	11
4.4 Objetivo Especifico 2.2 <i>Caracterizar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas. Sección merluza de cola.....</i>	11
4.4.1 Estructura de tallas y proporción sexual.....	11
4.4.2 Relación longitud -peso.....	14
4.4.3 Composición de edades del stock de merluza de cola.....	14
4.4.3.1 Análisis de otolitos	14
4.4.3.2 Clave talla - edad	15
4.4.3.3 Estimación de la estructura etaria del stock evaluado	15
4.4.3.4 Peso medio a la edad	16
4.5 Objetivo Especifico 2.3 <i>Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación. Sección merluza de cola</i>	17
4.5.1 Trabajo a bordo	17



4.5.2	Análisis de laboratorio	17
4.6.	Objetivo Específico 2.4 <i>Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio. Sección merluza de cola.....</i>	21
4.6.1	Análisis de los datos	21
4.6.2	Análisis comunitario	22
4.6.3	Identificación de agrupaciones específicas	22
4.7.	Objetivo Específico 2.5 <i>Determinar la composición e importancia de los principales ítems alimentarios de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en el área de estudio. Sección merluza de cola</i>	23
4.7.1	Contenido estomacal	23
4.7.2	Tejidos y vértebras	23
4.7.3.	Análisis de datos.....	24
4.8	Objetivo Específico 2.6 <i>Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registradas acústicamente en el área de estudio. Sección merluza de cola</i>	25
4.8.1	Descriptores y variables utilizadas en el análisis	26
5.	RESULTADOS.....	29
5.1	Objetivo Específico 2.1 <i>Estimar el tamaño del stock de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio. Sección merluza de cola</i>	
5.1.1	Sistema de ecointegración.....	29
5.1.2	Lances de identificación de ecotrazos	29
5.1.3	Análisis geoestadístico	29
5.1.4	Biomasa y abundancia	30
5.1.5	Distribución espacial y batimétrica	30
5.2	Objetivo Específico 2.2 <i>Caracterizar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas. Sección merluza de cola</i>	31
5.2.1	Estructura de tallas	31
5.2.2	Estructura de edades	32
5.2.3	Proporción sexual de la abundancia	32
5.2.4	Edad mediana de la abundancia	33
5.2.5	Edad y estados de madurez.....	33



5.3 Objetivo Específico 2.3

Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.

<i>Sección merluza de cola.</i>	33
5.3.1 Estadios de madurez sexual (EMS)	33
5.3.2 Análisis histológico de las gónadas	34
5.3.3 Índice gonadosomático	34
5.3.4 Índices de actividad reproductiva	35
5.3.5 Talla media y edad media de madurez sexual	35
5.3.6 Fecundidad	36

5.4 Objetivo Específico 2.4

Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio. Sección merluza de cola.

5.4.1 Distribución batimétrica y espacial	36
5.4.2 Parámetros comunitarios	37

5.5 Objetivo Específico 2.5

Caracterizar la composición alimentaria de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en el área de estudio. Sección merluza de cola

5.5.1 Contenido estomacal	38
5.5.2 Análisis de la alimentación de <i>Macruronus magellanicus</i> por isótopos estables	39
5.5.3 Dieta <i>Macruronus magellanicus</i>	39

5.6 Objetivo Específico 2.6

Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registradas acústicamente en el área de estudio. Sección merluza de cola

5.6.1 Resultados generales descriptivos	39
5.6.1.1 Descriptores morfológicos	40
5.6.1.2 Descriptores batimétricos	40
5.6.1.3 Descriptores de energía	40
5.6.2 Resultados de los descriptores según zonas y cañones	40
5.6.3 Análisis de componentes principales (ACP)	42

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS 44

7. CONCLUSIONES 47

8. REFERENCIAS 49

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Área de estudio. Se señalan las isolíneas de los veriles de 100 y 600 metros de profundidad y las zonas asociadas a los cañones de profundidad presentes en la zona de estudio.
- Figura 2.** Buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos”.
- Figura 3.** Plano de la red modelo Barracuda 608 utilizada en el estudio.
- Figura 4.** Localización de: a) transectas de muestreo acústico y b) lances de pesca de identificación.
- Figura 5.** Otolitos enteros de merluza de cola, par *sagitta*, vistos desde su cara externa. Estructuras pertenecientes a peces de 45 cm (A) y 75 cm (B).
- Figura 6.** Semivariogramas estimado para merluza de cola. Dirección omnidireccional. Zona total de estudio.
- Figura 7.** Distribución espacial de la biomasa de merluza de cola. Agosto 2017. La escala de colores corresponde a toneladas por milla náutica cuadrada.
- Figura 8.** Distribución de talla de merluza de cola por sexo para el área de estudio. B/C Cabo de Hornos (Agosto, 2017).
- Figura 9.** Distribución de talla de merluza de cola por área. B/C Cabo de Hornos (Agosto, 2017).
- Figura 10.** Distribución de talla de merluza de cola por cañón y fuera de los cañones. B/C Cabo de Hornos (Agosto, 2017).
- Figura 11.** Distribución de talla de merluza de cola por rango de profundidad (según profundidad de relinga superior). B/C Cabo de Hornos (Agosto, 2017).
- Figura 12.** Distribución relativa de la talla de merluza de cola para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2017.
- Figura 13.** Distribución de los estadísticos históricos de la talla de merluza de cola para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2017
- Figura 14.** Comparación de la función peso- longitud estimadas para merluza de cola por sexo (A) y representación de los parámetros “a” (intercepto) y “b” (pendiente) de esta relación en el período
- Figura 15.** Abundancia por clase de talla (A) y grupos de edad (B) de merluza de cola, por sexo, en las evaluaciones directas efectuadas en el período 2000 - 2017.



- Figura 16.** Proporción sexual de merluza de cola, presente en la abundancia en el período de desove, según año, 2000-2017.
- Figura 17.** Abundancia de merluza de cola, por sexo, en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 – 2017.
- Figura 18.** Edades medianas de merluza de cola, por sexo, presente en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 - 2017.
- Figura 19.** Fracción de merluza de cola (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2002 y 2007 a 2017. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.
- Figura 20.** Curvas de madurez estimadas para merluza de cola (machos y hembras), según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2002 y 2007 a 2017. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.
- Figura 21.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus* en agosto de 2017.
- Figura 22.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2017.
- Figura 23.** Ovarios de merluza de cola en estadios iniciales de desarrollo. a) Mc 2594. Estadio Virginal. Aumento 5x (recuadro 40x). La: Lamela; L: Lumen; Flecha: Ovocito multinucleolar; Punta flecha: ovocito cromatina nuclear; P: pared ovárica; t: tabique fibromuscular. b) Mc 2451. Estadio Vitelado Parcial. Aumento 5x (recuadro 20x). Ov: ovocito parcialmente vitelado; g: gránulos de vitelo; c: citoplasma basófilo; VG: vesícula germinativa; Flecha: nucléolos; t: tabique fibromuscular.
- Figura 24.** Ovarios de merluza de cola en estadios intermedios de desarrollo. a) Mc 2767. Estadio Vitelado. Aumento 5x. Ov: Ovocito Vitelado; Flecha: ovocito en crecimiento primario (previtelogénico); VG: vesícula germinativa; g: gránulos de vitelo. b) Mc 2244. Estadio Migrante. Aumento 5x. Ov: ovocito polarizado; VG: vesícula germinativa migrante (polo animal); Flecha: ovocito en crecimiento primario.
- Figura 25.** Ovario de merluza de cola en estadio final de desarrollo. Mc 2725. Estadio Post Desove. Aumento 20x. Ov: ovocito previtelogénico; N: núcleo; Punta flecha; nucléolo; a: atresia folicular; Flecha: ligazón muscular con vaso sanguíneo
- Figura 26.** Relación entre el peso de la gónada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza de cola *Macruronus magellanicus*.



- Figura 27.** Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) $\pm$ la desviación estándar y el error estándar, para cada uno de los estadios de madurez sexual y rango de tallas de la merluza del sur *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2017.
- Figura 28.** Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Macruronus magellanicus* en agosto de 2017, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo lineal generalizado.
- Figura 29.** Incremento relativo del índice gonadosomático (IR.IGS) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2017.
- Figura 30.** Relación entre la fecundidad modal con a) el peso del cuerpo menos el peso de la gónada y b) la longitud total. Merluza del sur *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2017.
- Figura 31.** Participación de las principales especies capturadas, respecto captura total estandarizada crucero. Año 2017 (Sección 2: merluza de cola).
- Figura 32.** Participación de la fauna acompañante de merluza de cola. Año 2017 (Sección 2: merluza de cola).
- Figura 33.** Participación (%) respecto de la captura total estandarizada por subzona de: a) principales especies capturadas durante el crucero; b) fauna acompañante de merluza de cola. Año 2017 (Sección 2: merluza de cola).
- Figura 34.** Distribución y frecuencia de ocurrencia por veril de profundidad de merluza de cola y su fauna acompañante. Año 2017 (Sección 2 merluza de cola).
- Figura 35.** Distribución latitudinal histórica de las especies con mayor recurrencia en las capturadas de los cruceros de evaluación directa (Sección 2 merluza de cola).
- Figura 36.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2017 (Sección 2: merluza de cola).
- Figura 37.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2017 (Sección 2: merluza de cola; simbología ver tabla 24).
- Figura 38.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2017 (Sección 2: merluza de cola).
- Figura 39.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2017 (Sección 2: merluza de cola; simbología ver tabla 24).



- Figura 40.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2017 (Sección 2: merluza de cola).
- Figura 41.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2017 (Sección 2: merluza de cola; simbología ver tabla 24).
- Figura 42.** Porcentaje de estómagos llenos y vacíos
- Figura 43.** Dieta general de Merluza de cola para la zona y tiempo estudiado, temporada de pesca 2017. %PSIRI; índice estandarizado de IRI. MYC; mictófidios, SA; *Sergestes articus*, EUF; eufáusidos.
- Figura 44.** Proporciones dietarias inferidas por isótopos estables para *Macruronus magellanicus* durante el 2017
- Figura 45.** Biplot de nitrógeno y carbono para la zona estudiada. MAU; merluza austral, MTA; merluza de tres aletas, MCOL; merluza de cola, EUF; Eufáusidos, CAM; Camarones, MYC; mictófidios, CEF; cefalópodos.
- Figura 46.** Análisis vertebral para *Macruronus magellanicus* durante el 2017.
- Figura 47.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores: morfológicos largo, alto y elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Dentro del cañón (si) y fuera del cañón (no). Agosto 2017.
- Figura 48.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Según cañón. Agosto 2017
- Figura 49.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Según zona. Agosto 2017.



- Figura 50.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica ($\text{NASC} \times 100/\text{m}^2$). Según rango de fondo. Agosto 2017.
- Figura 51.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes. Agosto 2017.
- Figura 52.** Valores promedio de descriptores morfológicos (largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal), batimétricos (profundidad agregación, profundidad fondo e índice de altura) y de energía (NASC y densidad). Años 2007-2017.



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Estimaciones de biomasa y abundancia de merluza de cola. Valores obtenidos en estudios de prospección acústica realizados en el período 1992-2016.
- Tabla 2.** Principales características del AGS 61 “Cabo de Hornos”.
- Tabla 3.** Calibración del sistema de eointegración ER60. AGS 61 “Cabo de Hornos” frecuencia 38 kHz.
- Tabla 4.** Escala de madurez sexual para merluza de cola, *Macruronus magellanicus*, basada en características macroscópicas y microscópicas de la gónada, según Balbontín y Fischer (1981), modificada por Troncoso, 2004.
- Tabla 5.** Criterios citológicos e histológicos para la definición de estadios de madurez gonadal en peces teleósteos. FPO, folículo postovulatorio; VG, vesícula germinal.
- Tabla 6.** Datos operacionales de los lances de pesca de identificación.
- Tabla 7.** Capturas por especie registradas en los lances de pesca de identificación.
- Tabla 8.** Resumen de la modelación geoestadística de merluza de cola para la zona total de estudio.
- Tabla 9.** Estimados de biomasa, límites de confianza y densidad de merluza de cola.
- Tabla 10.** Estimados de abundancia total de merluza de cola y participación por sexo.
- Tabla 11.** Estimaciones del tamaño stock, peso promedio y proporción sexual, cruceros 2000 – 2017.
- Tabla 12.** Parámetros de la relación peso - longitud de merluza del sur, crucero de evaluación agosto del 2016.
- Tabla 13.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, machos. Crucero de evaluación 2017. (Abundancia Total= 958.744.916. Ejemplares; Machos= 431.837.479; Hembras= 526.907.436).
- Tabla 14.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, hembras. Crucero de evaluación 2017. (Abundancia Total= 958.744.916. Ejemplares; Machos= 431.837.479; Hembras= 526.907.436).
- Tabla 15.** Abundancia por grupo de edad y desviación estándar para merluza de cola por sexo y proporción de ambos según grupo de edad. Crucero de evaluación 2017.



- Tabla 16.** Estimaciones de Grupo de Edad (GE) al 50% de madurez para merluza de cola, intervalo de confianza (IC), límites (LI: Límite inferior, LS: Límite superior) y número de muestras analizadas (n), por sexo, para años que forman parte de la serie histórica de cruceros de evaluación.
- Tabla 17.** Índices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza del sur *Macruronus magellanicus*, desde el 7 al 17 de agosto de 2017. LT, longitud promedio; EMS, estadio de madurez sexual; IGS, índice gonadosomático. El cálculo del % de EMS considera peces inmaduros y maduros.
- Tabla 18.** Proporción de hembras maduras a la talla y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Macruronus magellanicus* en agosto de 2017, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.
- Tabla 19.** Talla media de madurez sexual estimada por un ajuste de máxima verosimilitud mediante el ajuste a una función logística y posteriormente por un procedimiento no lineal y talla de madurez estimada mediante el cálculo del incremento relativo del IGS (IR.IGS) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 1996 a 2017.
- Tabla 20.** Proporción de hembras maduras a la edad y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2017.
- Tabla 21.** Fecundidad promedio y fecundidad del total de las hembras maduras de la muestra calculada en estudios realizados en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 1996 a 2017.
- Tabla 22.** Listado de las especies capturadas durante la evaluación directa de merluza de cola, año 2017. CTest (kg*0,5h-1): Captura total estandarizada. IRCT(%):Importancia relativa respecto captura total estandarizada. CTestFA (kg*0,5h-1): Captura total estandarizada fauna acompañante. IRFA(%): Importancia relativa respecto captura total estandarizada, fauna acompañante.
- Tabla 23.** Lista de las especies que componen la fauna acompañante de merluza de cola. CTest (kg*0,5h-1): Captura total estandarizada. IRFA(%): Importancia relativa respecto captura total estandarizada, fauna acompañante.
- Tabla 24.** Listado de las especies más recurrentes capturadas durante los cruceros de evaluación directa de merluza de cola, aguas exteriores, realizados entre los años 2000 y 2017, y su importancia relativa respecto de la captura total estandarizada por crucero.
- Tabla 25.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas. Agosto 2017.



- Tabla 26.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2017.
- Tabla 27.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2017.
- Tabla 28.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas en cañones 1, 2, y 3. Agosto 2017.
- Tabla 29.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores entre cañones. Agosto 2017.
- Tabla 30.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas por zona. Agosto 2017.
- Tabla 31.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores según zona. Agosto 2017.
- Tabla 32.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas por rango de fondo. Agosto 2017.
- Tabla 33.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores según rangos de fondo. Agosto 2017.
- Tabla 34.** Matriz de correlaciones entre las variables originales. Agosto 2017.
- Tabla 35.** Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes. Agosto 2017.
- Tabla 36.** Correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Agosto 2017.

ANEXOS

- Anexo 1.** Talleres.
- Anexo 2.** Condiciones oceanográficas históricas en la zona de estudio.
- Anexo 3.** Abundancia y distribución del zoo e ictioplancton, año 2017.



1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1 Estimar el tamaño del stock de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio.
- 2.2 Caracterizar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas.
- 2.3 Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.
- 2.4 Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio.
- 2.5 Caracterizar la composición alimentaria de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en el área de estudio.
- 2.6 Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registrada acústicamente en el área de estudio.



3. ANTECEDENTES

La merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönnberg, 1907), también conocida como “hoki” o “patagonian grenadier”, es una especie de hábitos pelágicos y demersales (euribática), que presenta una amplia distribución geográfica circunscrita al cono austral de Sudamérica, por el Pacífico sudoriental en las costas chilenas entre los 30° S y los 57° S (Lillo *et al.*, 1997) y por el Atlántico Sudoccidental entre los 33° S y 57° S (Giussi *et al.*, 2002), que de acuerdo a las zonas estadísticas definidas por FAO corresponden al área 87 denominada Pacífico sudoriental, y al área 41 denominada Atlántico sudoccidental.

Estudios de marcadores genéticos describen una sola unidad poblacional en las costas chilenas (Galleguillos *et al.*, 1999). Posteriormente, mediante el uso de técnicas de análisis de elementos trazas en los otolitos, Schuchert *et al.* (2010) postulan la existencia de una población patagónica en el cono sur de América, conformada por una población altamente mezclada y postulando la existencia de al menos dos áreas de desove, una el Pacífico sudoriental y otra en el Atlántico sudoccidental.

La pesquería

La pesquería demersal sur-austral se desarrolla en el área comprendida entre el paralelo 41°28,6 L.S y el extremo sur del país. La actividad industrial está limitada a aguas exteriores por fuera de las líneas de base recta y se subdivide en dos unidades que son la Unidad de Pesquería Norte (UPN) desde el 41°28,6 L.S al 47° hasta las 60 millas y Unidad de Pesquería Sur (UPS) desde el paralelo 47° L.S al extremo sur y hasta las 80 millas. La pesca artesanal que opera en el mar interior, se encuentra regionalizada en X, XI y XII Región.

Esta pesquería, de carácter multispecífico orientada a la explotación de merluza del sur (*Merluccius australis*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), se inició en 1978 con la operación de una flota compuesta por buques arrastreros fábrica, a la que posteriormente se agregaron en 1984 una flota de buques arrastreros hieleros, y entre 1986 - 1987 otras dos flotas compuestas por embarcaciones palangreras fábricas y hieleras. Además, a partir de 1984 se produce el desarrollo de una pesquería de carácter artesanal en la zona de aguas interiores de las regiones X a XII, orientada principalmente a la captura de merluza del sur.

En lo que respecta a la merluza de cola, está constituida por dos unidades de pesquería, una de la V a X Regiones y la otra de XI a XII Regiones, ambas declaradas en régimen de plena explotación y sometidas a la medida de administración llamada Licencias Transables de Pesca. En la captura de este recurso se desarrollaron dos pesquerías, la primera correspondió a la pesquería demersal sur austral que actúa preferentemente sobre la fracción adulta del stock y la segunda, corresponde a la pesquería pelágica de la zona centro-sur (35°S - 43°S) y que opera durante el período primavera-verano sobre una fracción mayoritariamente juvenil y que alcanzó desembarques promedios superiores a las 200 mil toneladas en el período 1987 - 1999, disminuyendo a menos de 50 mil



toneladas en la década del 2000. En los últimos años la cuota de captura anual se redujo de 154 mil toneladas el año 2010 a niveles inferiores a las 50 mil toneladas, a lo que se suma la veda reproductiva durante agosto, lo que se ha reflejado en la disminución de los desembarques de este recurso.

Los desembarques de merluza de cola provenientes de la pesquería demersal sur-austral, comienzan a fines de la década del 70 registrándose un aporte sostenido cercano a las 20 mil toneladas anuales, cifra que según Young *et al.* (1998) podría estar subestimada producto del descarte no registrado. A partir del año 2000 los desembarques se duplicaron sobrepasando el volumen de la pesquería centro-sur, esto debido al aumento de las cuotas de capturas asignadas a la pesquería demersal sur. Sin embargo, durante los últimos años la estructura demográfica del stock de merluza de cola ha mostrado una declinación paulatina en la participación de la fracción más adulta de la población y una mayor presencia en las capturas de individuos más jóvenes, particularmente de los grupos de edad II a VI.

El escenario antes señalado llevó a la autoridad administrativa a la adopción de diferentes medidas de manejo como fueron: el establecimiento de tamaños mínimos, zonificaciones, regulaciones de artes de pesca, fijación de cuotas de capturas y a su clasificación de stock agotado (SSPA, 2017).

Del proceso reproductivo

En lo que respecta al proceso de desove, hito biológico considerado como base de referencia para definir el período de la pesca de investigación, la merluza de cola muestra un período bien definido de maduración que se inicia en mayo, alcanza su madurez en julio y culmina con un corto período de desove durante agosto (Young *et al.*, 1998), aunque es posible también observar, al igual que en la merluza del sur, variaciones temporales en el período en que se alcanza la mayor actividad reproductiva. En este sentido, el análisis de información de pesca de la flota entre 2000 y 2005, ratifica el acotado período de desove para esta especie y encontrando principalmente el pick de maduración en el mes de agosto, situación que se corrobora con los altos IGS registrado durante este mes en las evaluaciones realizadas en la zona de estudio.

El período de máxima actividad reproductiva, estimado a partir de índices gonadosomático (IGS), se ha señalado para el bimestre julio-agosto con una rápida disminución en septiembre (Aguayo *et al.*, 1991, 1994; Young *et al.*, 1998) sin embargo, observaciones realizadas en otros años (Chong, 2000; Balbontín y Bravo, 2001) muestran la existencia de un grado de variabilidad anual en la distribución de los EMS y por lo tanto, en la fecha de inicio del desove poblacional. Estos resultados coinciden con los obtenidos durante los estudios de evaluación directa realizados en agosto.

De la alimentación

La merluza de cola presenta cambios en su dinámica trófica con la ontogenia, pasando de carcinófagos (individuos menores a 30 cm) a ictiófagos estrictos (individuos mayores a 55 cm) y con los individuos de tamaños intermedios de dieta principalmente ictiófaga pero con importante presencia de crustáceos (eufáusidos) (Neira *et al.*, 2015).



Al respecto, en muestreos realizados en el mar interior de la X y XI Regiones se le ha descrito como una especie de hábitos tróficos principalmente planctónicos con un reducido espectro de presas y su alimentación está basada en pequeños peces y crustáceos mesopelágicos, como mictófidios, eufáusidos, pasifeidos, entre los más importantes (Meléndez *et al.*, 2009; Medina y Herrera, 2012). Sin embargo, en el mar exterior la muestran con un comportamiento alimenticio con un amplio dominio de canibalismo (53%) en el contenido estomacal de merluza de cola, seguido en importancia por el pez Nansenia (23,6%) y crustáceos (23,3%), aportando estas tres especies de presa sobre el 97% del total en peso del contenido estomacal de merluza de cola indicador de un espectro trófico estrecho (Neira *et al.*, 2015) y que concuerda con lo observado por Cubillos *et al.*, 1998. En estudios en el mar exterior realizados durante el periodo reproductivo, dan cuenta de una alimentación basada en peces mictófidios y mesopelágicos, mostrando una conducta eurífaga, sin diferencias ontogenéticas en su alimentación (Klarian *et al.*, 2018)

Evaluaciones directas

Las evaluaciones orientadas a merluza de cola (**Tabla 1**) se han realizado preferentemente en el área comprendida entre las latitudes (43°30'S y 47°00'S) la que está asociada al principal foco de desove de la merluza de cola, pero sin olvidar que la definición de esta área está asociada también al proceso reproductivo de merluza del sur, por lo que existe un compromiso técnico en la fijación del área de estudio. Al respecto, los antecedentes disponibles hacen referencia que el proceso reproductivo de merluza del sur y merluza de cola presentarían una amplia distribución espacial (Aguayo *et al.*, 2001; Ernst *et al.*, 2006) pero el área de desove principal estaría asociado a las islas Guafo y Guambllín, donde ambos recursos desarrollan este proceso biológico y corresponde a lo que se definió como el área de estudio del presente proyecto.

En este contexto y atendiendo la conveniencia de dar continuidad a una línea de investigación en la zona sur austral, la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño, y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, han considerado en el proyecto de Asesoría Integral Para La Toma De Decisiones en Pesca y Acuicultura para el año 2017, un estudio para evaluar el stock desovante de los recursos señalados como objetivos.



4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Área y período de estudio

El área de estudio abarcó la plataforma continental, delimitada por los veriles de ~150 y 600 m de profundidad, entre las latitudes 43°30' S y 47°05' S (**Figura 1**). El crucero de prospección se desarrolló entre el 2 y 21 de agosto de 2017.

La pesca de investigación fue autorizada por la Resolución 2464 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura del 28 de julio de 2017 y en ella se permitió la operación en el área comprendida entre las latitudes 43°30' S y 47°00' S en aguas exteriores, como también la operación en aguas interiores en el área comprendida entre cabo Quilán (43°16,6'S y 74°24,6'O) en la isla grande de Chiloé y el islote occidental de la isla Menchum (45°37,7'S y 74°56,8'O), entre los paralelos 43°44,17'S y 45°37,7'S.

4.2 Embarcación y equipos

4.2.1 Embarcación

La embarcación utilizada fue el buque científico AGS 61 "Cabo de Hornos" (**Figura 2, Tabla 2**). La nave posee un sistema de propulsión diesel eléctrico y su diseño cumple con la norma ICES 209 respecto a la condición de buques silenciosos (Mitson, 1995).

El AGS 61 Cabo de Hornos es administrado por la Armada de Chile y fue utilizado en modalidad de arriendo. El patrón de pesca y tripulantes de pesca fueron contratados por IFOP, teniendo ellos experiencia en esta pesquería.

4.2.2 Equipos

a) Sistema de ecointegración

Se utilizó un ecosonda científico marca Simrad modelo ER60 con seis transductores (Split - beam transducer) montados sobre una quilla retráctil (drop keel) de frecuencias de 18, 38, 70, 120, 200 y 333 kHz, siendo la frecuencia principal de uso 38 kHz, los archivos fueron almacenados diariamente para su posterior proceso. Este ecosonda fue configurado en su frecuencia principal para transmitir a una potencia de 2000 W y una duración del pulso de 1,024 ms en todas las frecuencias. Los archivos raw fueron descargados diariamente del servidor del buque y respaldados en discos duros externos.

El sistema de ecointegración fue calibrado de acuerdo con el procedimiento descrito por Foote *et al.*, (1987) y recomendado por el fabricante, el cual consiste en ubicar un blanco de referencia con fuerza de blanco conocida bajo el transductor y dentro del haz acústico, a fin de comparar la fuerza de blanco registrada por el equipo con la fuerza de blanco conocida (**Tabla 3**).



Adicionalmente, se instaló directamente a la CPU del ER60 un inclinómetro digital marca Applied Geomechanics, modelo MD900-7, el cual permitió recolectar datos de ángulos de cabeceo y balance del buque (pitch and roll) a una frecuencia de 4 datos por segundo, lo que permitió compensar la pérdida de señal acústica producida por el movimiento de la nave (Dunford, 2005).

b) Equipos de pesca

Los lances de pesca de identificación fueron realizados con una red de mediagua modelo Barracuda 608 con abertura vertical en la boca de 40 - 50 m, según la velocidad de arrastre (**Figura 3**). A la red se le instaló un cubrecopo de 50 mm de tamaño de malla, para retener el mayor rango de tallas posible, manteniendo las condiciones operacionales de estudios anteriores.

La autorización para realizar la pesca de investigación fue consignada y regulada a través de la Resolución de pesca de investigación N° 2.464 del 28 de julio del 2017, la cual autorizó para este crucero la extracción de un máximo de 15 toneladas de merluza del sur, 40 toneladas de merluza de cola y 10 toneladas de merluza de tres aletas. Además, autorizó la extracción de otras especies recurrentes en los lances de identificación tales como cojinoba, reineta, congrio dorado, tollo y brótula con cuotas de 1.000, 1.000, 500, 200 y 500 kg

El funcionamiento del arte de pesca durante el lance fue monitoreado mediante una sonda de red, que permitió efectuar un seguimiento del comportamiento de la red (altura, contacto con el fondo, profundidad), además fue instalado un sensor de captura a fin de controlar los volúmenes de la pesca.

4.3 Objetivo específico 2.1.

*Estimar el tamaño del stock de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio. **Sección merluza de cola.***

4.3.1 Diseño del muestreo

La prospección se efectuó mediante un diseño de muestreo tipo sistemático, el cual asume aleatoriedad en la distribución del recurso en relación con la localización de la primera transecta, el cual, ha sido señalado como el más adecuado en estudios dirigidos a estimar la abundancia y distribución de un recurso pesquero (Rivoirard *et al.*, 2000, Kalikhman, 2002).



4.3.2 Transectas de muestreo acústico

El muestreo acústico del área de estudio se realizó mediante 44 transectas distribuidas de forma sistemática y con dirección perpendicular al sentido general de la costa, cubriendo veriles de ~150 a 600 m de profundidad. La distancia entre dos transectas adyacentes fue de 5 mn (**Figura 4**) y se intensificó el muestreo acústico en la zona de los cañones existentes en la zona de estudio.

La densidad acústica, intensidad de blanco y la profundidad del fondo, se recolectaron de manera continua y georreferenciada durante las transectas; discretizadas en intervalos básicos de muestreo (I.B.M) de 0,5 mn.

4.3.3 Identificación de los ecotrazos

Los datos acústicos fueron analizados mediante los métodos estándares utilizados en ecointegración (Simmonds y MacLennan, 2005) en primer lugar se examinaron los ecogramas para detectar errores asociados a la posición geográfica, integración del fondo e interferencia de otros equipos acústicos, procediéndose en el caso de detectarse algún de los tipos de errores antes señalado, a efectuar las correcciones pertinentes.

Posteriormente se efectuó el proceso de identificación de los ecotrazos, considerando para ello: i) Información de los lances de pesca de identificación, ii) tipo (disperso - estrato - cardumen), morfología y nivel de intensidad del ecotrazo y iii) profundidad del ecotrazo.

La asignación de las unidades de ecointegración (s_A) correspondiente a aquellos registros acústicos asociados a lances de pesca con más de una especie en la captura se efectuó mediante la estimación de proporción acústica propuesta por Simmonds y MacLennan (2005) y Bodholt (1991) la cual plantea, que la contribución de especie (E_i) a las unidades de ecointegración (E_m), es proporcional a su aporte en la captura (w_i) y su coeficiente de dispersión acústica (σ_i) en relación al total:

$$E_j = \frac{w_j * \sigma_j * E_m}{\sum (w_i * \sigma_i)}$$
$$\sigma_i = 4 * \pi * 10^{(TS_i)/10}$$

Para la estimación del coeficiente de dispersión acústica se utilizaron las siguientes relaciones de fuerza de blanco:

Merluza del sur	TS = 20 * Log (L) – 68,1 (dB)	(Lillo <i>et al.</i> , 1996)
Merluza de cola	TS = 20,2 * Log (L) – 73,1 (dB)	(Lillo <i>et al.</i> , 2005)
Merluza de tres aletas	TS = 20 * Log (L) – 68,5 (dB)	(Lillo <i>et al.</i> , 1996)



4.3.4 Estimación de la abundancia y biomasa.

La abundancia y la biomasa de la merluza de cola en el área de estudio se estimó a partir de estimaciones locales de densidad y la relación TS - talla de la especie objetivo y la aplicación de un estimador de razón bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y geoestadístico (Rivoirard *et al.*, 2000).

a) Método bootstrap

La densidad media ($\hat{Z}_R$) se estima como:

$$\hat{Z}_R = \sum \frac{Z_j}{G}$$

Siendo un estimador de razón obtenido de la j -ésima iteración de muestra de tamaño " n " seleccionada, con reposición, de la muestra original y " G " representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

La abundancia y la biomasa se estimaron como:

$$\hat{A}_R = a_R * \hat{Z}_R * \bar{\sigma}^{-1}$$

$$\hat{B}_R = \hat{A}_R * \bar{w}$$

Donde,

- $\bar{\sigma} = 4 * \pi * 10^{\frac{TS}{10}}$ evaluada a la talla promedio de la fracción del stock evaluado.
- $\hat{A}_R$ = abundancia (en número).
- a_R = área de distribución del recurso (mn²).
- $\bar{w}$ = peso promedio (t).
- $\hat{B}_R$ = biomasa (t).

La varianza de la abundancia ($\hat{A}_R$) y biomasa ($\hat{B}_R$) se estimó como:

$$\hat{V}_1(\hat{A}_R) = a_R^2 * \left[\left(\frac{1}{\bar{\sigma}^2} \right)^2 * \hat{V}(\hat{Z}_R) + \hat{Z}_R^2 * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) - \hat{V}(\hat{Z}_R) * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) \right]$$

$$\hat{V}_1(\hat{B}_R) = \hat{V}(\hat{A}_R) * \hat{w}^2 + \hat{V}(\hat{w}) * \hat{A}_R^2 - \hat{V}(\hat{A}_R) * \hat{V}(\hat{w})$$



$$\hat{V}(\hat{Z}_R) = \frac{1}{(G-1)} \sum_{i=1}^G (\hat{Z}_R - \bar{\hat{Z}})^2$$

b) Estimador geoestadístico

En este método, las estaciones de muestreo (UBM) se asumen fijas y los valores de la variable estudiada (densidad local) son considerados variables aleatorias en cada punto del espacio (área de estudio), esto permite modelar su variabilidad espacial y efectuar estimaciones puntuales o globales (Petigas, 1991).

La densidad media ponderada $\hat{\bar{Z}}_{gs}$ de merluza de cola se estimó mediante el uso del método de kriging. En primer lugar se estimaron mediante una grilla de interpolación las densidades locales (Z_{x0}^*) en los diferentes nodos a partir de las densidades locales observadas ($Z_{w(x)}$) como:

$$Z_{x0}^* = \sum_{i=1}^m r_i * Z_{w(x)i}$$

Donde r_i representan los factores ponderadores, que deben sumar uno para que la estimación sea insesgada.

Una vez estimado los valores de los nodos de la grilla de interpolación, la densidad media se estimó como el promedio de los valores estimados en los nodos (m) correspondientes de la grilla de interpolación como:

$$\hat{\bar{Z}}_{gs} = \frac{1}{V} \int Z_{x0}^* dx = \frac{1}{m} \sum Z_{x0}^*$$

La abundancia ($\hat{A}_{gs}$) y la biomasa ($\hat{B}_{gs}$) se estimaron como:

$$\hat{A}_{gs} = \hat{a}_{gs} * \bar{Z}_{gs} / \sigma_k$$

$$\hat{B}_{gs} = \hat{A}_{gs} * \bar{w}$$

$$\sigma_k = 4\pi(10^{0,1*TS_k})$$



Donde,

- $\hat{A}_{gs}$ = abundancia (en número).
 $\hat{a}_{gs}$ = área de presencia del recurso.
 $\hat{Z}_{gs}$ = densidad promedio de merluza de cola (N°/mn^2).
 $\hat{w}$ = peso promedio de merluza de cola (t).
 $\hat{B}_{gs}$ = biomasa (t).
 $\hat{\sigma}_k$ = evaluada a la talla promedio de la fracción del stock evaluado.
 TS_k = Fuerza de blanco de la especie (dB).

La varianza de la abundancia ($\hat{V}(\hat{A}_{gs})$) y la biomasa ($\hat{V}(\hat{B}_{gs})$) se estimaron como:

$$\hat{V}_1(\hat{A}_{gs}) = a_{gs}^2 * \left[\left(\frac{1}{\hat{\sigma}^2} \right)^2 * \hat{V}(\hat{Z}_{gs}) + \hat{Z}_{gs}^2 * \hat{V}\left(\frac{1}{\hat{\sigma}}\right) - \hat{V}(\hat{Z}_{gs}) * \hat{V}\left(\frac{1}{\hat{\sigma}}\right) \right]$$

$$\hat{V}_1(\hat{B}_{gs}) = \hat{V}(\hat{A}_{gs}) * \hat{w}^2 + \hat{V}(\hat{w}) * \hat{A}_{gs}^2 - \hat{V}(\hat{A}_{gs}) * \hat{V}(\hat{w})$$

La varianza proveniente de la distribución espacial del recurso ($\hat{V}(\hat{Z}_{gs})$), se estimó mediante el método propuesto por Petitgas (1991) y Rivoirard *et al.* (2000), quienes aplican los principios de variables regionalizadas o geoestadística, a la estimación de la varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

$$\hat{V}(\hat{Z}_{gs}) = 2\bar{\gamma}(S,V) - \bar{\gamma}(V,V) - \bar{\gamma}(S,S)$$

La varianza $\hat{V}(\hat{Z}_{gs})$ depende de la estructura espacial a través de tres factores: la geometría del campo para $\bar{\gamma}(V,V)$; de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S,S)$ y de la posición de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S,V)$ (Petitgas y Prampart, 1993).

El algoritmo de kriging, estima los ponderadores que minimizan la estimación de la varianza, ponderando las muestras de acuerdo a su posición relativa y estructura espacial para generar un estimador insesgado mínimo de la varianza (Cressie, 1991; Rivoirard *et al.*, 2000).

El ajuste de los variogramas se efectuó mediante el programa R Project (R Core Team, 2014) y se realizó un análisis espacial de los datos a través del paquete RGeostats V 11.0.1 (Renard *et al.*, 2015)



el paquete incluye funciones y métodos de lectura y preparación de datos, análisis exploratorio e inferencia sobre parámetros de modelos. Incluye además, diferentes modelos de variogramas y métodos de interpolación espacial.

4.3.5 Distribución espacial de la merluza de cola.

La distribución espacial latitudinal y longitudinal de la merluza de cola en el área prospectada, se presenta como una carta de contornos que representan curvas que unen puntos de igual densidad (Simmonds y MacLennan, 2005). Esta carta distribución espacial se confeccionó de acuerdo a una escala de categorías de densidad y el paquete GS+.

En el mapeo de las densidades, se consideraron aspectos relacionados con geoestadística, mediante el uso del semivariograma herramienta analítica que permite determinar la presencia y características de estructuras espaciales como: tamaño, dirección y tipo de estructura (Rossi *et al.*, 1992; Rivoirard *et al.*, 2000).

La posición media de la distribución ó centro de masa (CG) e inercia se calculó mediante la expresión (Woillez *et al.*, 2007):

$$CG_i = \frac{\int x_i^* z(x) dx}{\int z(x) dx} \quad I_i = \frac{\int (x_i - CG)^2 \cdot z(x) dx}{\int z(x) dx}$$

Donde x_i representa la posición espacial de la muestra y $z(x)$ la densidad en el punto "i". El Índice de Gini, es un indicador numérico relacionado a la curva de Lorenz y se estima como el doble del área comprendida entre la función identidad (distribución homogénea) y la curva de Lorenz. Este índice fluctúa entre 0 (distribución homogénea) a valores cercano a 1 (alta concentración).

4.4 Objetivo específico 2.2.

Caracterizar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas. Sección Merluza de cola.

4.4.1 Estructura de tallas y proporción sexual

En la estimación de la estructura de talla y la proporción sexual de merluza de cola se empleó un diseño de muestreo bi-etápico, siendo la unidad de muestreo primario el lance de pesca y la unidad de segunda etapa fue la submuestra al azar de ejemplares de la captura de los lances de identificación de los ecotrazos. En cada muestreo se registró los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posición, profundidad y captura), y los datos del muestreo biológico, como: talla, sexo y frecuencia.



La composición de longitud se estimó por una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca, empleando como factor de ponderación los valores de capturas, correspondientes a cada uno de los lances. Las distribuciones de tallas de merluza de cola obtenidas fueron representadas de forma gráfica, y apoyados también con distribuciones de tallas acumuladas.

Estimador de la estructura de talla de la captura por sexo ($\hat{p}_k$) y su varianza ($\hat{V}(\hat{p}_k)$)

$$\hat{p}_k = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_0} \hat{p}_{ki}$$

$$\hat{V}(\hat{p}_k) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i^2}{C_0^2} \frac{[\hat{p}_{ki} - \hat{p}_k]^2}{n-1} + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^n \frac{C_i^2}{C_0^2} \frac{\hat{p}_{ki}(1 - \hat{p}_{ki})}{n_i^* - 1}$$

$$\hat{p}_{ki} = \frac{n_{ki}^*}{n_i^*}; \quad C_0 = \sum_{i=1}^n C_i$$

donde:

- i : Lances $i = 1, 2, \dots, n, \dots, N$
- n : Tamaño de muestra de lances.
- N : Número total de lances de identificación del crucero.
- n_i^* : Número de ejemplares en la muestra del lance "i".
- n_{ki}^* : Número de ejemplares de la talla "k" en la muestra del lance "i".
- C_i : Captura de la especie en el lance "i".
- C_0 : Captura de la especie en la totalidad de los lances muestreados
- $\hat{p}_{ki}$: Estimador de la proporción de peces de la talla "k" en el lance "i".
- l : Longitud del ejemplar
- $\hat{l}$: Estimador de la talla promedio
- s : Sexo $s = 1, 2$
- n_{si}^* : Número de ejemplares del sexo "s" en la muestra del lance "i"
- $\hat{p}_{si}$: Estimador de la proporción sexual del sexo "s" en el lance "i".



Estimador de la talla promedio ($\hat{l}$) y su varianza ($\hat{V}(\hat{l})$)

$$E(l) = \hat{l} = \sum_{k=1}^K l_k \hat{P}_k \quad ; \quad \hat{V}(\hat{l}) = \sum_{k=1}^K l_k^2 \hat{V}(\hat{P}_k)$$

Estimador de la proporción sexual ($\hat{P}_s$) y su varianza $\hat{V}[\hat{P}_s]$

$$\hat{P}_s = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_0} \hat{P}_{si}$$

$$\hat{V}(\hat{P}_s) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_i^2}{\bar{C}_0^2} \frac{[\hat{P}_{si} - \hat{P}_s]^2}{n-1} + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_i^2}{\bar{C}_0^2} \frac{\hat{P}_{si}(1 - \hat{P}_{si})}{n_i^* - 1}$$

$$\hat{P}_{si} = \frac{n_{si}^*}{n_i^*} ; \quad C_0 = \sum_{i=1}^{i=n} C_i$$

El análisis de la estructura de talla se utilizó información georeferenciada, en sentido latitudinal y batimétrico, según los estratos espaciales empleados en proyectos similares de evaluación hidroacústica en la especie entre el 2000 y 2016 (Lillo *et al.*, 2017; Córdova *et al.*, 2006). Para efectos de análisis espacial fue empleada una subdivisión latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2000 y 2001), la cual consistió en dividir la zona de estudio en 3 áreas: Area 1 entre 42°00' y 44°29' S. denominada Guafo; Area 2 entre 44°30' y 45°29' S. denominada Guamblín; y Area 3 entre 45°30' y 47°29' S. denominada Taitao. A su vez, las estructuras de tallas fueron analizadas para las zonas específicas de los tres cañones registrados en el área de estudio y descritos por Córdova *et al.* (2006), denominados Cañón Guafo, Cañón Guamblín y Cañón Taitao; y el área Fuera de los cañones.



4.4.2 Relaci3n longitud – peso

La relaci3n longitud - peso es ampliamente usada en pesquerías para estimar el peso a partir de la longitud de un individuo y tambi3n para estimar índices de condici3n (Hayes et al., 1995). La expresi3n m3s usada para esta relaci3n corresponde a la ecuaci3n alométrica donde el peso es expresado en funci3n de la longitud, y sus parámetros son estimados mediante una regresi3n lineal de los datos log-transformados. Dado que la variabilidad en el peso aumenta con la longitud, esta transformaci3n tiene la ventaja de estabilizar la varianza del peso, pero introduce un factor de sesgo en las predicciones re-transformadas (Bradú y Mundlak, 1970; Hayes et al., 1995), pero cuya correcci3n, por lo pequeña, frecuentemente se omite (De Robertis y Williams, 2008).

El modelo que relaciona el peso con la longitud del pez corresponde a un modelo multiplicativo en el t3rmino de perturbaci3n, y est3 dado por la relaci3n:

$$W_i = a L_i^b \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

Donde W_i y L_i representan el peso total y la longitud total del individuo i -ésimo, ε_i indica un error aleatorio, a y b son los parámetros del modelo. Atendiendo a la forma de la ecuaci3n anterior, se deriva un modelo de regresi3n lineal simple aplicando la transformaci3n logarítmica de la siguiente forma:

$$\ln(W_i) = \ln(a) + b \ln(L_i) + \ln(\varepsilon_i),$$
$$Y_i = \alpha + b x_i + \varepsilon'_i; \quad i = 1, \dots, n,$$

Para la estimaci3n de los parámetros de la relaci3n linealizada se utiliz3 el m3todo de máxima verosimilitud asumiendo que los errores siguen una distribuci3n normal con media cero y varianza σ .

4.4.3 Composici3n de edades del stock de merluza de cola.

4.4.3.1 Análisis de los otolitos

Para el estudio de edad de los otolitos recolectados, se utiliz3 la misma forma de preparaci3n de muestras empleada en estudios anteriores de esta misma índole (Lillo et al., 2017). La t3cnica consiste en aplicar tratamiento a fin de facilitar la discriminaci3n de los anillos de crecimiento verdaderos de los falsos al momento de la observaci3n en microscopio estereosc3pico (Ojeda y Muñoz, 2008). Para merluza de cola, se emplea la t3cnica de hidratado de ambos otolitos, utilizando cápsulas de hidrataci3n para tal efecto, lo que les permite recuperar la nitidez de los *annuli* presentando una imagen como se muestra en la Figura 5.

En la observaci3n de los otolitos se emple3 microscopio estereosc3pico con aumento 10X y luz reflejada, permitiendo ver una secuencia de anillos opacos blanquecinos y translúcidos en los otolitos



enteros y una alternancia de bandas marrón claro (crecimiento rápido) y marrón oscuro (crecimiento lento) en el caso de analizar las secciones transversales preparadas con horneado. Esta técnica ha sido utilizada desde el inicio del análisis de edad de la serie histórica y es empleada en el seguimiento anual de la estructura de edades de la pesquería demersal austral (Ojeda *et al.*, 2014).

Se empleó una preparación masiva de muestras, optimizando el tiempo empleado en esta fase, dado que esta técnica incorpora tratamiento en serie a conjuntos de otolitos dispuestos secuencialmente. Se trabajó con moldes de resina en que se incluyen los otolitos, extrayendo láminas finas (0,5 mm de espesor) mediante el uso de una máquina de corte de precisión. Mediante estereomicroscopio los analistas observan estas láminas finas que contienen los otolitos seccionados, dando paso de este modo al conocimiento de las edades presentes en el crucero de evaluación del stock desovante. Se ilustra el detalle de los anillos de crecimiento en la Figura 5, con un pez de 90 cm de longitud.

4.4.3.2 Clave edad – talla

Las claves edad - talla son matrices que permiten clasificar los individuos según su grupo de edad (GE) y estimar la probabilidad de pertenencia a las diferentes edades según el número de anillos en la estructura, el tipo de borde y la época del año en que se obtuvo la muestra. Se emplea una fecha arbitraria de nacimiento, que en el caso de las pesquerías chilenas es el uno de enero, facilitando la identificación de la clase anual restando al año de la captura el GE asignado.

La clave edad - talla, cuenta con la clasificación de las lecturas de cada otolito por grupo de edad y se estima la probabilidad condicionada a la talla y varianza como:

$$\hat{p}(e / K = k) = \hat{q}_{ske} = \frac{n_{ske}^*}{n_{sk}^*} \quad \hat{V}(\hat{q}_{ske}) = \frac{1}{n_{sk}^* - 1} \hat{q}_{ske} [1 - \hat{q}_{ske}]$$

4.4.3.3 Estimación de la estructura etaria del stock evaluado

a) Estimador de la abundancia en número por grupo de edad $\hat{N}_{se}$ y su varianza $\hat{V}(\hat{N}_{se})$

$$\hat{N}_{se} = \hat{N}_s \hat{p}_{se}$$

$$\hat{V}(\hat{N}_{se}) = \hat{N}_s^2 \hat{V}(\hat{p}_{se}) + \hat{p}_{se}^2 \hat{V}(\hat{N}_s) - \hat{V}(\hat{N}_s) \hat{V}(\hat{p}_{se})$$

b) Estimador de la estructura de edad del stock $\hat{p}_{se}$ y su varianza $\hat{V}(\hat{p}_{se})$ (Kimura 1977)

$$\hat{p}_{se} = \sum_{k=1}^K \hat{q}_{ske} \hat{p}_{sk} \quad ; \quad \hat{V}(\hat{p}_{se}) = \sum_{k=1}^K \left[\hat{p}_{sk}^2 \frac{\hat{q}_{ske}(1-\hat{q}_{ske})}{n_{sk}^*} + \hat{p}_{sk} \frac{(\hat{q}_{ske} - \hat{p}_{se})^2}{N_{sk}^*} \right]$$



donde

- $\hat{N}_s$: Estimador de la abundancia en número para el sexo “s”
 $\hat{N}_{se}$: Estimador de la captura en número para el sexo “s” y grupo de edad “e”
 $\hat{p}_{se}$: Estimador de la proporción para el sexo “s” y grupo de edad “e”
 $\hat{p}_{sk}$: Estimador de la proporción de peces para el sexo “s” y la talla “k”
 $\hat{q}_{ske}$: Estimador de la proporción de peces para el sexo “s” y la talla “k”, en el grupo de edad “e”
 n_{ske}^* : Número de peces del sexo “s” y la talla “k” que pertenecen al grupo de edad “e”
 n_{sk}^* : Número de peces del sexo “s” y de la talla “k” en la muestra

4.4.3.4 Peso medio a la edad

La estimación del peso medio a la edad se realizó a partir de la longitud promedio por grupo de edad según sexo, empleando las relaciones longitud – peso. Esta estimación tiene un sesgo sistemático para cada longitud promedio dada que se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958). Pienaar y Ricker (1968) desarrollaron un método que permite corregir en forma significativa este sesgo.

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media μ y varianza σ^2 , $L \sim N(\mu, \sigma^2)$, el valor esperado de función de W , $\Psi(L)$, se estimó mediante el Método Delta (Wolter, 1985) como:

$$E(W) = a(\mu^b + a_1 \mu^{b-2} \sigma^2 + a_2 \mu^{b-4} \sigma^4 + a_3 \mu^{b-6} \sigma^6 + \dots)$$

En donde el número de términos de esta expresión general, está dado por la parte entera de $(b+3)/2$. Dado el valor que toma el coeficiente b en las funciones, se indica el uso de 3 términos en esta expresión, siendo:

- a = intercepto de la relación longitud- peso ajustada por sexo.
 b = pendiente de la relación longitud- peso ajustada por sexo.
 μ = promedio de la longitud al grupo de edad.
 σ = varianza de la longitud al grupo de edad.
 $a_1; a_2$ = valor tomado de la Tabla de valores de coeficientes (Pienaar y Ricker, 1968).



4.5 Objetivo específico 2.3.

Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.
Sección Merluza de cola.

4.5.1 Trabajo a bordo

A cada ejemplar muestreado se le midió la longitud total (LT), peso total; peso eviscerado, ambos con una precisión de 5 gramos y peso de la gónada, con una precisión de 1 gramo. Además, se determinó la madurez sexual de acuerdo con una escala de apreciación macroscópica que distingue 6 estadios; posterior a ello se pesaron y fijaron en formalina 10% con tampón fosfato de Sorensen (Hunter *et al.*, 1985), el cual permite una fijación adecuada para histología.

4.5.2 Análisis de laboratorio

a) Estadio de madurez sexual (EMS)

El estadio de madurez sexual se determinó de acuerdo con las características macroscópicas y mediante el examen microscópico de trozos de las gónadas fijadas a bordo. Los trozos de gónada se disgregaron para posteriormente medir el diámetro de los ovocitos más desarrollados, determinar la presencia de ovocitos hidratados con gota oleosa y la existencia de algún grado de reabsorción, como también examinar el aspecto general del resto de los ovocitos. La Tabla 4 corresponde a la escala apreciativa modificada para su aplicación en la merluza de cola, que consta de cinco estadios (EMS).

b) Análisis histológico de las gónadas

La técnica utilizada consistió en la deshidratación de submuestras post-fijadas de tejido ovárico de 3 mm de grosor y la inclusión en paraplast. Se realizaron cortes de 5 micrómetros de espesor, teñidos con hematoxilina y eosina. El diagnóstico se basó en los caracteres señalados en la Tabla 5, utilizados en la determinación de los estadios de madurez ovárica de peces teleósteos.

c) Estimación del índice gonadosomático (IGS) y su varianza ($\hat{V}(IGS)$)

Se pesaron las gónadas con una balanza electrónica de 0,1 g de precisión y se calculó el índice gonadosomático (IGS) sobre la base del peso de la gónada (PG) y del cuerpo del pez (PC) como:

$$IGS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_{gi}}{(P_{ci} - P_{gi})} \bullet 100$$



$$\hat{V}(IGS) = \frac{1}{n} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [IGS_i - IGS]^2$$

Con la información respecto del EMS según la talla de las hembras y el IGS promedio, se obtuvieron resultados que permitieron determinar la etapa del proceso de desove en que se encontraba la fracción adulta de la población.

d) Ojiva de madurez y talla media de madurez de merluza de cola.

Para la determinación de la ojiva de madurez, se consideraron sexualmente inmaduros los peces en EMS 1 y 2. Los peces maduros fueron aquellos peces en EMS 3, 4 y 5, además de los peces en EMS 2 en que en los ovarios ya se había iniciado el proceso de vitelogénesis.

Para la estimación de la talla y edad media de madurez en que el 50% de las hembras está sexualmente madura y la ojiva de madurez, se consideraron dos enfoques de estimación: la utilización de un modelo lineal generalizado GLM (McCullagh y Nelder, 1989) asumiendo una respuesta binomial, con función de enlace logística y un modelo no lineal para la función logística con errores normales.

La estimación de parámetros en ambos métodos fue realizada mediante el método de máxima verosimilitud (Welch & Foucher, 1988). Se utilizó el programa R versión 3.4.2 (2017) The R Foundation for Statistical Computing Platform.

Para el GLM se consideró que la respuesta (Y_i) número de individuos maduros (hembras), sigue una distribución binomial cuyo predictor lineal esta expresado como,

$$\eta_i = b_0 + b_1 * LT_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

con $(b_0, b_1)^{LT}$ los coeficientes del modelo y LT la longitud (o edad) del ejemplar. Se consideró la función de enlace logística dada por,

$$g[P(LT)] = \log\left(\frac{P(LT_i)}{1 - P(LT_i)}\right) = \eta_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

la cual relaciona el predictor lineal con la media de la variable respuesta (la proporción de individuos maduros a una longitud o edad), de la siguiente forma, $E(Y_i) = g^{-1}(\eta_i)$, quedando expresado como,



$$E(Y_i) = P(LT) = g^{-1}(\eta_i)$$

$$\log\left(\frac{P(LT_i)}{1 - P(LT_i)}\right) = b_0 + b_1 * LT$$

$$P(LT) = \frac{1}{1 + \exp[-(b_0 + b_1 * LT)]}$$

Para el enfoque no lineal, se ajustó la función logística considerando errores normales, cuyo modelo queda expresado como:

$$P(LT_i) = \frac{1}{1 + \exp[-(b_0 + b_1 * LT_i)]} + \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n.$$

Dada la definición de modelo lineal generalizado (McCullagh *et al.*, 1989), este no considera un error en el modelo más bien, y esa es una de las generalizaciones desde un modelo lineal, que asume una distribución para la respuesta, que en este caso corresponde a una distribución binomial. Para la incorporación de la incertidumbre se consideró el uso de la estimación analítica descrita en Roa *et al.* (1999).

Por otra parte, para obtener una aproximación diferente para la estimación de la talla inicial de madurez en la merluza de cola, se calculó el incremento relativo del IGS en que la talla de madurez corresponde al mayor incremento del IGS en clases sucesivas de longitud total de las hembras (Flores & Smith, 2010).

$$IR.IGS = \frac{(IGS_{j+1} - IGS_j)}{IGS_j} \cdot 100$$

Donde IGS_{j+1} es el IGS promedio de la clase de tamaño $j+1$ e, IGS_j es el IGS promedio de la clase de tamaño j .

e) Fecundidad modal

Para la determinación de fecundidad se introdujeron pequeñas variaciones al método de Hunter *et al.* (1985) para adecuarlo a especies que presentan una fecundidad modal o de camada. Primero, se seleccionaron ovarios de peces en maduración avanzada o maduros, en la escala histológica corresponden a ovocitos con núcleo migrante, o bien sólo en etapa de inicio del proceso de la hidratación (hialinos) para evitar la utilización de gónadas en que ya se hubiese iniciado el proceso de desove. Esta opción involucró la medición del diámetro de ovocitos presentes en una de las tres



submuestras, lo que se realizó bajo un microscopio estereoscópico. Las tres submuestras solo fueron contadas ya que esta especie presenta un desove de tipo total. Las muestras que cumplieron con los requisitos establecidos en este procedimiento fueron 102.

Luego de contar bajo un microscopio estereoscópico los ovocitos de la moda más avanzada de tamaño de cada submuestra, se obtuvo el promedio de ovocitos de acuerdo con la siguiente relación:

$$E_i = n_0 \cdot W_i$$

Donde:

- E_i = fecundidad (número total de ovocitos de la moda más avanzada de tamaño en el ovario).
 W_i = peso húmedo del ovario (g).
 n_0 = número promedio de ovocitos de la moda más avanzada por gramo de submuestra.

Los valores de la fecundidad modal se relacionaron con el peso corporal y la longitud total de las hembras.

Para el cálculo de la fecundidad media poblacional, se utilizó la ecuación de regresión de la fecundidad modal *versus* el peso corporal menos el peso de la gónada. A partir de esta ecuación, se estimó la fecundidad de cada hembra madura muestreada y se obtuvo el valor promedio de fecundidad para cada lance (Picquelle y Stauffer, 1985), de acuerdo con la siguiente relación:

$$\bar{\bar{F}} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot \bar{F}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Dónde:

- $\bar{\bar{F}}$ = fecundidad media de la muestra total.
 $\bar{F}_i$ = fecundidad modal promedio en el lance i .
 m_i = número de hembras muestreadas en el lance i .
 n = número de lances.



4.6 Objetivo específico 2.4.

Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio. **Sección merluza de cola.**

El diseño empleado para determinar la importancia relativa de la fauna acompañante considera como unidad de muestra el lance de pesca. La información básica que caracterizó el lance fue el peso de las especies capturadas (kg) y datos operacionales, como: número del lance, posición geográfica, hora de inicio y término, fecha y profundidad de operación de la red (relinga superior).

En cada lance se tomó una muestra aleatoria de la captura, dispuesta en cajas de 44 litros. Cada caja fue pesada, para luego identificar y pesar por grupos específicos, incluyendo las especies objetivos del estudio

Para la estimación de la proporción de especie ($\hat{p}_t$) se utilizó el estimador:

$$\hat{p}_t = \sum_{r=1}^M \frac{C_{tr}}{C_r} \hat{p}_{tr} ; \quad C_o = \sum_{j=1}^M C_{tr} ; \quad \hat{p}_{tr} = \frac{\sum_{k=1}^K W_{trk}}{\sum_{k=1}^K W_{rk}}$$

Donde:

C_{tr} = Captura total en el lance r .

W_{trk} = Peso de la especie t , en la caja k del lance r

M = Número total de lances en el crucero.

$\hat{p}_{tr}$ = Estimador de la proporción de la especie t en el lance r .

Lo anterior permitió determinar la importancia relativa global de la fauna acompañante en el área de estudio. Posteriormente se agruparon los lances de pesca por rango de profundidad y posición latitudinal a fin de describir y analizar la presencia de las especies según estas categorías (método gráfico).

4.6.1 Análisis de los datos

Se efectuó un análisis descriptivo orientado a determinar la participación de las especies que componen la fauna acompañante de las especies objetivos y descripciones en términos de rango de profundidad, posición latitudinal y en forma global, respecto de la captura total obtenida y de la captura de la especie objetivo, además de la captura de las especies que componían la fauna acompañante. Para determinar el aporte porcentual en peso de cada especie respecto del total de la captura de la especie objetivo, se agrupó la fauna acompañante por rango batimétrico y por latitud.



Para estimar la importancia relativa de las especies, se revisó el registro del volumen de captura específico y se determinó la importancia relativa (en peso) de las especies de la fauna acompañante, según la contribución a la captura total y en relación con las especies objetivos del estudio.

4.6.2 Análisis comunitario

Se realizó para establecer e identificar agrupaciones específicas en el área de estudio, se dividió en macro zonas, las que a su vez que se dividieron en rangos batimétricos de 100 m de profundidad. Estos análisis consistieron básicamente en establecer e identificar agrupaciones específicas a partir de la aplicación de métodos de análisis basados en la clasificación y ordenación de las especies, que permiten obtener una visión de la comunidad a la cual está asociada la especie objetivo.

4.6.3 Identificaciones de agrupaciones específicas

El análisis consistió en la identificación por macro zona y batimétrica de las agrupaciones específicas a partir del análisis de clasificación de conglomerados (análisis de *cluster*) y de ordenación MDS (*Multidimensional Scaling*) (Clifford y Stephenson, 1975). En ambos casos se trabajó con una matriz de abundancia relativa de las especies más representativas, en términos de la presencia de éstas a lo largo de los cruceros realizados entre los años 2000 y 2017, agrupadas por cruceros, cruceros-subzonas de evaluación y cruceros - estratos de profundidad. Cabe destacar que, para determinar la presencia de agrupaciones de fauna se consideró a merluza del sur y merluza de cola como parte integral de la fauna asociada a la zona de estudio.

La matriz de similitud fue estructurada a partir de una matriz de abundancia relativa (CPUA) de las especies componentes de la fauna acompañante, agrupadas por macrozona y rango batimétrico. La comparación se realizó utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957). La función del índice se expresa por:

$$BC = \frac{\sum_{i=1}^p |x_{ijz} - x_{ikz}|}{\sum_{i=1}^p (x_{ijz} + x_{ikz})}$$

Donde p número de puntos macro zona rango batimétrico, x_{ijz} es la abundancia relativa de la especie "i" en la macro zona "j" rango batimétrico "z" y x_{ikz} es la abundancia relativa de la especie "i" en la macro zona "k" rango batimétrico "z".

Para equilibrar los valores atípicos (especies raras, poco comunes o con valores de abundancia relativa muy altos), los valores de la matriz original de abundancia relativa (CPUA) fueron transformados a través de la aplicación de raíz cuarta ($\sqrt[4]{}$), según el criterio propuesto por Clarke y Warwick (1994).



4.7 Objetivo específico 2.5.

Caracterizar la composición alimentaria de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en el área de estudio. **Sección merluza de cola.**

Se analizaron un total de 348 estómagos de *Macruronus magellanicus* obtenidos en las muestras capturadas en los lances de identificación realizados en el área de estudio. De estos se separaron 30 tejidos y 30 vértebras para el análisis de isótopos estables. Los tejidos de las presas fueron obtenidos desde los estómagos de los predadores, y de estos se separaron las muestras correspondientes. Las muestras fueron etiquetadas y congeladas a -20°C .

4.7.1 Contenido estomacal

El análisis de las muestras se realizó en el laboratorio de salud de ecosistemas de la Universidad Andrés Bello en Santiago. Allí cada estómago se pesó en una balanza electrónica de 0,1 g de precisión y una vez extraído su contenido, las presas se separaron cuidadosamente y se identificaron al taxón más bajo posible, contándose y registrando el peso de cada presa.

Los datos generados se ingresan a un archivo electrónico para posteriormente ser cruzados con la información proveniente de los datos biológicos de las merluzas capturadas. Las presas como peces, crustáceos y moluscos se identificaron, con el apoyo de una lupa microestereoscópica, según claves y/o descripciones que aparecen en la bibliografía especializadas como por ejemplo, Wisner (1976) para peces mictófidios, Cohen *et al.* (1990) para peces Gadiformes y Takeda (1986), Retamal (2000) y Palma y Kaiser (1993) para crustáceos, entre las más utilizadas.

4.7.2 Tejidos y vértebras

Cada tejido fue reducido hasta ~ 10 mg y lavado con abundante agua mili-Q. Luego todas las muestras fueron secadas por 12-18 horas a 60°C ., para extraer la solución y reducidos hasta llegar a un rango entre 0.4 – 0.6 mg. Posteriormente, los tejidos fueron depositados en cápsulas de estaño de 5 x 9 milímetros y secados a 40°C por 12 horas. Los tejidos fueron analizados en el laboratorio de isótopos estables de la Universidad Andrés Bello-Viña del Mar en un Analizador Elemental de Espectrometría de Masa. Los radio isótopos fueron reportados en notación de δ con sus desviaciones estándar (Pee Dee Belemita para $\delta^{13}\text{C}$ y N atmosférico para $\delta^{15}\text{N}$). Por lo tanto, $\delta^{13}\text{C}$ ó $\delta^{15}\text{N} = [(R_{\text{muestra}} / R_{\text{estándar}}) - 1] \times 10^3$, donde R es $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ó $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ respectivamente. Además, la precisión fue del orden de $\pm 0.5\text{‰}$ para $\delta^{15}\text{N}$ y $\pm 0.2\text{‰}$ para $\delta^{13}\text{C}$.

Las vértebras fueron separadas en el laboratorio, cuidando de analizar la misma porción. Una vez separadas, cada vértebra fue lavada y puesta en un baño ultrasónico a 45°C por 2 horas, con el fin de eliminar restos de tejido. Posteriormente la muestra fue depositada en una placa Petri individualizada y puesta a temperatura ambiente, la muestra fue segmentada en tres, la primera parte correspondió a una etapa inicial, la segunda a una etapa media y la tercera a una etapa final. Las vértebras fueron



desmineralizadas debido al alto contenido hidroxapatita. La hidroxapatita contiene carbono inorgánico el cual difiere en la composición isotópica (Newsome et al. 2010). Por lo tanto el colágeno orgánico debió ser aislado para el análisis de isótopos. Siguiendo a Kim & Koch (2012) el colágeno se aisló con un tratamiento de ácido etildiaminético EDTA en 1.5 ml 0.5 M. El polvo de las vértebras fue puesto en un tubo con la solución de EDTA y se centrifugó en un vortex por un minuto, para luego dejar decantar a temperatura ambiente durante la noche. Una vez el líquido se gelatinizó, se procedió a congelar a -80°C para posterior encapsulamiento en cápsulas de estaño para análisis de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ y %NC.

4.7.3 Análisis de datos

- 1) **Método Numérico:** cada ítem presa encontrado en los estómagos es contado, y luego es expresado como porcentaje del total de presas de los estómagos con contenidos analizados.
- 2) **Gravimétrico:** cada ítem presa encontrado en los estómagos analizados se pesan. Se expresa como porcentaje del peso total registrado para cada ítem en el total de los estómagos.
- 3) **Frecuencia de Ocurrencia:** es el número de veces que el ítem aparece en el total de estómagos y se expresa en porcentaje.

Con los datos anteriores es posible estimar la importancia relativa de cada taxón presa utilizando el Índice estandarizado de IIR (PSIRI). PSIRI es una modificación en la ecuación en donde:

$$\%PSIRI_i = \frac{\%FO_i \times (\%PNI_i + \%PWI_i)}{2}$$

Donde el porcentaje de abundancia PNI_i y el porcentaje con respecto al peso PWI_i se calculó:

$$\%PNI_i \text{ ó } \%PWI_i = \frac{\sum_{j=1}^n \%W_{ij} \text{ ó } \%N_{ij}}{ni}$$

GI es un índice similar al de importancia relativa propuesto por Pinkas *et al.* (1971), pero presenta un menor sesgo en el cálculo de la Frecuencia de ocurrencia y el peso en el cálculo final de la ecuación.

Para disminuir la incertidumbre en los isótopos estables, las presas se agruparon en grupos mayores de alimento, de acuerdo con su afinidad taxonómica. Así, las categorías fueron: Camarones (CAM), Cefalópodos (CEF), Eufáusidos (EUF), Peces Mesopelágicos (MESOP), Myctófidios (MYC), Merluzas australes pequeñas (<30cm) (MAU), Merluza de cola (MG) y Merluza de tres aletas (MIA). Los restos de peces no fueron incluidos en los análisis, ya que producen sesgos a la hora del cálculo trófico. Los análisis isotópicos fueron obtenidos con el paquete para R "SIAR": Stable Isotope Analysis in R (Parnell & Jackson 2011, Parnell *et al.* 2012) usando las siguientes opciones: para la modelación de las dietas de los predadores se usó modelos de mezcla basado en parsimonia Gaussiana con una mixtura "dirichlet-distributed", expresada en valores medios por cada individuo. Además, para llegar a la probabilidad de consumo, con intervalos de 95% de confianza, se usaron los datos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en un modelo Bayesiano, cada valor fue combinado con 1.000 pseudoréplicas. Además, se usaron



modelos de dependencia alimenticia de acuerdo con los valores de %C y %N. La información a “prior” de los modelos bayesianos fueron tomados de las proporciones dietarias de los análisis estomacales. Las comparaciones intra-específicas (sexos y tamaños) para las merluzas fueron hechas mediante un test de ANOVA de una vía seguido por un test a posteriori de Tukey. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el Software R (R Core Team, 2013). Los valores de enriquecimiento trófico (TEF) fueron calculados por la siguiente ecuación:

$$TEF = \Delta_{presa} - \Delta_{depredador}$$

Para la merluza de cola se agruparon tamaños y se calculó la edad siguiendo a Ojeda, *et al* 2014, en donde G1 fueron <60 cm y G2 >60 cm. Para establecer diferencias de alimentación se utilizó un test de PERMANOVA. Los análisis estadísticos se realizaron con el software R (R Core Team 2011) de libre disposición en internet.

4.8 Objetivo específico 2.6.

Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registradas acústicamente en el área de estudio. Sección merluza de cola.

La caracterización de las agregaciones se efectuó mediante el uso de descriptores obtenidos a partir de observaciones acústicas verticales realizadas durante la prospección acústica y lances de pesca mediante el sistema de ecointegración Simrad ER-60 y que fueron procesados mediante el programa SonarData Echoview® (versión 7.1.12).

Una agregación es definida como un conjunto de muestras acústicas que poseen continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño, es decir, muestras contiguas tanto a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) como desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponde a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical a la distancia relativa correspondiente a la semi longitud del pulso.

Un aspecto que se debe mencionar con respecto a las agregaciones de peces detectadas en la zona de estudio es que merluza del sur no forma cardúmenes y merluza de cola lo hace en contadas ocasiones, sino que generalmente forman agregaciones de densidad variable que presentan distintos grados de mezcla. Lo anterior no permite diferenciar que parte de la agregación está conformada por una u otra especie para poder estimar particularmente los descriptores de energía y morfométricos considerados en este objetivo.

Lo anterior se corrobora con la fuerte interacción entre la merluza del sur y merluza de cola, donde esta última representa sobre el 90% de la dieta de la primera (Arancibia *et al.*, 2010, Lillo *et al.*, 2013, Neira *et al.*, 2015,) y su presencia en los lances de pesca realizados en los cruceros de prospección, cuando sobre el 80% de los lances registran la presencia de ambas especies simultáneamente.



4.8.1 Descriptores y variables utilizadas en el análisis

De las agregaciones detectadas se extrajeron descriptores de posición, energía, morfológicos y batimétricos, estando referidos los primeros a la posición geográfica de las agregaciones, los de energía a la energía retrodispersada por las agregaciones, los morfológicos asociados al tamaño y forma de éstas, y los batimétricos definiendo la posición de la agregación en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Freón *et al.*, 1996).

- a) **Descriptores de posición:** Corresponde a la posición geográfica media y medida en el pulso central de cada agregación.
- b) **Descriptores de energía:** Están referidos a la energía retrodispersada por una agregación (NASC o s_A) expresada en m^2/mn^2 y a su densidad acústica ($Dens$) referidas al área transversal (m^2) de la agregación ($NASC \cdot 100/m^2$), determinadas de acuerdo a:

$$NASC = 4 \cdot \pi \cdot (1852)^2 \cdot 10^{10} \cdot \overline{Sv} \cdot \text{Altura media}$$

$$\overline{Sv} = 10 \cdot \text{Log}(E) \text{ (dB)} \quad ; \quad E = \sum_{i=1}^N 10^{\frac{Sv_i}{10}}$$

La *altura media* se define como la altura promedio de todos los pulsos que conforman la agregación y se estima como

$$\text{Altura media} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i \text{ (m)}$$

Siendo t_i la altura o espesor del pulso i y N número total de pulsos en la agregación.

- c) **Descriptores morfológicos:** Son extraídos directamente desde el ecograma donde se encuentran: la altura media (m), ya definida, el área transversal (m^2), el largo (m) y el perímetro (m).

El área de una agregación se obtiene asociando un rectángulo a cada muestra S con un valor de amplitud sobre el umbral de ecointegración. La superficie del rectángulo Se es calculada como el producto de la distancia horizontal cubierta desde el pulso precedente (d_j) y la distancia vertical cubierta desde la muestra anterior e por lo tanto:

$$Se = d_j * e$$



El área transversal de la agregación (*Área*) es el resultado de la suma del área de todos los rectángulos elementales:

$$Area = \frac{1}{\eta} * \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^n S_{ij}$$

El largo de la agregación (*Largo*) y su perímetro (*Perim*) ambas medidas en metros. A partir de estos, se derivan otros descriptores de la agregación como:

La dimensión fractal (*DFrac*) empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación y que corresponde a la relación entre la superficie de un cuadrado con un perímetro equivalente al de la agregación y la superficie de la agregación, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociaría al grado de cohesión entre los peces que constituyen la agregación, especialmente en la frontera o borde de la agregación (Scalabrín, 1997).

$$DFrac = 2 * \frac{\ln\left(\frac{Perim}{4}\right)}{\ln Area}$$

La elongación (*Elon*) caracteriza la razón de aspecto de la agregación o relación entre el largo y el alto, donde valores elevados están asociados a agregaciones de forma elíptica y valores cercanos a uno, a agregaciones de tipo circular.

$$Elon = \frac{Largo}{Alto}$$

- d) **Descriptores batimétricos:** Se extraen del ecograma y corresponden a la profundidad del fondo (m) y la profundidad media de agregaciones (m), mientras que indirectamente se calculó el índice de altura (*IndAlt*). Este índice es utilizado para medir la posición relativa del centro de la agregación en la columna de agua con respecto al fondo y se expresa en forma porcentual como:

$$IndAlt = 100 * \frac{(Prof. fondo - Prof. media)}{Prof. fondo}$$

- e) **Análisis de los datos:** Se realizó un análisis general de las agregaciones en toda el área de estudio, aplicando estadística descriptiva referida a valores promedios, máximos, mínimos desviación estándar y coeficientes de variación para el total de los descriptores. Las agregaciones fueron analizadas observaciones considerando 3 subzonas: subzona 1 entre 43°30' y 44°29'S denominada Guafo; subzona 2 entre 44°30' y 45°29'S nombrada Guablín; y subzona 3 entre 45°30' y 47°00'S llamada Taitao. Posteriormente, se realizó un análisis de



acuerdo a rangos de 100 metros de profundidad del fondo, a fin de determinar si este factor influye en las características de las agregaciones. También se analizaron considerando las registradas en las zonas de cañones conocidos como cañón Ipún ($44^{\circ}10' S$ y $75^{\circ} W$), cañón Guamblín ($45^{\circ}15' S$ y $75^{\circ}10' W$) y cañón Taitao ($46^{\circ}18' S$ y $75^{\circ}27' W$) y nominados como 1, 2 y 3, respectivamente. La ocurrencia o no, de diferencias significativas en las características de las agregaciones de acuerdo al factor “zona de cañones” se realizó mediante un análisis de varianza (Andeva).

Toda la información obtenida por cada uno de los descriptores antes mencionados, fueron analizados mediante la aplicación de un análisis de componentes principales (APC), resumiendo de esta manera la información contenida en la matriz de datos, permitiendo una representación visual o geométrica de la información (Rencher, 1995) y preservando las características de la observación original. Las variables originales utilizadas fueron todos los descriptores determinados (y definidos anteriormente) de las agregaciones, aun cuando entre ellas pueda darse algún grado de multicolinealidad, lo cual es deseable dado que el objetivo es identificar series de variables interrelacionadas (Hair *et al.*, 1999).

Se redujo la dimensionalidad del análisis obteniéndose variables o componentes principales que fueron expresadas como combinación lineal de las variables originales. Para el logro de lo anterior, se utilizó la matriz de correlaciones como matriz de entrada, dándole de esta forma la misma relevancia a todas las variables, desestimando de esta forma las unidades en que son trabajadas las diferentes variables. Para la determinación de los componentes principales y su interpretación, se aplicó el criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999).



5. RESULTADOS

5.1 Objetivo específico 1

Estimar el tamaño del stock de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio. **Sección Merluza de cola.**

5.1.1 Sistema de ecointegración

El sistema de ecointegración del buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos” fue calibrado en la bahía de Valparaíso (33°02,1'S - 71°36,8'O), para la frecuencia 38, 70 y 120 kHz, conectado con el software EK 60 versión 2.4, los resultados se presentan para la frecuencia de trabajo 38 kHz, en la **Tabla 3**. Los valores del cuadrado medio, para el modelo ajustado en frecuencia 38, 70 y 120 kHz fueron, 0,32; 0,18 y 0,38 dB respectivamente. Valores menores a los recomendados por el fabricante y el grupo de acústica de ICES ($RMS < \sim 0,4$; Corrección de $S_a = \pm 0,5$ dB) (Demer *et al.*, 2015; Simrad, 2008).

5.1.2. Lances de identificación de ecotrazos

Considerados como unidad de muestreo para la identificación de especies y muestras biológicas. En los 23 lances de pesca realizados, la profundidad de trabajo de la red (relinga superior) varió entre 200 y 447 m de (**Figura 4, Tabla 6**).

Durante los lances de pesca, la merluza de cola fue capturada en 22 lances de pesca realizados y contribuyó con el 78,3 % de la captura total, mientras que merluza del sur y merluza de tres aletas estuvieron presentes en 23 y 13 lances de identificación con aportes de 19,8% y 0,8% a la captura total, respectivamente. Estas tres especies contribuyeron con el 98,9% de la captura registrada en el crucero, mientras que otras especies aportaron el 1,1% (**Tabla 7**).

5.1.3 Análisis geoestadístico

En la **Tabla 8 y Figura 6** se presentan los resultados del análisis geoestadístico de merluza de cola provenientes de los ajustes realizados mediante el método de Matheron (Matheron, 1971, Rivoirard *et al.*, 2000).

Los resultados indican variogramas estructurados con una dependencia espacial, alcanza a 96%. El promedio geoestadístico de los datos (media kriging) estimado con cualquiera de los dos ajustes aplicados (exponencial y esférico) presentan diferencias menores al 0,6% entre ellas, aunque el modelo exponencial presenta un mejor ajuste ($sse = 39,79$).



5.1.4 Biomasa y abundancia.

Los estimados de biomasa que se presentan en la **Tabla 9**, muestran que mediante el método geoestadístico alcanzó a 289.935 t ($CV=1,6\%$) con un intervalo de confianza ($\alpha=5\%$) entre 280.924 y 298.947 t. Por el estimador bootstrap, la biomasa alcanzó a 326.074 t con un intervalo de confianza entre 316.588 y 335.560 t.

La abundancia estimada con el método geoestadístico se estimó en 958.744.916 individuos ($IC \alpha=5\%$: 1.030.210.545 – 887.279.287) de los cuales 431.837.479 (45%) fueron machos y 526.907.437 (55%) hembras (**Tabla 10**), mientras que con el método bootstrap, alcanzó a 1.078.246.134 individuos con un intervalo de confianza entre (1.006.561.335 – 1.149.930.933).

Con respecto a los cruceros históricos efectuados en el periodo 2000-2017, el tamaño del stock estimado en el presente estudio, se ubica en términos de biomasa, entre los valores medios de la serie histórica, con una tendencia positiva, luego del bienio 2012 - 2013, donde se alcanzaron los menores niveles de la década (2007 -2017), mientras que la abundancia, es el valor más elevado de la serie histórica, destacándose por concentrar el 68% del stock en el grupo II y obtener el menor peso medio de la serie histórica con 281 gramos (**Tabla 11**).

5.1.5 Distribución espacial y batimétrica.

La distribución espacial (**Figura 7**) muestra la presencia de merluza de cola en el 80 % (2.081 mn^2) de las 2.591 mn^2 prospectadas. La distribución espacial se caracterizó por un predominio de niveles de densidades medias y focos de mayor importancia relativa cercanos a los cañones de Guafo, Guamblín, cuadra de península Skyring y al sector sur del área, a la cuadra de la península de Taitao.

En el área de distribución del recurso se estimó una densidad media de 156,7 t/mn^2 (método bootstrap) y 139,3 t/mn^2 (método geoestadístico). En el mapeo de la distribución se utilizó kriging ordinario, variograma exponencial en dirección omnidireccional y una grilla de 0,125 millas náuticas en latitud y 0,5 millas náuticas en longitud (**Figura 7**).

La posición media o centro de gravedad de la distribución del stock evaluado de la merluza de cola se localizó en la latitud 44°52'S, con una inercia latitudinal de 0,92°. Este centro de masa estuvo desplazado 20 mn hacia el sur, respecto al año anterior. (Lillo *et al.*, 2017). El índice de Gini de 0,55 da cuenta de un recurso con una distribución uniforme en el área de estudio. Con focos principales de densidad (t/mn^2) en áreas de cañones (**Figura 7**)

Batimétricamente, las agregaciones de merluza de cola se ubicaron en promedio en 240 m de profundidad, distribuyéndose entre los 95 y 482 m.



5.2 Objetivo específico 2.2

Caracterizar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas. **Sección Merluza de cola.**

5.2.1 Estructura de tallas

a) Muestreos

La composición de la estructura de tallas se estimó a partir de 2.980 individuos, compuesto de 1.410 machos y 1.570 hembras.

b) Composición de tallas

La composición de la estructura de talla de la merluza de cola en el área de estudio estuvo dominada por ejemplares juveniles que representaron el 71%, una talla media de 47 cm y una proporción sexual entre macho y hembras con predominio de las hembras con 55. La estructura de talla de machos y hembras registraron similitud en la distribución de su componente juvenil; aunque en los machos esta fracción alcanzó una mayor participación (80%) respecto de las hembras (59%) (**Figura 8**).

En sentido espacial, la fracción juvenil se registró en las tres áreas analizadas en el estudio (**Figura 9**), alcanzando su mayor relevancia en el área Taitao donde representó casi el 100% de los ejemplares capturados, a diferencia de las áreas de Guafo y Guablín donde se registraron individuos juveniles como adultos, aportando estos últimos el 46 y 35% de la estructura.

En la figura 10 se presenta la composición de la estructura de tamaños registradas en el área de los cañones y el área Fuera de los Cañones. El cañón de Taitao y el área fuera de los cañones estuvieron compuestos por ejemplares de tallas compuestos casi en 100% por juveniles. Los cañones Guafo y Guablín, registraron presencia de juveniles y adultos (**Figura 10**).

Batimétricamente la fracción juvenil se distribuyó en toda la columna de agua alcanzando su mayor participación en el rango batial de 400-499 m, mientras que la mayor presencia de adultos se registró entre los 300-399 m de profundidad (**Figura 11**).

c) Distribución de talla del crucero 2017 respecto de los cruceros anteriores

El predominio de ejemplares juveniles en el área de estudio también había sido observada en los años 2008, 2011 y 2013, aunque compuesta por ejemplares de mayor talla que los del presente estudio (**Figura 12 y 13**). Como es posible observar, en el año 2008 se registró un cambio en composición de las distribuciones de tallas en merluza de cola y que se ha mantenido hasta la actualidad, pasando predominar la fracción juvenil, la que hasta ese año participaba de manera secundaria en la estructura de tamaños.



5.2.2 Estructura de edades

Los parámetros de las relaciones peso - longitud de merluza de cola estimados con la información de crucero 2001 - 2017, presentan en sus parámetros una fluctuación que en el caso de los machos abarca para "a" entre 0,0016 - 0,0068 y "b" entre 2,7678 - 3,1423 y "a" entre 0,0009 - 0,0042 y "b" entre 2,8745 - 3,2724 para hembras (**Figura 14**), señalándose con marcadores sólidos los correspondientes al período 2017.

Las diferencias que se presentan en la relación peso – talla, señalan lo apropiado de emplear, en especial en las épocas de desove, sus propias funciones para las conversiones de abundancia - biomasa. Menores pesos promedios a determinadas tallas promedios reflejarían el estado de bienestar de los individuos y/o el estado de maduración /evacuación que presentan sus gónadas, en el período de visita a la zona (agosto, crucero de investigación).

El peso promedio (ambos sexos) en el presente estudio corresponde a un valor de 281 g, que se constituye en el menor valor de la serie 2008-2017 y refleja la alta participación de juveniles (**Tabla 11**). En la **Tabla 12** se entregan los parámetros de la relación peso – longitud estimada para el crucero de agosto de 2017.

Considerando los GE que aportan a la estructura etaria en fracción superior al 5%, la abundancia de machos está conformada en 93% por los GE II, III y IV, en donde destaca como grupo modal el GE II (73%), (**Tabla 13**). En hembras, los GE II a IV conforman el 84%, siendo nuevamente el GE II el mas relevante con el 64% (**Tabla 14, 15**).

En la serie histórica se aprecia que el stock desovante a partir del año 2008 presenta un cambio en la estructura demográfica, pasando de una con predominio de los GE VI a VIII a otra en que son los GE II a V los que contribuyen en mayor proporción (**Figura 15**). En general, los grupos de edad más adultos como son los GE IX+, que en el período 2001 a 2005 constituyeron entre el 25 - 35%, con posterioridad al 2007 su participación se ha reducido a niveles inferiores al 10%.

5.2.3. Proporción sexual de la abundancia

En las figuras **16 y 17**, se presenta la proporción y el aporte a la abundancia de machos y hembras, en ellas se aprecia que en la mayoría de los años son las hembras las que han estado presentes en mayor proporción, realizando en consecuencia un mayor aporte al tamaño del stock.



5.2.4. Edad mediana de la abundancia

La edad mediana es menor en machos que en hembras, situación que se explicaría por la diferenciación sexual, en donde los machos presentan un menor rango etario.

Las edades medianas en la abundancia han fluctuado entre 1,7 y 7,2 años en machos y entre 1,8 y 8,1 años en hembras. Temporalmente se observan dos periodos, uno que se extiende entre el 2000 y 2005 con edades medianas del stock evaluado mayores a 5,9 años, mientras que un segundo que abarca entre el 2008 al 2017 muestra una edad mediana que se había mantenido entre 2,5 y 4 años, en el último año experimentó un descenso a una edad cercana a los 2 años originado por el aumento de Iso GE II a IV (**Figura 18**).

5.2.5. Edad y estados de madurez

Se presentan antecedentes de la fracción de peces maduros obtenidos desde la clasificación macroscópica de las gónadas **en relación con la edad observada**. Se debe considerar que existe un alto grado de concordancia ($\approx 90\%$) entre la clasificación de peces “maduros” ó “inmaduros” de acuerdo con las estimaciones que se realiza mediante la observación macroscópica y microscópica de las gónadas de las hembras. En machos no se realiza estudio histológico de las gónadas.

Se presenta una secuencia de la serie histórica de las estimaciones efectuadas en base a la edad y madurez macroscópica a la cual el 50% de los ejemplares están maduros (**Tabla 16, Figura 19**). Una vista general de las funciones de madurez estimadas para el período estudiado se presenta en la figura 20. Se aprecia la amplitud de la variación del parámetro $GE_{50\%}$, siendo en machos entre la edad 2,6 a 4,2 y en hembras 3,5 a 5,0.

5.3 Objetivo específico 2.3

Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.
Sección Merluza de cola.

5.3.1 Estadios de madurez sexual (EMS)

En merluza de cola el análisis de los estadios de madurez sexual mostró que las hembras inmaduras (EMS 1 y 2) correspondieron al 67% del total de hembras, un 15% a los ejemplares en maduración, 16% a las maduras y solo el 2% a hembras desovadas, lo que indica que en el período de muestreo una parte de la población estaba en preparación para el desove (**Figura 21**).

Los estadios de madurez de acuerdo con la longitud total de las hembras mostraron que los individuos en maduración estuvieron representadas a partir del grupo de longitud de 30 a 39 cm LT, en donde



también se encontraron mayoritariamente hembras inmaduras. La presencia de hembras inmaduras se observó hasta en el grupo de 60 - 69 cm LT (**Figura 22**).

5.3.2 Análisis histológico de las gónadas

El análisis histológico de las muestras permitió comparar los resultados obtenidos mediante la observación microscópica y así obtener una mejor clasificación del estadio de madurez. Se evaluaron por esta metodología muestras representativas de los diferentes estadios de desarrollo gonadal y además se seleccionaron muestras que presentaron características que complicaban su clasificación. De acuerdo con esto, entre las muestras analizadas mediante esta técnica se incluyó a ejemplares de longitudes cercanas a la talla media de madurez sexual y, se enfatizó especialmente en el reconocimiento de hembras inmaduras reincidentes, presentes en el muestreo.

La clasificación por estadios se realizó según la escala de criterios citológicos e histológicos, que ha sido aplicada para determinar el grado de madurez ovárica en peces teleósteos, siendo aplicable a merluza de cola teniendo la consideración de que no presenta un desove parcelado. Se muestran casos representativos del estadio virginal, parcialmente vitelado, vitelado, migrante y post desove (**Figura 23, 24 y 25**).

5.3.3 Índice gonadosomático (IGS)

Para el cálculo del IGS, se utilizaron los pesos de las gónadas obtenidos en el laboratorio como también el registro de pesos gonadales tomado en terreno, siendo ambos valores similares, con un valor de R^2 de 0,99 para la regresión entre el peso gonadal en el buque y en el laboratorio (**Figura 26**).

El IGS alcanzó un valor promedio ($\pm$ desviación estándar) de $3,8 \pm 5,6$ con valores individuales extremos de 0,02 y 23,21. Al analizar la forma en que afecta el estado reproductivo de las hembras de merluza de cola en los valores del IGS, se observó que los peces con gónadas inmaduras (EMS 1 y 2) sólo alcanzaron un valor promedio de 0,5 del IGS (**Figura 27**). En cambio, en el EMS 4 el IGS aumentó a 13,7 para luego descender en las hembras que ya desovaron a un valor de 0,7. Al aplicar un ANOVA a las distribuciones, se obtuvieron diferencias significativas entre los valores del IGS para los distintos EMS ($F=964,4$; $gl=502$; $p=0,0000$). El test post hoc de Tuckey HSD señaló que estas diferencias no eran significativas al comparar entre los EMS 1,2 y 5, en cambio si existían diferencias significativas de los EMS 3 y 4 entre sí y con los demás EMS.

Al analizar los datos separados en grupos arbitrarios de longitud total, se observó que el IGS presentó valores relativamente bajos hasta el grupo de longitud de 40 - 49 cm LT, igual a 1,7. Mostrando luego un aumento progresivo del IGS con un valor promedio de 6,1 en el grupo de 50 - 59 cm hasta alcanzar un valor de 13,8 a los 90 - 99 cm LT (**Figura 27**). Al aplicar un ANOVA a la distribución de los valores del IGS de acuerdo a los grupos de LT, se observaron diferencias significativas ($F=171,45$; $gl=517$; $p=0,0000$). De acuerdo al test post hoc de Tuckey HSD, no se encontraron diferencias significativas



entre los cuatro primeros grupos de longitud, como tampoco entre los grupos de LT desde los 60 - 69 cm hasta el grupo 100 - 109 cm.

5.3.4 Índices de la actividad reproductiva

Los lances diarios realizados durante la prospección fueron agrupados en períodos de 3 ó 4 días, se analizaron los datos de los EMS y IGS para detectar las variaciones en una pequeña escala de tiempo en la actividad reproductiva de las hembras adultas (EMS 3, 4 y 5). Los índices de actividad reproductiva mostraron que la prospección realizada entre el 7 y 17 de agosto se realizó en plena época de desove (**Tabla 17**), encontrándose la mayor cantidad de hembras maduras en el periodo intermedio (entre el 12 y 14 de agosto) lo que coincide con el valor de IGS más alto de 12,7, el que disminuyó a 5,1 al final del crucero, coincidiendo con el bajo porcentaje de hembras maduras.

5.3.5 Talla media y edad media de madurez sexual.

Los datos disponibles comprendieron las clases de tallas entre 29 y 104 cm, el ajuste de la ojiva de madurez con base en un modelo lineal generalizado permitió estimar una talla media de madurez de 49,6 cm LT, con límites de confianza del 95% de 49,2 y 50,1 cm LT ($b_0 = -13,6276$; $b_1 = 0,2745$; suma de los cuadrados residuales = 1,135; error estándar residual = 0,1273 con 70 g.l.). Se realizó una prueba también mediante un modelo no lineal que dio como resultado una longitud media de madurez de 49,7 cm, con límites de confianza del 95% iguales a 49,4 y 50,0 ($b_0 = -15,4923$; $b_1 = 0,3117$).

En la **Tabla 18** se presenta la proporción de individuos maduros a la talla con los límites de confianza respectivos, y en la **Figura 28** se grafica la distribución de los datos alrededor de la ojiva de madurez, en la que se puede apreciar mayor variabilidad entre las tallas 44 y 52 cm LT, dicha variabilidad se ha podido observar en años anteriores y podría ser producto de la composición de tallas de los ejemplares presentes en el área de desove.

Una estimación de la talla de primera madurez sexual con base en el incremento relativo del IGS (IR.IGS) permitió estimarla en 43 cm LT (**Figura 29**), valor que coincide con estimaciones realizadas en años anteriores mediante la misma metodología (**Tabla 19**).

Para la estimación de la edad media de madurez, se probó un ajuste al modelo lineal generalizado mediante el cual se estimó la edad media en el grupo de edad 3,7 ($b_0 = -8,0584$; $b_1 = 2,1594$). Además, se probó un ajuste no lineal que dio un resultado igual a 3,7 ($b_0 = -8,5404$; $b_1 = 2,3357$) (**Tabla 20**).

Los resultados obtenidos en la estimación de $GE_{50\%}$, es un parámetro que no presenta tendencia y que sólo representa al stock desovante. Los valores muestran que el análisis por el método microscópico es menor en relación con el macroscópico, señal que indica que esta forma de análisis es más precisa al permitir observar condiciones en la gónada que no se aprecian a simple vista.



5.3.6 Fecundidad

La estimación de la fecundidad se realizó considerando el análisis de las gónadas y de los ovocitos presentes en éstas tras la observación al microscopio de cada una de las muestras recibidas. Fueron excluidas de la estimación aquellas gónadas maduras con señales de desove iniciado al momento del lance, descartándose aquellas que presentaran ovocitos hidratados.

Se seleccionaron 102 muestras de hembras maduras en las cuales a través del microscopio se pudo discernir con facilidad entre la moda avanzada de ovocitos y aquellos ovocitos presentes en la muestra de diámetros menores que no son desovados en la temporada de puesta. El ajuste que mejor representó la relación entre las variables fecundidad versus peso corporal fue un ajuste lineal obteniéndose un R^2 igual a 0,87, para la relación entre fecundidad y longitud también se ajustó a un modelo lineal con un R^2 de 0,82 (**Figura 30**). La estimación de la fecundidad modal promedio $\pm$ la desviación estándar fue 786.460 ± 497.346 y la fecundidad media del total de las hembras maduras de la muestra fue 438.184 ± 380.327 . En cuanto a la fecundidad relativa, equivalente al número de ovocitos por gramo de peso corporal, fue estimada en 662 ± 141 ovocitos. En comparación con los valores presentados en la **Tabla 21**, que resume las estimaciones de fecundidad obtenidas en estudios previos, el valor de fecundidad modal promedio que se obtuvo este año es mayor a los anteriores.

No obstante la escasa variabilidad de los resultados obtenidos entre estimados de fecundidad, en términos relativos, se considera que la fecundidad media del total de la muestra es de mayor representatividad, ya que se incluye un número mayor de observaciones y en general, un rango mayor de tallas. Pudiendo apreciarse para este año un aumento en el valor obtenido para la fecundidad promedio, en cambio la estimación de la fecundidad media del total de las hembras maduras de la muestra fue un valor mucho más cercano a los que ya estimado en años previos.

5.4 Objetivo específico 2.4

Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio. **Sección Merluza de cola.**

5.4.1. Distribución batimétrica y especial

Durante el crucero se capturaron e identificaron 11 especies. La fauna en la zona de estudio está estructurada por dos especies: merluza de cola y merluza del sur que en conjunto aportan alrededor de 99% de la captura obtenida, seguidas en importancia por merluza de tres aletas y reineta. Otras especies estuvieron representadas en bajas proporciones y en conjunto representaron alrededor del 1% de la captura total obtenida durante el crucero (**Tabla 22** y **Figura 31**). La fauna acompañante de merluza de cola estuvo compuesta por alrededor de 92% de merluza del sur (**Figura 32** y **Tabla 23**),



seguida en importancia por reineta y merluza de tres aletas, las restantes especies en conjunto tuvieron una participación cuya proporción de captura estuvo en torno a 2% (**Fig. 29** y **Tabla 23**).

Según la división de la zona de estudio, merluza de cola y merluza del sur son las dos especies que dan forma a las comunidades presentes en cada una de las subzonas. Merluza de tres aletas estuvo presente en bajas proporciones en las subzonas 1 y 2, aumentando su presencia hacia el extremo sur del área de estudio (**Figura 33a**). La fauna acompañante en cada subzona, estuvo compuesta por merluza del sur, cuya participación superó el 90% en las subzonas 1 y 2 (Guafo y Guamblín), mientras que en la subzona 3 (Taitao) su participación disminuyó, respecto de las subzonas precedentes, localizándose en torno a 80% (**Figura 33b**). Reineta y merluza de tres aletas también fueron importantes en términos de su participación en cada subzona, mientras que otras especies estuvieron presentes, pero en muy baja proporción (**Figura 33b**).

El área de estudio tuvo una profundidad media de distribución de las especies en torno a 360 m, con un rango entre e 318 m y profundidad mínima de 200 m. Merluza de cola tuvo una profundidad media de distribución en torno a 350 m, mientras que la fauna acompañante estuvo centrada en torno a 370 m (**Figura 34**). La distribución latitudinal histórica de merluza de cola la coloca en toda zona de estudio, pero con mayor presencia a partir de los 45° de latitud sur, lo que también se observa en merluza del sur (**Figura 35**). Especies como congrio dorado, reineta, cojinobas (Fam. Centrolophidae) y jibia también presentan una distribución que abarca toda la zona de estudio. Reineta, y otras especies recurrentes como merluza de tres aletas y brótula, tienen una distribución latitudinal que las localiza preferentemente al sur de los 45° de latitud sur (**Figura 35**).

5.4.2 Parámetros comunitarios

La identificación de asociaciones faunísticas en la zona se llevó a cabo por medio de técnicas multivariadas: análisis de clasificación por conglomerados (*cluster analysis*) y de ordenación (*NMDS*). Ambas técnicas trabajan con una matriz de abundancia relativa de las especies más representativas, en términos de la ocurrencia de éstas en los cruceros efectuados desde el año 2000 al 2015 (**Tabla 24**). Los análisis consideran agrupación por: cruceros, cruceros-subzonas y cruceros- veril de profundidad.

a) Cruceros

El análisis de clasificación identifica tres grupos con similitud superior a 60% (**Figura 36**). El grupo 1 reúne los cruceros efectuados en los años 2004-2005, 2008 a 2011 y 2013 a 2017. El grupo 2 agrupa los cruceros realizados durante los años 2000 a 2002 y los efectuados en 2007 y 2012, mientras que el grupo 3 contiene el crucero realizado durante el año 2003 (**Figura 36**). El análisis de ordenación da muestra de la equivalencia en la formación de estos grupos, al mismo tiempo que se observa el alto grado de similitud que existe entre las diferentes entidades (**Figura 37a**). Desde el punto de vista de la fauna asociada, se tiene que los grupos 1 y 2 están caracterizados por peces. Merluza del sur y merluza de cola tienen presencia significativa en el grupo 2, mientras que en el grupo 1 toman



importancia otros peces como la reineta y jurel, además, de la presencia de jibia. En el grupo 3 estas especies aunque están presentes, no tuvieron una presencia significativa (**Figura 37b**).

b) Cruceros-Subzonas

El análisis por clasificación identifica tres grupos con niveles de similitud superiores a 60%. Los grupos 2 y 3 son similares en su distribución espacial, ya que se localizan en toda la zona de estudio desde 43°30'S hasta 47°00'S (**Figura 38**). El grupo 3, el de menor tamaño, presenta una distribución espacial acotada al extremo sur del área de estudio entre 45°30'S a 47°00'S, lo que espacialmente coincide con la subzona 3 (Taitao) (**Figura 3**). El análisis de ordenación muestra la equivalencia en la formación de los tres conglomerados, respecto de su continuidad espacial y niveles de similitud (**Figura 39a**). La fauna que da la estructura comunitaria a los grupos 1 y 2, está caracterizada por tener incidencia significativa de especies como reineta, congrio dorado, cojinobas y jibia, mientras que en el grupo 3 merluza de cola y merluza del sur son significativas, respecto de las otras especies (**Figura 39b**).

c) Cruceros-Veril

El análisis de clasificación identifica tres grupos con niveles similitud superior a 50%. La distribución batimétrica de los grupos, indica que los grupos 1 y 2 se ubican en los veriles de 200 m hasta profundidades mayores de 400 m, mientras que el grupo 3 se ubica en profundidades superiores a 400 m (**Figura 40**). El resultado gráfico del análisis de ordenación permite visualizar de mejor manera el nivel de similitud que existe entre los grupos (**Figura 41a**). La composición faunística que caracteriza a los distintos conglomerados muestra que las especies se localizan en todo el rango de profundidad comprendido en el estudio. Sin embargo, se pueden identificar dos grupos de especies: el primero se localiza, con mayor frecuencia, a profundidades mayores de 200 m y se caracteriza por especies como merluza del sur, merluza de cola, congrio dorado y brótula, y un segundo grupo que lo componen especies que se asocian más a profundidades que están en torno a los 200 m e inferiores, como: reineta y jibia (**Figura 41b**).

5.5 Objetivo específico 2.5

Caracterizar la composición alimentaria de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en el área de estudio. **Sección Merluza de cola.**

De los 348 estómagos estudiados, 67 presentaron algún tipo de contenido, y 281 estómagos vacíos. La merluza de cola presentó una baja distribución de estómagos con contenido. (**Figura 42**).

Comentado [sl1]: no cuadra los numeros

5.5.1 Contenido estomacal

a) Alimentación de *Macruronus magellanicus*



La merluza de cola presentó una dieta basada en 5 especies presas, siendo el principal taxón presa mictófidios indeterminados, con un 85,61% de PSIRI (**Figura 43**). Los eufásidos le siguen en orden de importancia 14,34 %PSIRI. En términos de Número, Peso y Frecuencia, los mictófidios fueron la presa de mayor importancia superando el >70%.

5.5.2 Análisis de la alimentación de *Macruronus magellanicus* por isótopos estables

En relación con las concentraciones de la estabilidad isotópica de los predadores estudiados en este proyecto, mostró que la merluza austral presentó valores de $\delta^{13}\text{C}$ -16.92 ± 3.24 y de $\delta^{15}\text{N}$ 18.96 ± 1.36 . En tanto la merluza de cola $\delta^{13}\text{C}$ -15.10 ± 1.07 y de $\delta^{15}\text{N}$ 17.31 ± 1.61 y la merluza de tres aletas $\delta^{13}\text{C}$ -17.84 ± 2.46 y de $\delta^{15}\text{N}$ 14.35 ± 3.23 . La **Figura 44** muestra cómo se distribuyeron todas las presas y predadores para el ecosistema de aguas exteriores, así se diferencia a la merluza austral (MAU) como el depredador de este ecosistema, que puede alimentarse en toda la columna de agua. En tanto la merluza de cola (MCO) se presentó como un predador que se alimenta principalmente en aguas meso pelágicas y superficiales. Por otro lado, la merluza de tres aletas (MTA) da cuenta que es un predador que se alimenta en la superficie y también meso pelágicamente. En cuanto al hábitat inferido por SIA, el "biplot" (**Figura 45**), mostró que la merluza de tres aletas presenta una conducta bento-pelágica, debido amplitud de $\delta^{13}\text{C}$ ($\sim 17 - 20$), en tanto la merluza cola y del sur presentaron un tipo de comportamiento bento-demersal. Los sexos de las tres especies no presentaron ningún tipo de diferenciación isotópica ($p > 0,05$), por lo que se infiere una alimentación similar.

5.5.3 Dieta *Macruronus magellanicus*

La dieta de la merluza de cola fue dominada por los MYC y EUF con 55,4% y 44,6% de contribución dietaria. Los dos grupos de tallas, < 60 cm y > 60 cm, presentaron valores similares en el porcentaje de contribución, así para el Grupo 1, MYC contribuyó a la dieta en un 84,4%, mientras que EUF en un 15,8%. En tanto el Grupo de talla 2 y 3, presentó a MYC por sobre el 90% (**Figura 44**). Al comprar los tamaños en merluza de cola el análisis de PERMANOVA no mostró diferenciación dietaria ($F=1,337$; $P=0,25$), corroborado por el análisis vertebral, el cual indicó que no existe una diferenciación ontogenética (**Figura 46**)

5.6 Objetivo específico 6.

Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registradas acústicamente en el área de estudio. Sección merluza de cola.

5.6.1 Resultados generales descriptivos

Se procesó y analizó un total de 310 agregaciones de merluza de cola y merluza del sur en su conjunto. Esta información proviene de las transectas de prospección acústica del crucero de agosto de 2017. La **Tabla 25** entrega los estadísticos estimados de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones registradas durante el crucero.



5.6.1.1 Descriptores morfológicos

Los resultados de los descriptores de forma de las agregaciones registradas en el área de estudio (**Tabla 25**) muestran, al igual que en estudios previos, una fuerte variabilidad que se expresa en coeficientes de variación superiores al 100% en todos los descriptores con la excepción de la dimensión fractal que presenta la menor variabilidad con un 10%. El largo medio de las agregaciones fue de 1.580 m comprendido en el rango 15 a 17.285 m (CV = 1,37) y una altura media de 18,23 m con un CV = 1,33%, lo que se ve reflejado en un valor de área media de 51.181 m² (CV = 3,6%)

5.6.1.2 Descriptores batimétricos

La profundidad media en que se ubicaron las agregaciones fue de 240 m (CV = 0,37), distribuyéndose en la columna de agua entre los 95 y 482 m de profundidad. La profundidad del fondo varió entre 112 y 996 m, con promedio en 363 m (CV= 0,48). El descriptor Índice de altura, que permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo registró en promedio un 27,4% (CV = 0,73), variando la distancia de las agregaciones al fondo entre un 0,2% y 86,2% de la profundidad del fondo, siendo los valores más altos asociados a los mayores rangos batimétricos (**Tabla 25**).

5.6.1.3 Descriptores de energía

Estos indicadores presentan una alta variabilidad expresados en coeficientes de variación superiores a 1. Los valores de NASC de las agregaciones fluctuaron entre 100 y 108.722 m²/mn² con un valor medio de 2.569 m²/mn² (CV=3,42), mientras que la densidad acústica obtenida como una medida de estandarización de la energía retrodispersada de las agregaciones respecto a su área, varió entre 1,5 y 140.7 con un promedio de 10,7 NASC*100/m² (CV=1,53) (**Tabla 25**).

5.6.2 Resultados de los descriptores según zonas y cañones.

a) Zona de cañones

Los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos y CV de los descriptores para las 310 agregaciones detectadas y separadas por "zona dentro de cañones" y "zona fuera de cañones" se entrega en la **Tabla 26**. En la **Figura 47** se entregan el valor promedio y desviación estándar de los estimadores. Los valores medios de los descriptores morfológicos son todos mayores en la zona dentro de cañones a excepción del alto de las agregaciones. Los batimétricos mantienen este comportamiento de ser mayores en zona dentro de cañones excepto el índice de altura, mientras que el NASC es mayor en esta zona y la densidad es mayor en la zona fuera de cañones.



La **Tabla 27** entrega los resultados de la Andeva al desagregar las agregaciones según su ubicación en “zona dentro de cañones” y “zona fuera de cañones”. Dentro de los descriptores morfológicos las variables alto, perímetro y dimensión fractal presentan diferencias significativas dentro y fuera de los cañones rechazando la hipótesis de igualdad. En el caso de los batimétricos la profundidad de la agregación y la del fondo rechazan la hipótesis de igualdad, mientras que el descriptor índice de altura acepta H_0 . Por otro lado, ambos descriptores de energía aceptan H_0 , lo que significa que no presentan diferencias significativas dentro y fuera de los cañones. El valor promedio de energía retrodispersada fue mayor en la zona dentro de cañones (4.134 vs 1.959 NASC), no obstante, el test indicó la aceptación de la H_0 lo que se explica por la alta variabilidad en los valores registrados (**Figura 47**).

Los resultados obtenidos al analizar las agregaciones registradas en los cañones 1, 2 y 3, respectivamente, se presentan en la **Tabla 28** y **Figura 48**. La resultante de comparar los valores por cañón se entrega en la **Tabla 29** de ésta se desprende que todos los descriptores morfológicos no presentan diferencias significativas entre cañones, mientras que las variables batimétricas sí presentan diferencias significativas, ubicándose las agregaciones a mayor profundidad promedio en el cañón 2. La mayor profundidad del cañón 1 y el hecho que las agregaciones tienden a mantenerse dentro de un rango batimétrico, hace que el índice de altura alcance en este cañón su mayor valor (**Figura 48**). En relación con los descriptores de energía ambos aceptan la hipótesis de igualdad, lo que significa que entre cañones no hay diferencias significativas de estos descriptores. No obstante lo anterior el mayor número de agregaciones se observa en el cañón 1, lugar donde se registran los mayores valores medios de los descriptores a excepción de la profundidad de la agregación y la densidad (mayores en el cañón 2).

b) Sub-división latitudinal

El análisis latitudinal aplicado históricamente en el área de estudio consta de tres subzonas y en cada una de ellas se encuentra un cañón, siendo respectivos en la numeración.

Zona	Límite latitudinal
1	42°00' S - 44°29' S
2	44°30' S - 45°29' S
3	45°30' S - 47°29' S

Los resultados de los estadísticos de los descriptores para las agregaciones detectadas y separadas por zonas se entregan en la **Tabla 30** y **Figura 49**, destacando la alta variabilidad observada en cada una de las zonas, principalmente en los descriptores perímetro, área y NASC. El análisis de ANDEVA estableció que solo la variable área acepta la hipótesis de igualdad lo que indica que este descriptor no presenta diferencias significativas entre zonas (**Tabla 31**).



c) Sub-división según profundidad del fondo

La **Tabla 32** contiene los estadísticos de los descriptores para las agregaciones detectadas según rango de fondo. El análisis de varianza (**Tabla 33**) muestra que los descriptores perímetro, dimensión fractal, profundidad de la agregación, fondo, índice de altura y densidad presentaron diferencias significativas entre rangos de fondo, aunque se debe indicar que aquellas estadísticamente similares como el largo, área y NASC, presentan una variabilidad que las hace poco informativas (**Figura 50**).

5.6.3 Análisis de componentes principales (ACP)

Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, para determinar el grado de asociación entre los distintos descriptores. La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 34** en donde se aprecia que las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables área-NASC ($r=0,798$), largo-área ($r=0,792$), largo-NASC ($r=0,754$), fondo-índice altura ($r=0,698$) y alto-área ($r=0,685$).

Luego de una aplicación exploratoria del ACP, donde se combinaron diferentes variables originales como activas, se logró una combinación que califica como meritoria según la medida de suficiencia de muestreo (MSA) y con una buena explicación de la varianza. Esto se logró con la exclusión de las variables elongación y densidad, las cuales no presentaron buenas correlaciones con el resto de los descriptores, ya que su mayor asociación fue con dimensión fractal ($r=-0,46$) y elongación ($r=-0,232$), respectivamente. La nueva combinación alcanzó un valor del índice de Kaiser ($KMO = 0,53$) y un 75,9% de explicación de la variabilidad.

De acuerdo con el criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), se seleccionaron los tres primeros componentes que cumplen tal condición, los cuales explicaron en conjunto el 75,9% de la variabilidad total. La **Tabla 35** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los nueve componentes. La **Tabla 36** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales.

El primer componente, denominado morfométrico, presenta un valor propio de 3,528 que explica el 39,2% de la variabilidad total y que asocia principalmente ($>0,75$) a las agregaciones de mayor tamaño con valores mayores de área, NASC, largo y alto. El segundo componente principal con valor propio igual a 2,126 el cual explica el 23,6% de la variabilidad, denominado componente energético, asocia con mejor correlación ($> 0,56$) al descriptor profundidad del fondo con profundidad de agregación, índice de altura y dimensión fractal. El tercer componente principal con valor propio 1,175 y el 13,1% de explicación de la variabilidad total, presenta una baja correlación en casi todos los descriptores ($< 0,6$) siendo el descriptor batimétrico índice de altura el de mayor correlación ($-0,634$).



En la **Figura 51** se muestra a los dos componentes principales. Las agregaciones asociadas al componente 1 presentan la característica de tener un valor alto de área, asociado a valores mayores del largo, de la energía retrodispersada (NASC) y del alto y que se ubican en sectores poco profundos y relativamente cercanos a este. El segundo componente presenta como característica agrupaciones con contorno suave ubicadas en zonas de mayor profundidad y más alejadas del fondo, con niveles de área menores y bajo valores de NASC.



6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados provenientes del análisis de los datos obtenidos durante el crucero de prospección realizado en agosto de 2017 a bordo del AGS 61 “Cabo de Hornos”, indican que en términos generales el stock de merluza de cola presente en el área y período de estudio presentó una estructura demográfica dominada por la fracción juvenil del stock.

Respecto de la abundancia, la serie total tiene dos tendencias claras, desde 1992 a 2005 con tendencia negativa y con el mínimo histórico en 2005 y otro a partir del 2007 al 2017. El alto valor de la abundancia de merluza de cola registrado en el presente estudio, en relación con años anteriores, no coincide con la misma tendencia en las biomásas, y se explica debido al aumento de individuos juveniles presentes este año, fenómeno que se visualiza desde el año 2008, aunque de forma más moderada (**Figura 52**). Destaca en el 2017 una abundancia con valor máximo centrado en 32 cm, entorno a los 180 millones de individuos.

En lo referente a su distribución espacial, merluza de cola estuvo presente en el ~80% del total de millas prospectadas, con las mayores concentraciones asociadas a las zonas de los cañones, localizándose su centro de gravedad en la latitud 44°52'S. Cabe destacar el desplazamiento latitudinal de 20 mn hacia el sur respecto del período anterior, aunque manteniendo los valores de inercia en ~0,9°, siendo probable que las variaciones observadas en el centro de gravedad, sean de ocurrencia normal dentro de la dinámica espacial de este recurso. También presentó una amplia distribución batimétrica, los ejemplares juveniles se localizaron desde los 100 a 500 metros de profundidad, sin que se detectara algún gradiente de tallas en relación con la profundidad. Esta condición de individuos de tallas mayores observados a mayores profundidades, e individuos de tallas menores en aguas más someras, es una característica de la especie descrita en años previos (Lillo et al., 2010). Un elemento que puede haber ayudado a esta estratificación de tallas por profundidad, es la presencia en los últimos cuatro años de una capa superficial de temperatura de 10°C. Esta agua que en el año 2013 se extendió desde el límite norte de la zona de estudio hasta los 44°15'S y hasta los 60 m de profundidad, en los años siguientes se fue extendiendo latitudinal como batimétricamente, llegando a los 45°45'S y ~100 m en 2014, para expandirse el 2016 hasta los 47°S y 100 m, situación que se mantuvo el 2017 pero su profundidad se extendió hasta los 200 m. Este escenario pudo haber provocado un aumento en el rango batimétrico de la merluza de cola, especialmente de la fracción juvenil.

En lo que respecta a los aspectos reproductivos, el análisis de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola mostró que, de acuerdo con la longitud total, la separación de hembras inmaduras de las hembras en maduración y maduras comienza a partir del grupo de longitud 60-69 cm. El análisis de los índices de actividad reproductiva indicó que el período de desove coincidió con el período de muestreo, como ya se ha registrado en años anteriores. La mayor abundancia de hembras maduras se encontró entre el 12 y el 14 de agosto, lo que coincide con el mayor valor de IGS (12,7). Luego de este período el valor del IGS disminuye a la mitad (5,1) influenciado por una gran presencia de



hembras inmaduras en la zona de desove. La regularidad que presenta esta especie en cuanto a la temporalidad del desove se ha relacionado al comportamiento observado en otras especies de peces de latitudes altas, de aguas templadas, que se caracterizan por tener un desove acotado de dos a tres semanas de duración, como es el caso de *Clupea harengus* del Mar del Norte (Cushing, 1975), *Scomber scombrus* (Morse, 1980).

En merluza de cola la talla media de madurez sexual estimada, fue igual a 49,6 cm LT, al ser relacionado este valor a un rango de longitudes, no permite determinar una clase de tallas que sea representativa exclusivamente de hembras maduras, ya que se pudo observar, al igual que en estudios anteriores, la presencia de hembras inmaduras hasta el grupo de longitud 60-69 cm. Al respecto se puede argumentar la influencia que tendrían las hembras adultas que no desovan en cada temporada, pero que de todas formas se agrupan en el área de desove, este fenómeno se ha descrito en la merluza de cola de Nueva Zelanda (Livingston *et al.*, 1997), en el bacalao del Atlántico, *Gadus morhua* (Rideout *et al.*, 2000), en merluza del Atlántico *Merluccius hubbsi* (Macchi *et al.*, 2016), entre otras especies. La presencia de hembras con gónadas de apariencia inmaduras, pero que al analizar su contenido se encuentra lo que parece ser restos de desove de una temporada de puesta pasada, dificultan la determinación de la talla media de madurez sexual. Es por esto que este análisis se realiza con base en la observación microscópica y con el apoyo del método histológico, lo que permite diferenciar la clasificación de madurez con mayor certeza. Respecto a la estimación de la edad media de madurez sexual, este año se estimó en 3,7 años.

El valor estimado de fecundidad se encuentra dentro del rango de variabilidad que ha presentado la fecundidad de la muestra total en los últimos años

El espectro trófico de *Macruronus magellanicus*, para la época y zona comprendida en este estudio, difiere de los estudios publicados para el Atlántico suroccidental, principalmente con lo relacionado a la presencia e importancia de los peces mictófidos, no así con los eufáusidos (Brickle *et al.* 2009, Sánchez y Prenski 1966). Otros estudios de alimentación de la merluza de cola realizados en Chile, indican la importancia de los restos de peces y crustáceos (Meléndez *et al.* 2008, 2009, Lillo *et al.*, 2010, Lillo *et al.*, 2016). Sin embargo, los resultados del presente informe nos permite señalar que la alimentación de la merluza de cola estaría dirigida a pequeños crustáceos pelágicos, como también a otros pequeños peces como mictófidos principalmente, además de otros pequeños meso y epipelágicos como el sternoptichido *Maurolicus parvipinnis* y el alepocephalidae *Talismania aphos*. Del mismo modo, en la merluza de cola se puede evidenciar un cierto cambio de dieta desde basada en crustáceos, en tallas menores, a aquella compuesta por pequeños peces meso y epipelágicos en tallas mayores. Esto también se evidencia en los estratos de profundidad, donde en profundidades mayores depreda en mayor proporción a peces en comparación con la alimentación superficial dirigida a los crustáceos. Sin embargo, las estimaciones de la dieta efectuada durante el período reproductivo difieren de lo observado fuera de este período, cuando la dieta presenta un alto nivel de canibalismo especialmente en los individuos de mayor talla (Cubillos *et al.*, 1998, Neira *et al.*, 2015).



En el área de estudio se mantiene una condición homogénea de la estructura comunitaria estudiada. La presencia continua de merluza de cola y merluza del sur en el área, las ubica como las especies principales y dominantes en la comunidad de especies presente en la zona. Otras especies como reineta, congrio dorado, cojinobas (Fam. Centrolophidae), merluza de tres aletas y jibia, mantienen una recurrencia temporal y espacial en la zona, pero que en la mayoría de los casos tienen baja representación en el aporte a la captura. La distribución espacial histórica de estas especies, muestra un patrón de distribución latitudinal continuo (43°S a 47°S) y batimetría (200 m hasta profundidades mayores de 400 m). Esto mantiene una condición de estabilidad respecto de la composición de fauna en la zona, lo cual ya ha sido reportado en evaluaciones anteriores.

Los resultados obtenidos a partir de los análisis de clasificación y ordenación, muestran que en la zona de estudio no hay cambios importantes, respecto de la estructura de fauna. Esto, tendría como sustento los valores de similitud que se obtienen a partir de estos análisis. Estos valores de similitud, están determinados por el dominio de algunas especies en la zona, en especial, merluza de cola y merluza del sur, y la recurrencia de otras especies. Esto se ha mantenido casi sin alteración en la zona de estudio, situación que también se observa en otras zonas como la Atlántico sur occidental y Chatham rise y zona oeste de la isla sur de Nueva Zelanda. Por otro lado, los altos valores de similitud, junto al dominio casi exclusivo de dos especies, dan pie al hecho de que la fauna presente en la zona se podría considerar como monoespecífica, lo que ha sido reportado para otros estudios similares dentro de la zona (Queirolo *et al.*, 2008).



7. CONCLUSIONES

1. La abundancia de la merluza de cola se estimó en 958.744.916 individuos de los cuales 431.837.479 correspondieron a machos (45%) y 526.907.437 a hembras (55%) mediante el estimador geoestadístico. La fracción desovante del stock, estimada a partir de la ojiva de madurez microscópica para hembras, alcanzó una abundancia de 177.942.327 ejemplares que representó el 18,6% de la abundancia total, conformada por 116.353.379 hembras y 61.588.949 machos.
2. La biomasa total de merluza de cola se estimó en 326.074 toneladas con un intervalo de confianza ($\alpha=5\%$) entre 316.588 y 335.560 t mediante el estimador Bootstrap; y de 289.935 t con un intervalo de confianza entre 236.222 y 286.000 t por el estimador geoestadístico. La biomasa desovante de 178.976 t provino del aporte de 139.885 t de hembras y 61.589 t de machos. La fracción desovante del stock se presentó bajo los valores observados en la última década, cuando este indicador se ubicaba en promedio en el 40% del total del stock estimado.
3. La distribución del recurso presentó su centro de gravedad en los 44°52'S, con una inercia de 0,92° y un índice de concentración o de Gini de 0,55 lo cual refleja el comportamiento de amplia distribución.
4. La estructura de talla presentó una distribución donde destaca una moda principal compuesta por individuos juveniles del rango de 24 a 49 cm de longitud total. La estructura de edades en base a la observación de otolitos, muestra una composición sostenida por ejemplares desde 2 a los 15 años con la abundancia total sostenida mayoritariamente (88%) por cinco clases que comprenden los GE II a IV, con moda en el GE II. La edad media de madurez se estimó para ambos sexos en el grupo de edad IV.
5. El análisis de los índices utilizados para cuantificar la actividad reproductiva, señalan que se mantiene la regularidad del desove durante agosto, lo que es coincidente con la fecha de inicio del crucero de prospección. El índice gonadosomático alcanzó un valor promedio de 3,8 con valores individuales extremos de 0,1 y 17,1. Los peces con gónadas inmaduras alcanzaron un IGS promedio de 0,4, en cambio en peces sexualmente maduros este índice aumentó a 13,7.
6. La estimación de la talla media de madurez fue de 49,6 cm LT, con límites de confianza de 95% de 49,2 y 50,1 cm. En términos del grupo de edad, la estimación de la edad media de madurez fue de 3,7 años.
7. En la merluza de cola la fecundidad promedio fue de 786.460 ± 497.346 ovocitos y la fecundidad relativa fue igual a 662 ± 141 ovocitos. La fecundidad media del total de la muestra fue 296.672 ± 144.149 .

Comentado [sl2]: Valores estimados por SLV



8. La captura obtenida en los lances de pesca de identificación estuvo compuesta por 11 especies, de peces. El área de estudio mantiene una condición de estabilidad, respecto de la fauna que da estructura a las comunidades presentes en la zona. Se destaca la presencia continua de merluza del sur y merluza de cola como principales componentes de estas comunidades, seguidas en importancia por: reineta, congrio dorado, cojinobas (Fam. Centrolophidae) y merluza de tres aletas.
9. La alimentación de merluza de cola se basó principalmente mictófidios y peces mesopelágicos, mostrando una conducta trófica eurífaga, no existiendo diferencias de la alimentación para los distintos tamaños estudiados. El análisis de isótopos estables confirma que la merluza de cola es un depredador generalista y que se alimenta en toda la columna de agua.



8. REFERENCIAS

- Aguayo, M., I. Payá, C. Vera, V. Ojeda, I. Céspedes y J. Donoso. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Pesquerías demersales "peces" zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (SGI-IFOP 91/6). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 83 p. + 60 tablas.
- Aguayo, M., R. Céspedes, L. Arias, I. Payá, E. Figueroa, V. Ojeda, L. Adasme y L. Muñoz. 1994. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales "peces" zona sur austral - 1993. Estado de situación y perspectivas del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (SGI IFOP 94/3). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 50 págs.
- Aguayo, M., R. Céspedes, F. Balbontín, R. Bravo, V. Catasti, P. Gálvez, y L. Adasme. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Informe final proyecto FIP 99-15.
- Arancibia, H., Neira S., Barros M., Gatica C., Zúñiga M. J., Alarcón R., Acuña E. 2010. Formulación e implementación de un enfoque multiespecífico de evaluación de stock en recursos demersales de la zona sur austral – Fase I. Informe Final Proyecto FIP 2008-23. Universidad de Concepción / Instituto de Investigación Pesquera VIII Región S.A., 301 p. + Anexos
- Balbontín, F. y R. Bravo. 2001. Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola. En: Informe Final Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Informe Técnico para el Instituto de Fomento Pesquero, 45 págs.
- Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. ICES. C: M. 1990/B:21.
- Bradru, D., y Y. Mundlak. 1970. Estimation in lognormal linear models. J. Am. Stat. Assoc. 65(329): 198-211.
- Bray, J.R., y J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern. Wisconsin. Ecol. Monogr. 27:325-349.
- Brickle, P., A. I. Arkhipkin, V. Laptikhovsky, A. Stocks and A. Taylor. 2009. Resource partitioning by two large planktivorous fishes *Micromesistius australis* and *Macrurus magellanicus* in the Southwest Atlantic. Estuarine, Coastal and Shelf Science 84: 91-48.



- Brown-Peterson, N.J., D. M. Wyanski, F. Saborido-Rey, B.J. Macewicz, y S.K. Lowerre-Barbieri. 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem science* [online serial] 3:52-70.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 1994. *Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 144 págs.
- Clifford, H.T. y W. Stephenson. 1975. *An introduction to numerical classification*. Academic Press, Inc., London, 229 págs.
- Cohen, D. M., T. Inada, T. Iwamoto y N. Scialabba. 1990. Gadiform fishes of the world (order Gadiformes). An annotated g 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.
- Córdova, J., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, P. Rojas, A. Saavedra. M. Barbieri, y J. Saavedra. 2006. Evaluación del Stock desovante de merluza del sur y merluza de cola. Zona Sur Austral, 2005. Informe proyecto FIP 2005-04. <http://www.fip.cl/proyectos.html>.
- Cressie, N. A. C. 1991. *Statistics for spatial data*. John Wiley and Sons, New York. 900pp.
- Chong, J. 2000. Ciclo de maduración ovárica, fecundidad y talla de madurez en *Macrurus magellanicus* (Lonnberg, 1907) de la zona sur de Chile. *Biol. Pesquera* 28: 3-13.
- Cubillos, L., A. Hernández, L. Vilugrón, L. Miranda, R. Alarcón, C. Pino, A. Sepúlveda, G. Vásquez. 1998. Estudio biológico-pesquero de merluza de cola en el área de distribución de la pesquería pelágica centro-sur. Informe final Proyecto FIP 1996-19. 176 pp.
- Cushing, D.H. 1975. *Marine Ecology and Fisheries*. Cambridge University Press, Londres, 278 pp.
- Demer, D.A., Berger, L., Bernasconi, M., Bethke, E., Boswell, K., Chu, D., Domokos, R. 2015. Calibration of acoustic instruments. *ICES Cooperative Research Report No. 326*. 133 pp.
- De Robertis, A., y K. Williams. 2008. Weight-length relationships in fisheries studies: the standard allometric model should be applied with caution. *Trans. Am. Fish. Soc.* 137:707-719.
- Dunford, A. 2005. Correcting echo-integration data for transducer motion (L), *J Acoust. Soc. Am.* 118 (4) 2121-2123
- Ernst, B., G. Aedo, R. Roa, L. Cubillos, P. Rubilar, A. Zuleta, L. Castro y M. Landaeta. 2006. Evaluación del reclutamiento de merluza de cola entre la V y X regiones: Revisión metodológica". Informe final FIP 2004-12. <http://FIP.cl/proyectos.html>.



- Flores, H. & Smith, A. (2010). Biología reproductiva de *Graus nigra* (Perciformes, Kyphosidae) en las costas del norte de Chile. *Revista de Biología Marina & Oceanografía*, 45(1), 659-670.
- Freón, P., F. Gerlotto, O. M. Soria, 1996. Diel variability of school structure with special reference to transition periods. *ICES. Journal of Marine Science*, 53: 459-464.
- Galleguillos R., R. Montoya, L. Troncoso, M. Oliva C. Oyarzún. 1999. Identificación de unidades de stock en el recurso merluza de cola en el área de distribución de la pesquería. Informe Final. Proyecto FIP 1996-30. U. de Concepción, Fac. Ciencias Naturales y Oceanográficas. 81 pp.
- Giussi, A. R., 2002. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2001. Inf. Téc. INIDEP N° 01/02, 7 pp.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tathan, R. L. y W. C. Black (1999). *Análisis Multivariante*. Madrid. Prentice Hall. (5° edición).
- Hayes, D. B., J. K. T. Brodziak, y J. B. O'Gorman. 1995. Efficiency and bias of estimators and sampling designs for determining length-weight relationships of fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 84-92.
- Hunter, J.R., N.H. Lo y R. Leong. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. En: R. Lasker (Ed) *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, Engraulis mordax*. NOAA Technical Report, NMFS 36: 67-77.
- Hussey, N. E., MacNeil, M. A. y Fisk, A. T. 2010. The requirement for accurate diet-tissue discrimination factors for interpreting stable isotopes in sharks. *Hydrobiologia*, 654(1), 1-5.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis – A review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.
- Isaaks, E. H. y R. M. Srivastava. 1989. *Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York, 560pp.
- Journel, A. G y Huijbregts. 1978. *Mining Geoestistics*. Academic Press, New York. 600pp.
- Kalikhman, I. 2002. Patchy distribution fields: sampling distance unit and reconstruction adequacy. *ICES Journal of Mar. Science*, 58: 1184-1194.
- Kimura, D. 1977. Statistical assessment of the age - length key. *J. Fish. Res. Board of Can.* 34 : 317 - 324.
- Kim S, Casper D, Galvan-Magaña F, Ochoa-Díaz, Hernández-Aguilar S & Koch P. 2011. Carbon and nitrogen discrimination factors for elasmobranch soft tissues based on a long-term controlled feeding study. *Environmental Biology of Fishes* 95: 37-52



- Lillo, S., J. Córdova y A. Paillamán. 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES. J. of Mar. Sci. 53(2): 267-271.
- Lillo, S., M. Espejo, M. Rojas, M.A. Barbieri, J. Castillo, V. Ojeda, F. Cerna, R. Céspedes, L. Adasme, H. Miranda, C. Bravo, F. Balbontín, M. Acevedo, L. Rodríguez, M. Braun, V. Valenzuela, H. Miles, J.L. Blanco, J. Letelier y J. Osses. 1997. Evaluación directa del stock desovante de merluza del sur en la zona sur-austral. Informe final FIP 1996-38. 203 pags.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda & R. Vega. 2000. Evaluación directa de merluza de cola en la zona centrosur, 1999. Inf. Téc. FIP-IT/99-06: 55 pp.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, M. Aguayo, L. Adasme y A. Saavedra. 2001. Evaluación acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Informe proyecto FIP 2000-14. <http://www.fip.cl/proyectos.html>.
- Lillo, S., M. A. Barbieri, M. Espejo, J. Castillo, H. Miranda, J. Córdova, A. Saavedra, M. Rojas, C. Cancino, F. Flores, H. Reyes. 2005. Estimaciones in situ de la fuerza de blanco (TS) de merluza del sur y merluza de cola. Informe IFOP/FIP 2003-34 <http://www.fip.cl/proyectos.html>
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Adasme, F. Balbontín, M. Rojas y A. Saavedra. 2008. Evaluación del stock desovante de merluza de cola en aguas exteriores, año 2007. Informe FIP 2007-13. <http://www.fip.cl/proyectos.html>.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, L. Adasme, M. San Martín, F. Balbontín, R. Bravo, R. Meléndez y A. Saavedra. 2010. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2009. Informe Final Corregido. FIP 2009-10. Ejecutor IFOP Requiriente SUBPESCA. <http://www.fip.cl/proyectos.html>.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, E. Molina, R. Meléndez y A. Saavedra. 2012. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2011. Pesca de Investigación SubPesca-IFOP. Informe FIP 2011-04 <http://www.fip.cl/proyectos.html>.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, R. Meléndez, A. Saavedra. 2013. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, aguas exteriores, año 2012. Informe final. FIP 2012-07.



- Lillo S., J. Legua, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, E. Molina, S. López y B. Leiva. 2017. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe Final. Convenio de Desempeño 2016 Ejecutor: IFOP.
- Livingston, M E, M. Vignaux y KA Schofield. 1997. Estimating the annual proportion of nonspawning adults in New Zealand hoki, *Macruronus novaezelandiae*. U. S. Fish. Bull. 95: 99-113.
- McCullagh, P. y J. A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. London: Chapman and Hall, 511 págs.
- Matheron, G. 1971. The theory of regionalized variables and its applications. Technical reports C-5, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Centre de Geoestatistique et de Morphologie Mathématique, Fontaine bleau (F). 211 p.
- Medina, M. y L. Herrera. 2012. Determinación de la composición trófica de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, entre septiembre y diciembre de 2011. Informe técnico 41 págs.
- Meléndez, R., Klarian, S. y Armijo, S. 2008. Analisis de los contenidos estomacales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus* Lönnberg) provenientes de aguas exteriores de la XI Región de Chile (2008). Informe final presentado al Instituto de Fomento Pesquero.
- Meléndez, R. Lopez, S y F Burgos. 2009. Análisis de los contenidos estomacales de la merluza del sur (*Merluccius australis* (Hutton)) y de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus* Lönnberg) provenientes de aguas exteriores de la XI Región de Chile (Agosto 2010). Informe final presentado al Instituto de Fomento Pesquero.
- Mitson, R.B. (Ed.), 1995. Underwater Noise of Research Vessels: Review and Recommendations. ICES Coop. Res. Rep. No. 209, 61.
- Morse, W.W. 1980. Spawning and fecundity of Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* in the Middle Atlantic Bight. Fishery Bulletin 78 (1): 103-108.
- Neira S., Arancibia H., Alarcón R., Castro L., Cubillos L., Lillo S, Barros M. 2015. Informe Final Proyecto FIP 2013-27 "Estimación de índices de reclutamiento para merluza del sur y merluza de cola en la zona sur y austral de Chile". Universidad de Concepción, 241 pp.
- Newsome SD, del Rio Frontiers in Ecology CM, 2007 A niche for isotopic ecology. Wiley Online Library DOI: 10.1890/060150.01



- Niklitschek, E. J., D. Secor, P. Toledo, X. Valenzuela, L. Cubillos y A. Zuleta. 2014. Nursery systems for Patagonian grenadier off Western Patagonia: large inner sea or narrow continental shelf? – ICES Journal of Marine Science 71: 374–390.
- Ojeda, F.P. 1981. Estructura comunitaria de peces demersales en el extremo austral de Chile: Explicación ecológica de patrones latitudinales, batimétricos y de simpatria. Tesis. Universidad de Chile. 91 págs.
- 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., L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2014. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas. En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2013. Actividad Demersal. Reg. 2014-I-11. SEC- IFOP.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993. Plancton marino de Aguas Chilenas. Ediciones Universitarias, Valparaíso, 151 p.
- Parnell A y Jackson A. 2011. Siar. Stable Isotope Analysis in R. R package version 4.1.1. Available at: <http://CRAN.R-project.org/package=siar>.
- Parnell A, Inger R, Bearhop S y Jackson A. 2012. Source partitioning using stable isotopes: coping with too much variation. PLoS ONE 5: e9672
- Petitgas, P. 1991. Contributions géostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 p.
- Picquelle, S. y G. Stauffer. 1985. Parameter estimation for an egg production method of Northern anchovy biomass assessment. NOAA. Tech. Rep. NMFS 36.
- Pienaar L. y W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.
- Pinkas, L. M. Olphant y I. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish and game. Fish Bull., 152: 105 p.



- Queirolo D., V. Zamora, C. Hurtado, I. Montenegro, T. Melo, J. Merino, E. Gaete, y R. Escobar. 2008. Caracterización de agregaciones de merluza de cola (*Macrurus magellanicus*) en la zona centro-sur de Chile. LAJAR, 36 (2), 259-269.
- R Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Renard, D., Bez, N., Desassis, N., and Beucher, H., RGeostats: The Geostatistical package 10.0.8. MINES ParisTech. Free download from: <http://cg.ensmp.fr/rgeostats>, 2014.
- Rencher, A. 1995. Methods of multivariate analysis. New York. Wiley. 627 p.
- Retamal, M. 2000. Catálogo multimedia de los crustáceos decápodos de Chile. World Biodiversity Data Base ETI series.
- Ricker W., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can., N° 119.
- Rideout, RM, MPM Burton y GA Rose. 2000. Observations on mass atresia and skipped spawning in northern Atlantic cod, from Smith Sound, Newfoundland. Journal of Fish Biology 57: 1429–1440.
- Rivoirard, J. Simmonds, K. Foote, P. Fernandes y N. Bez. 2000. Geostatistics for estimating fish abundance. Ed. Blackwell. 345 Págs.
- Roa, R., B. Ernst & F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. Fishery Bulletin 97: 570–580.
- Rossi, R. E., Mulla, D. J., Journel, A. G. y Franz, E. H. 1992. Geostatistical tools for modelling and interpreting ecological spatial dependence. Ecological Monographs 62: 277-314.
- Robotham, H. y J. Castillo. 1990. The bootstrap method; an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacustics techniques. Rapp. P.-v. Reún. Cons. Int. Explor. Mer, 189:421-424.
- Saavedra, A., C. Lang, A. Barraza, J. Saavedra, R. Céspedes, V. Ojeda, L. Adasme, E. Díaz, R. Vargas, R. Meléndez. 2014. Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, año 2013. Informe Final. FIP 2013-13 Capítulo III– Merluza de tres aletas. IFOP.
- Sánchez, F., L. B. Prenski. 1996. Ecología trófica de peces demersales en el Golfo de San Jorge. Rev. Invest. Des. Pesq., 10: 57-71.



- Scalabrin, C., y J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and tempopral distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. *Aquat. Living Resour.* 6:269-283.
- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des especes pelagiques à partir d'atributs discriminants des bancs de poissons monospecifiques. Thèse. Ecole doctorale des sciences de la mer.
- Schuchert, P.C., A.I. Arkhipkin y A.E. Koenig. 2010. Traveling around Cape Horn: Otolith chemistry reveals a mixed stock of Patagonian hoki with separate Atlantic and Pacific spawning grounds. *Fisheries Research* 102:80-86.
- Simmonds, J., y D. MacLennan. 2005. *Fisheries acoustic*. Chapman y Hall, 548 págs.
- SIMRAD. 2003. Simrad EK60. Scientific Echo Sounder. Instruction Manual, 165 pp
- SIMRAD. 2003. Simrad EK60. Scientific Echo Sounder. Instruction Manual, 165 pp.
- Simrad, 2008. Simrad EK60 Scientific echo sounder system. Instruction manual. 91 pp.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca). 2018. Estado de situación de las principales pesquerías chilenas, año 2017. Departamento de Pesquerías. División de Administración Pesquera, marzo 2018. http://www.subpesca.cl/portal/618/articles-100052_recurso_1.pdf
- Takeda M. 1986. Crustacea Decapoda. In: Nakamura I (ed.). *Important fishes trawled off Patagonia*, pp. 318-343. Japan Marine Fishery Resource Research Center, Tokyo
- Vivanco, M. 1999. *Análisis estadístico multivariable*. Editorial Universitaria, Chile. 233 p.
- Welch, D. and R. P. Foucher. 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45:333-343.
- Wisner, R. 1976. The taxonomy and distribution of Lanternfishes (Family Myctophidae) of the Eastern Pacific Ocean. *NORDA Report* 3: i-vii + 1-220.
- Wolter, K. M. 1985. *Introduction to Variance Estimation* XII, 428 page, 1985.
- Wuillez, M., Poulard, J.-C., Rivoirard, J., Petitgas, P. y Bez, N. 2007. Indices for capturing spatial patterns and their evolution in time, with application to European hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 537–550.
- Young, Z., J. Chong, H. Robotham, P. Gálvez y H. González. 1998. *Análisis de la pesquería de merluza de cola en la zona sur-austral*. 1998. Informe Final proyecto FIP 96-37. IFOP.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Zar, J. 1999. Biostatistical analysis. 3rd edn. Prentice hall, Princeton, NJ, USA, 663 pp.

FIGURAS

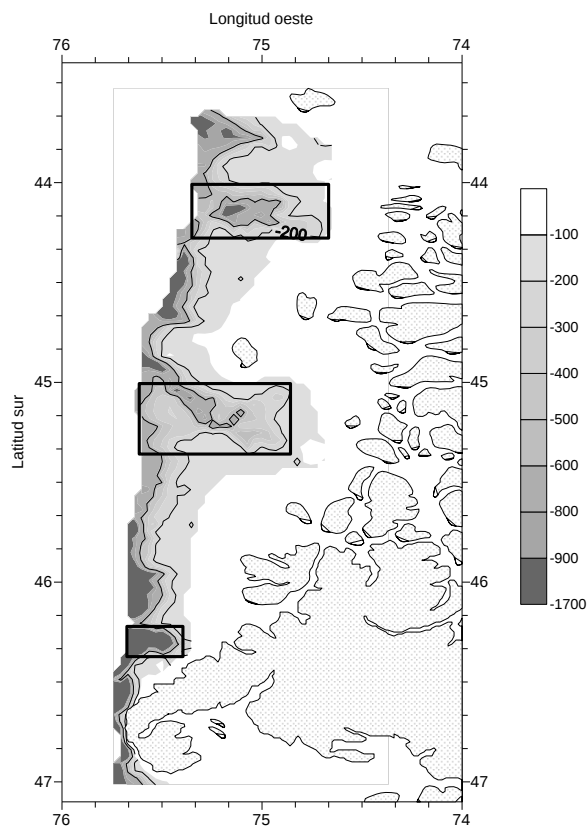


Figura 1. rea de estudio. Se señalan las isolíneas de los veriles de 100 y 600 metros de profundidad y las zonas asociadas a los cañones de profundidad presentes en la zona de estudio.



Figura 2. Buque científico AGS 61 "Cabo de Hornos", en el cual se desarrolló el crucero de evaluación.

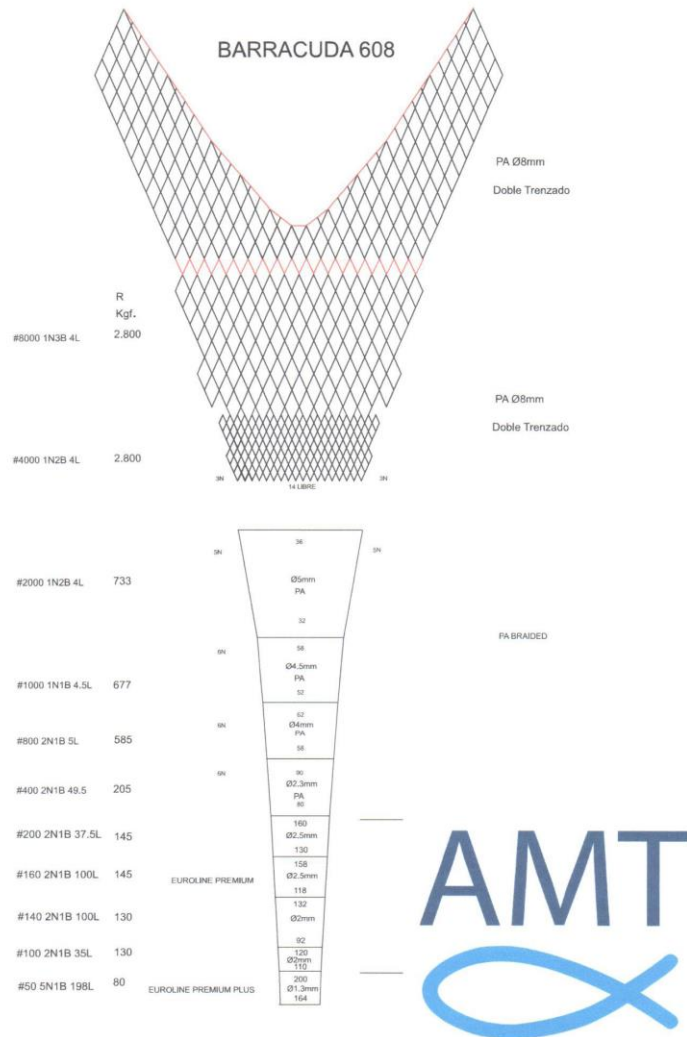


Figura 3. Plano de la red modelo Barracuda 608 utilizada en el estudio.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

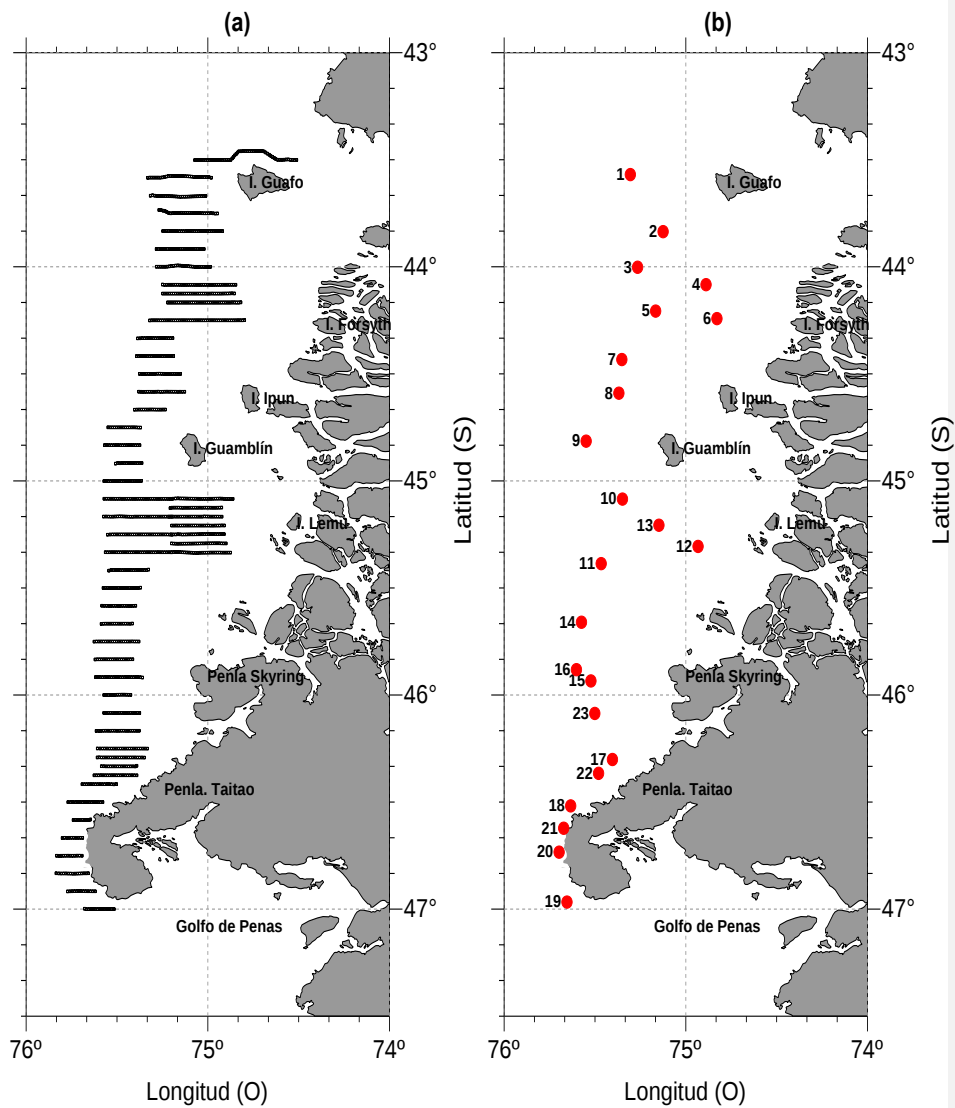


Figura 4. Localizaci3n de (a) transectas de muestreo acústico y (b) lances de pesca de identificaci3n.

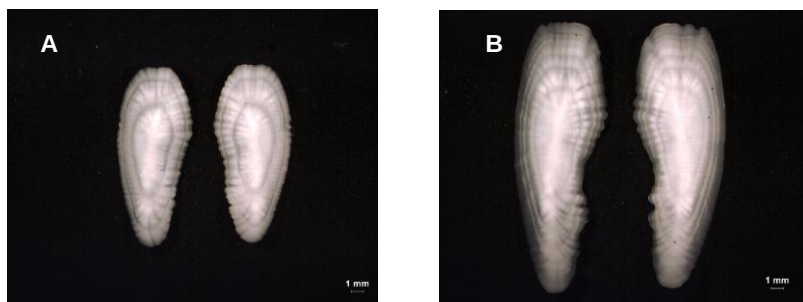


Figura 5. Otolitos enteros de merluza de cola, par *sagitta*, vistos desde su cara externa. Estructuras pertenecientes a peces de 45 cm (A) y 75 cm (B).

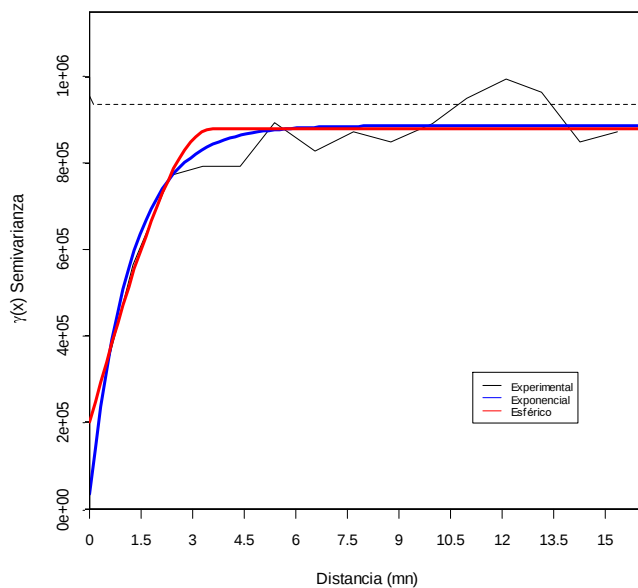


Figura 6. Semivariogramas estimado para merluza de cola. Dirección omnidireccional. Zona total de estudio.

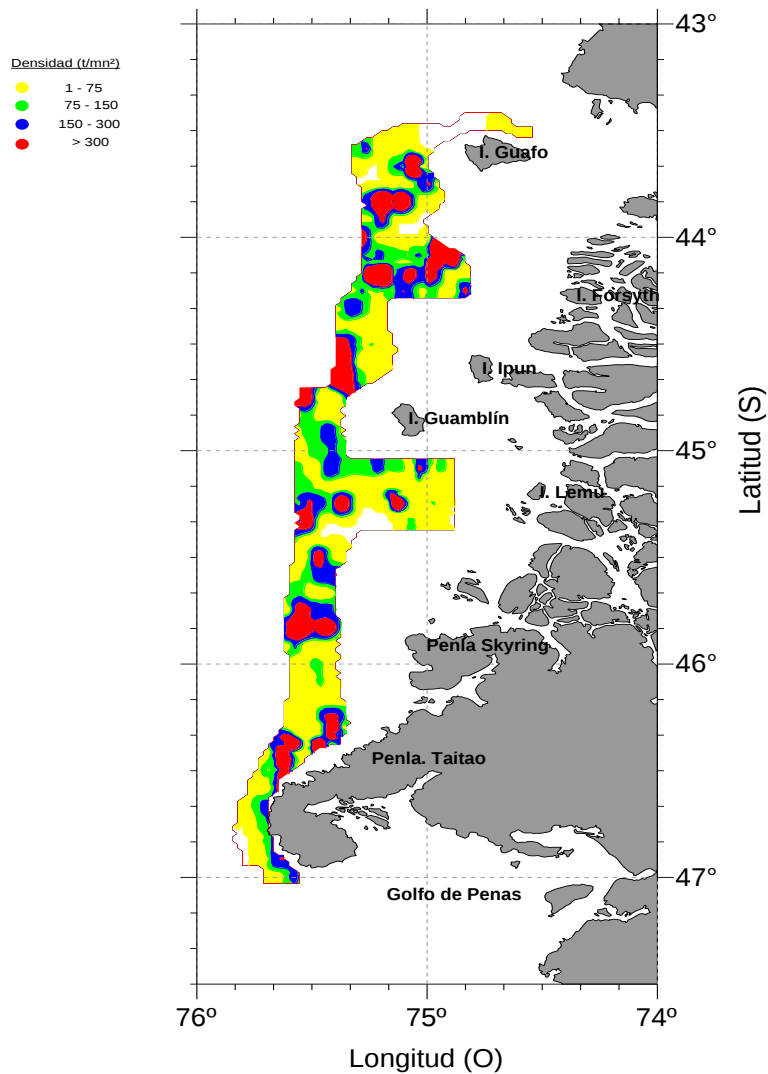
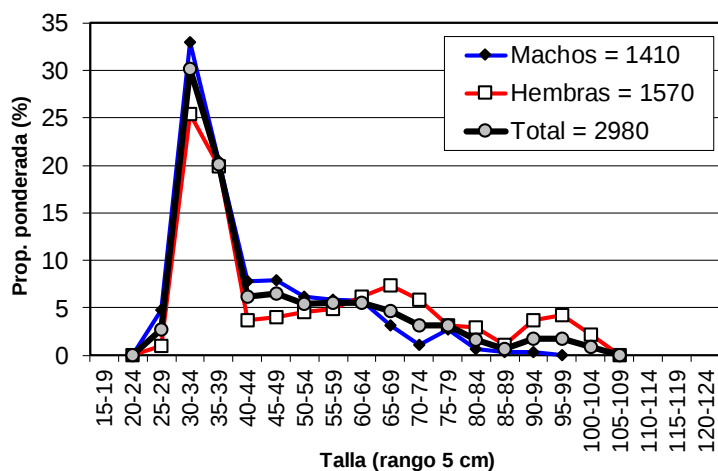
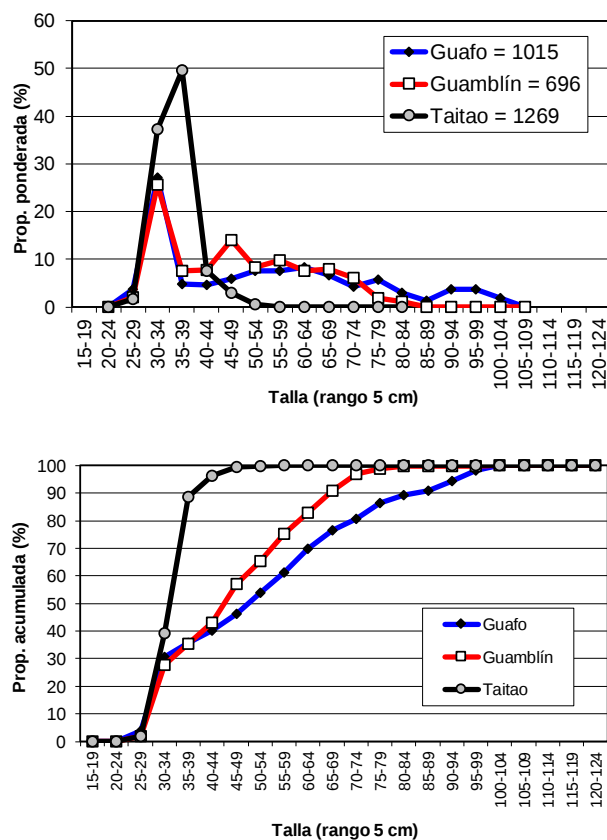


Figura 7. Distribución espacial de la biomasa de merluza de cola. Agosto 2017. La escala de colores corresponde a toneladas por milla náutica cuadrada.



Indicador	Macho	Hembra	Total
n	1410	1570	2980
Mín. (cm)	25	27	25
Máx. (cm)	90	103	103
Prom. (cm)	42,5	52,6	46,9
D. est. (cm)	1,9	3,4	1,9
% < 55 cm	80,3	58,6	71,1
Pr. Sex. (%)	45	55	100

Figura 8 Distribución de talla de merluza de cola por sexo para el área de estudio. B/C Cabo de Hornos (Agosto, 2017).



Indicador	Guafo	Guablín	Taitao
n	1015	696	1269
Mín. (cm)	25	27	27
Máx. (cm)	103	100	79
Prom. (cm)	54,1	48,4	35,7
D. est. (cm)	3,3	3,0	1,2
% < 55 cm	53,7	65,4	99,8
Macho (%)	48	63	47
Hembra (%)	52	37	53

Figura 9 Distribución de talla de merluza de cola por área. B/C Cabo de Hornos (Agosto., 2017).

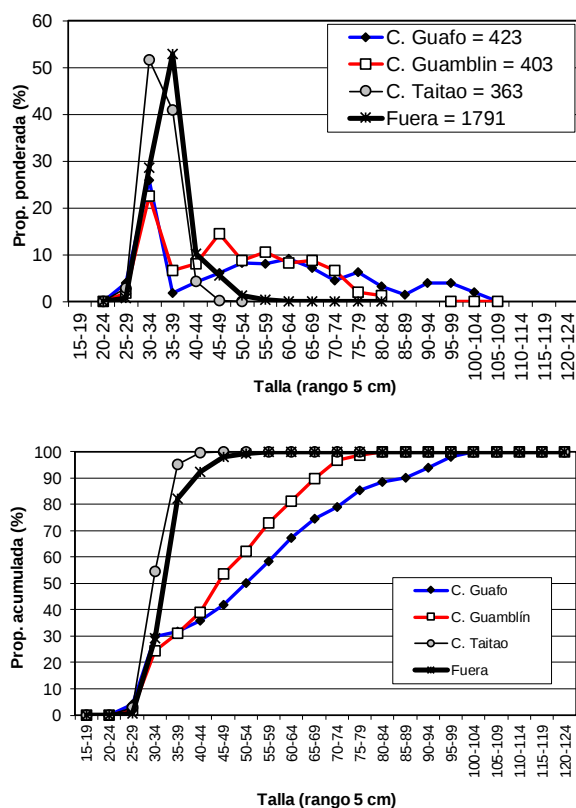
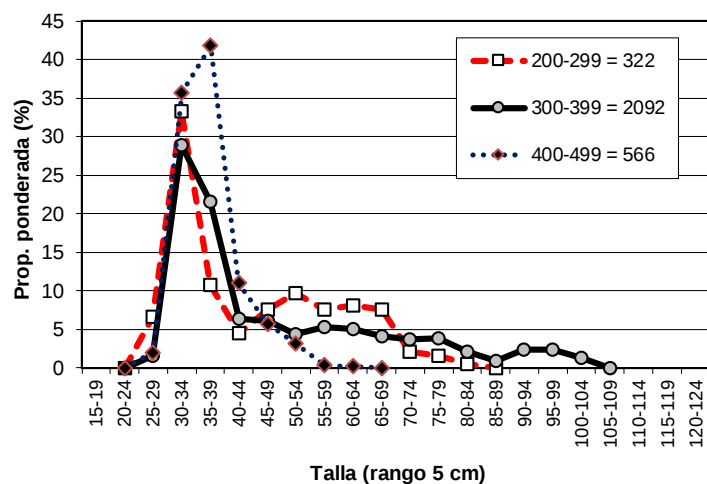


Figura 10 Distribución de talla de merluza de cola por cañón y fuera de los cañones. B/C Cabo de Hornos (Agosto, 2017).



Indicador	Profundidad (m)		
	200-299	300-399	400-499
n	322	2092	566
Prom. (cm)	44,4	48,3	36,8
D. est. (cm)	2,3	2,4	1,4
% < 70 cm	72,7	68,9	99,5
Macho (%)	55,2	49,9	45,7
Hembra (%)	44,8	50,1	54,3

Figura 11 Distribución de talla de merluza de cola por rango de profundidad (según profundidad de relinga superior). B/C Cabo de Hornos (Agosto, 2017).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

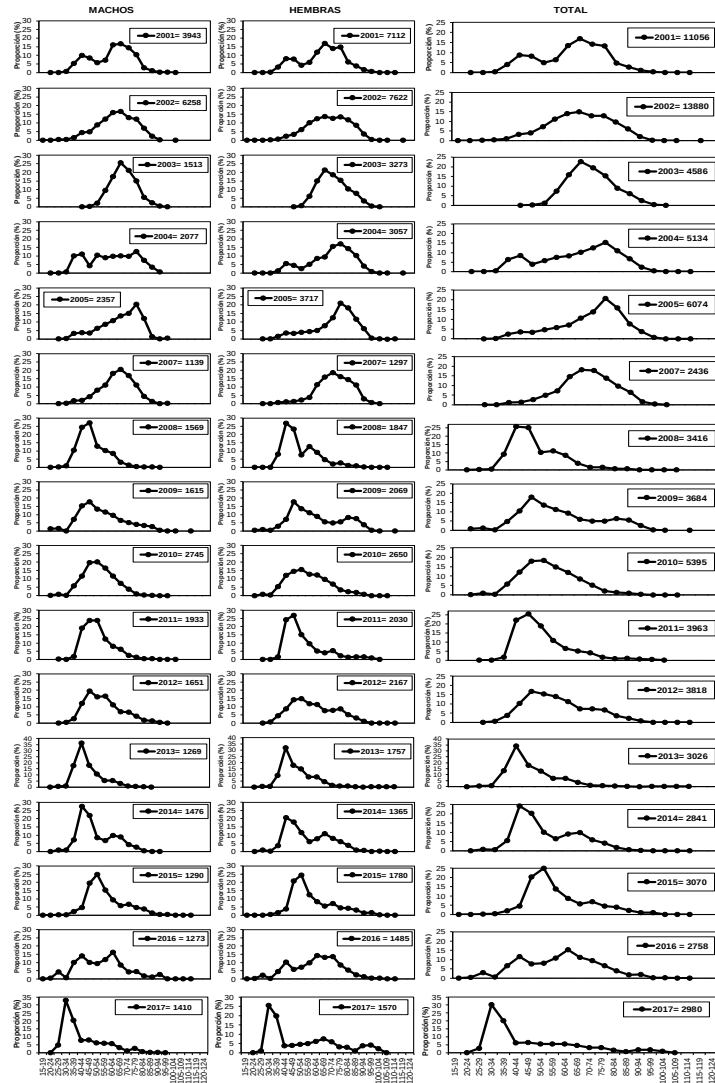


Figura 12 Distribuci3n relativa de la talla de merluza de cola para los cruceros hidroac3sticos 2001 a 2005, 2007 a 2017.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

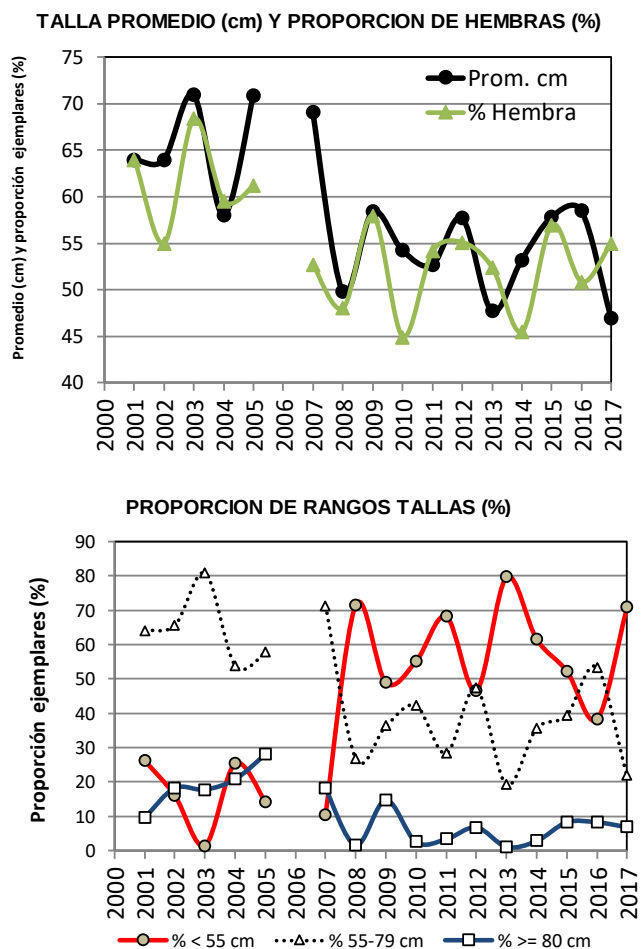
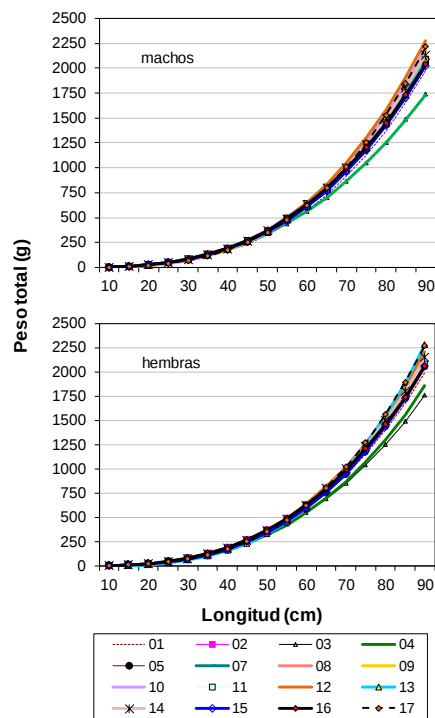


Figura 13 Distribución de los estadísticos históricos de la talla de merluza de cola para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2017.



A



B

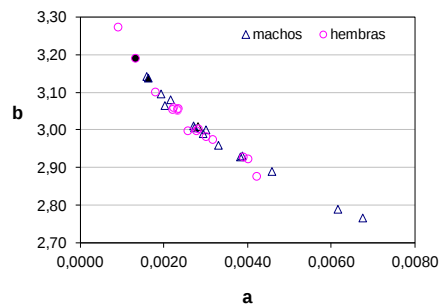


Figura 14 Comparaci3n de la funciones peso- longitud estimadas para merluza de cola por sexo (A) y representaci3n de los par3metros “a” (intercepto) y “b” (pendiente) de esta relaci3n en el per3odo 2001 – 2017 (B).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

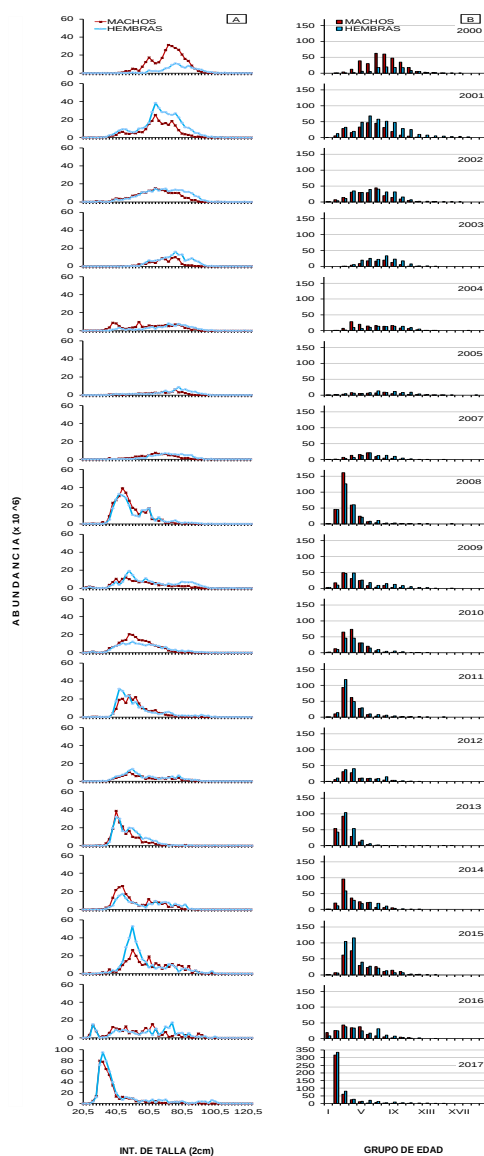


Figura 15 Abundancia por clase de talla (A) y grupos de edad (B) de merluza de cola, por sexo, en las evaluaciones directas efectuadas en el período 2000 - 2017.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

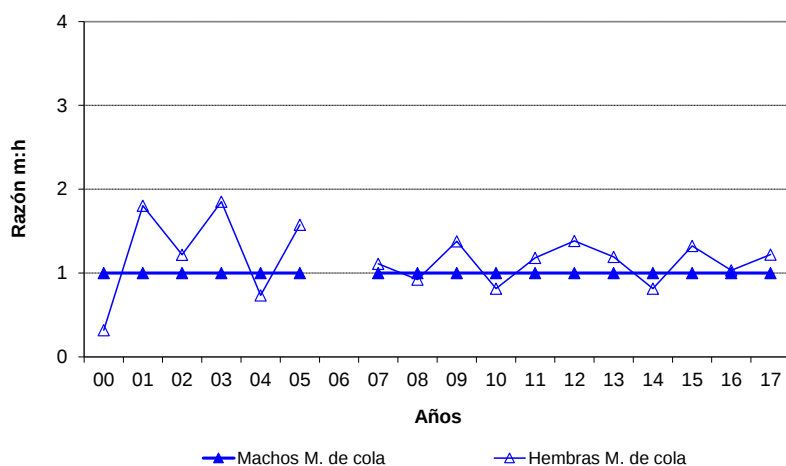


Figura 16 Proporción sexual de merluza de cola, presente en la abundancia en el período de desove, según año, 2000-2017.

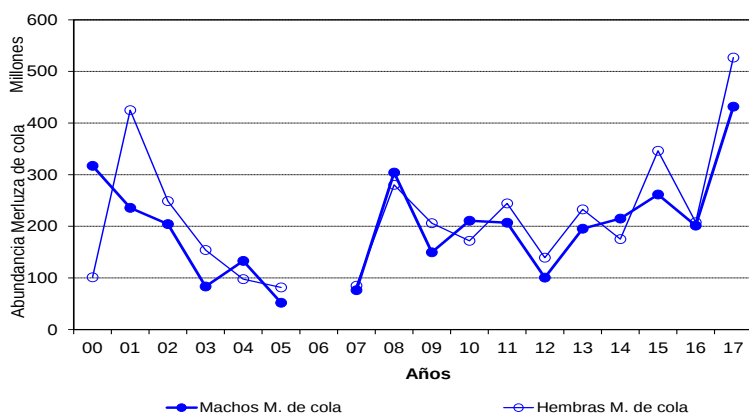


Figura 17 Abundancia de merluza de cola, por sexo, en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 – 2017.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

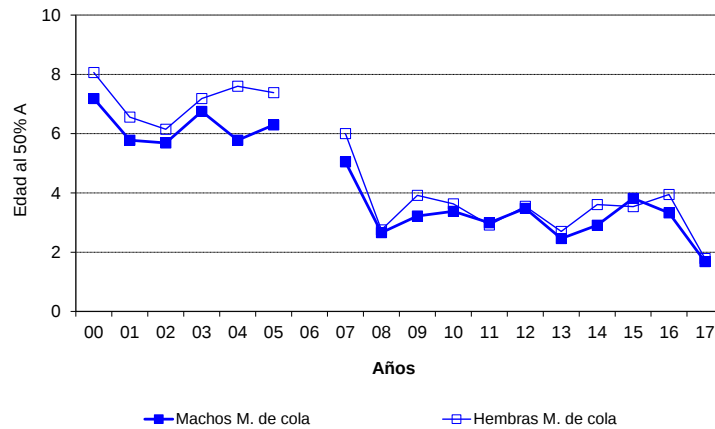


Figura 18 Edades medianas de merluza de cola, por sexo, presente en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 - 2017.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

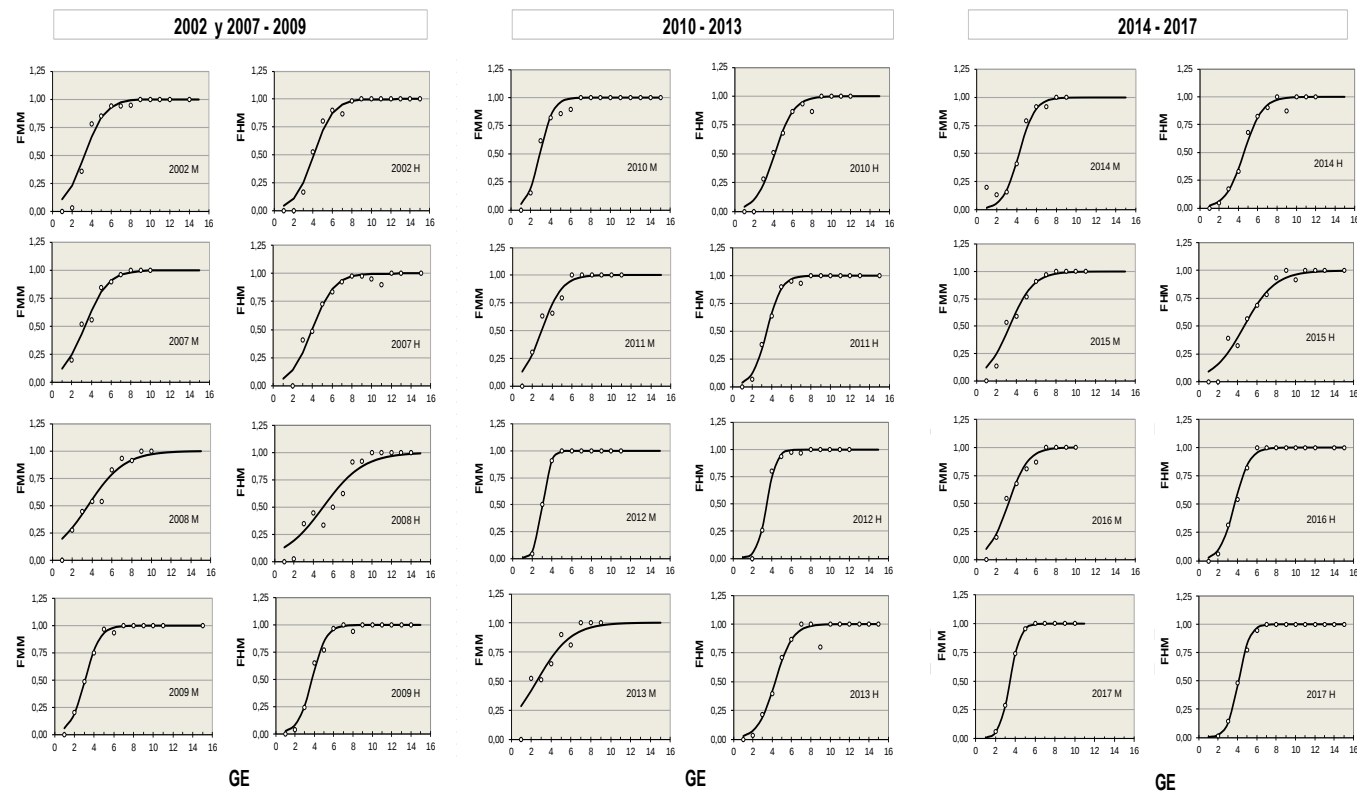


Figura 19 Fracción de merluza de cola (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2002 y 2007 a 2017. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.

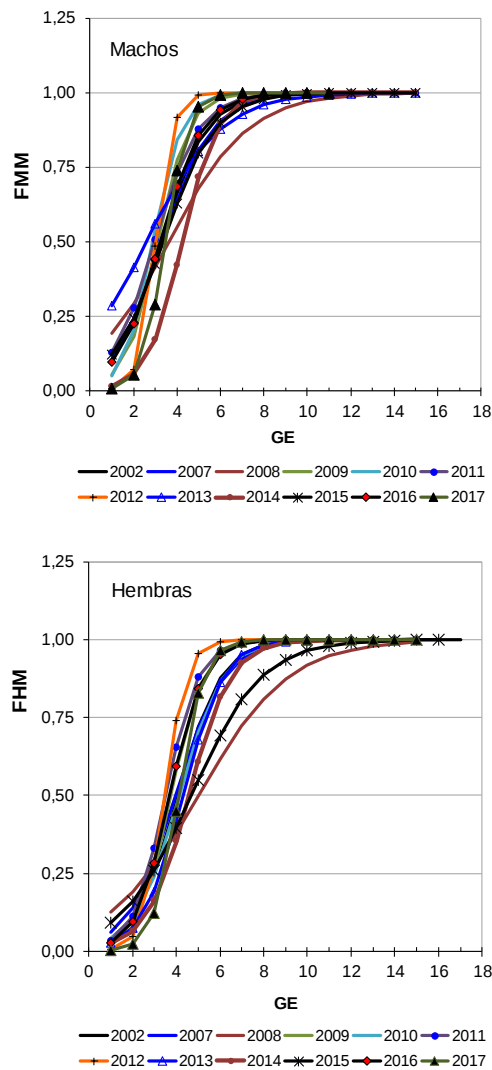


Figura 20 Curvas de madurez estimadas para merluza de cola (machos y hembras), según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2002 y 2007 a 2017. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.

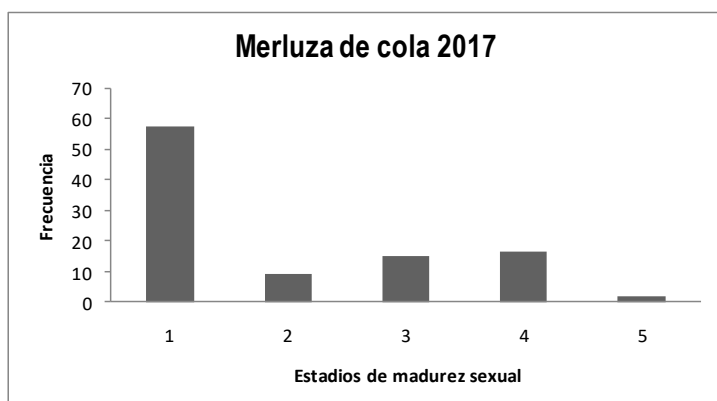


Figura 21. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus* en agosto de 2017.

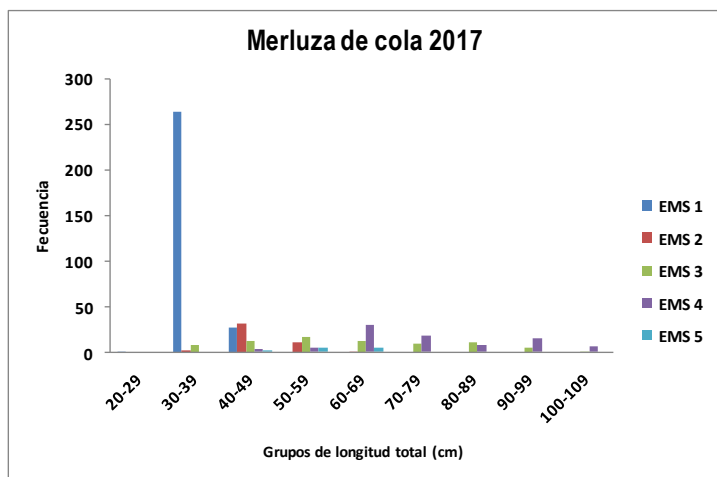


Figura 22. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2017.

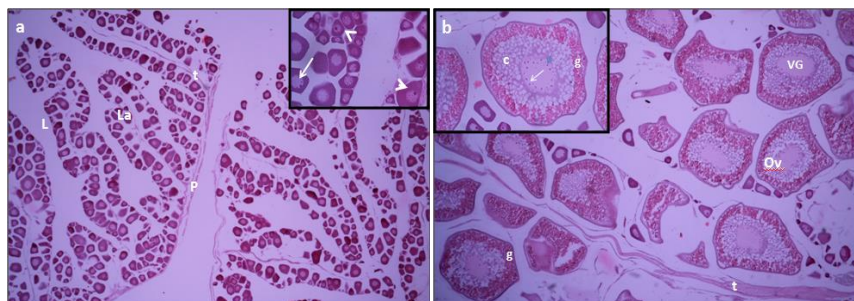


Figura 23. Ovarios de merluza de cola en estadios iniciales de desarrollo. a) Mc 2594. Estadio Virginal. Aumento 5x (recuadro 40x). La: Lamela; L: Lumen; Flecha: Ovocito multi-nucleolar; Punta flecha: ovocito cromatina nuclear; P: pared ovárica; t: tabique fibromuscular. b) Mc 2451. Estadio Vitelado Parcial. Aumento 5x (recuadro 20x). Ov: ovocito parcialmente vitelado; g: gránulos de vitelo; c: citoplasma basófilo; VG: vesícula germinativa; Flecha: nucléolos; t: tabique fibromuscular.

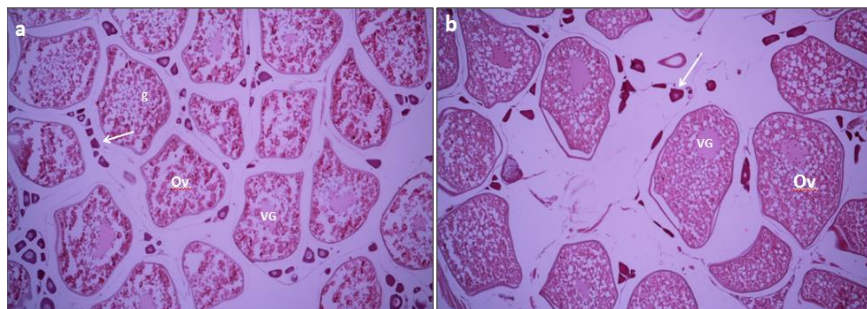


Figura 24. Ovarios de merluza de cola en estadios intermedios de desarrollo. a) Mc 2767. Estadio Vitelado. Aumento 5x. Ov: Ovocito Vitelado; Flecha: ovocito en crecimiento primario (previtelogénico); VG: vesícula germinativa; g: gránulos de vitelo. b) Mc 2244. Estadio Migrante. Aumento 5x. Ov: ovocito polarizado; VG: vesícula germinativa migrante (polo animal); Flecha: ovocito en crecimiento primario.

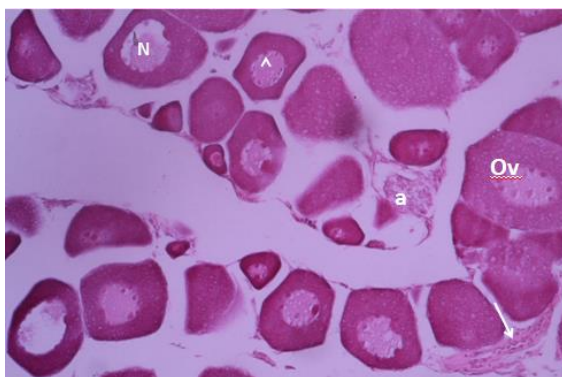


Figura 25. Ovario de merluza de cola en estadio final de desarrollo. Mc 2725. Estadio Post Desove. Aumento 20x. Ov: ovocito previtelogénico; N: núcleo; Punta flecha; nucléolo; a: atresia folicular; Flecha: ligazón muscular con vaso sanguíneo

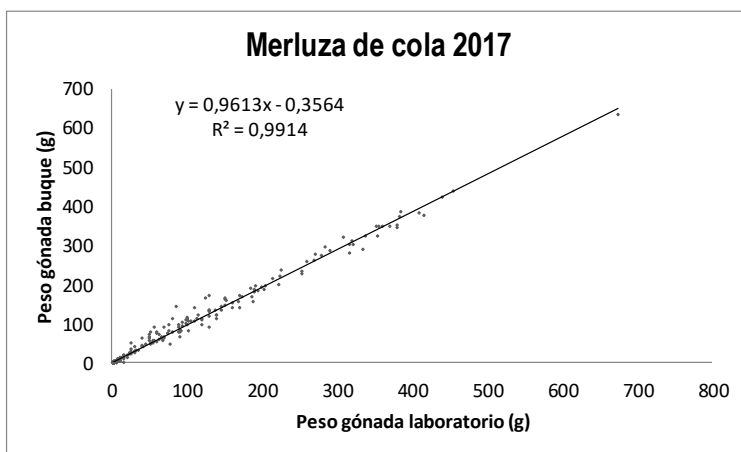


Figura 26. Relación entre el peso de la gónada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza de cola *Macruronus magellanicus*.

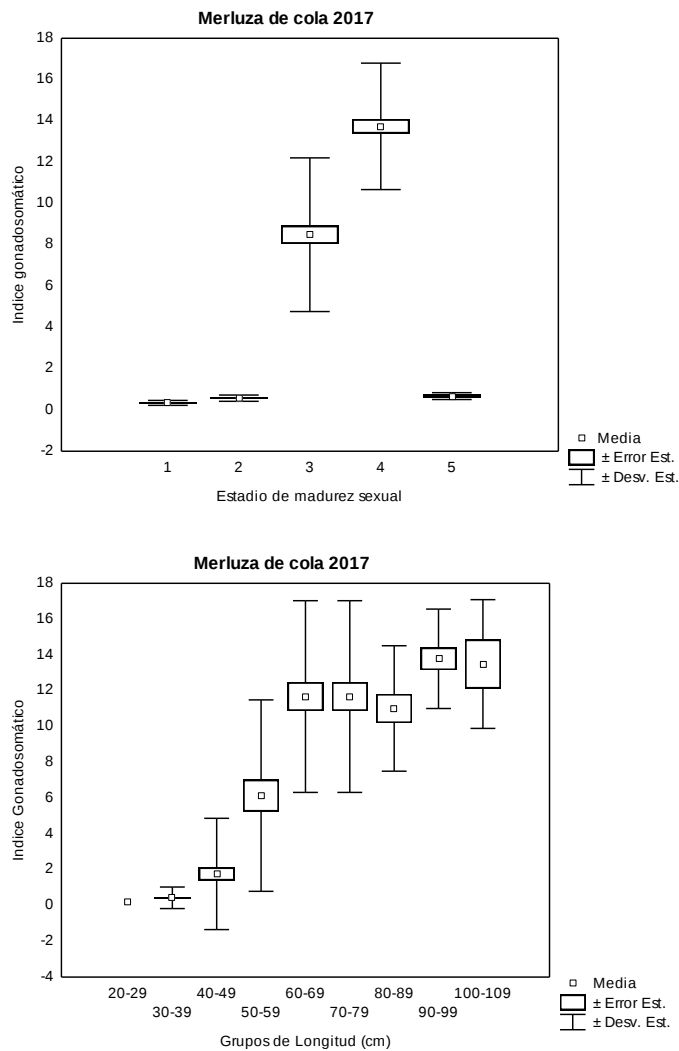


Figura 27. Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) $\pm$ la desviación estándar y el error estándar, para cada uno de los estadios de madurez sexual y rango de tallas de la merluza del sur *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2017.

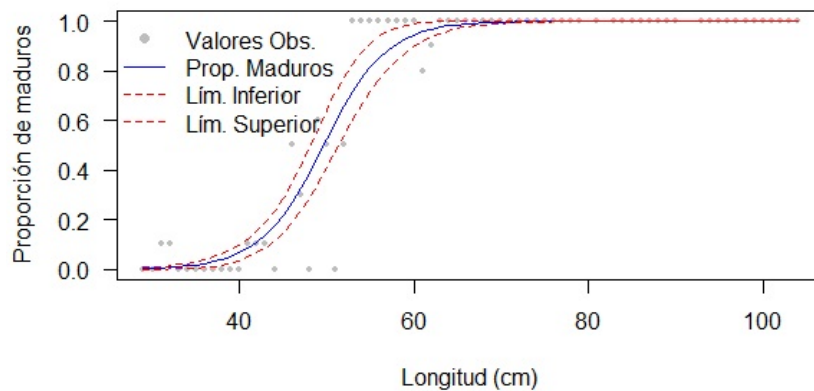


Figura 28. Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Macruronus magellanicus* en agosto de 2017, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo lineal generalizado.

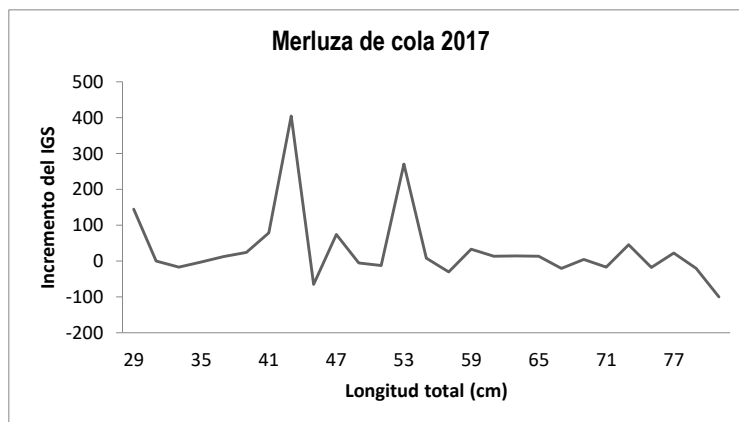


Figura 29. Incremento relativo del índice gonadosomático (IR.IGS) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2017.

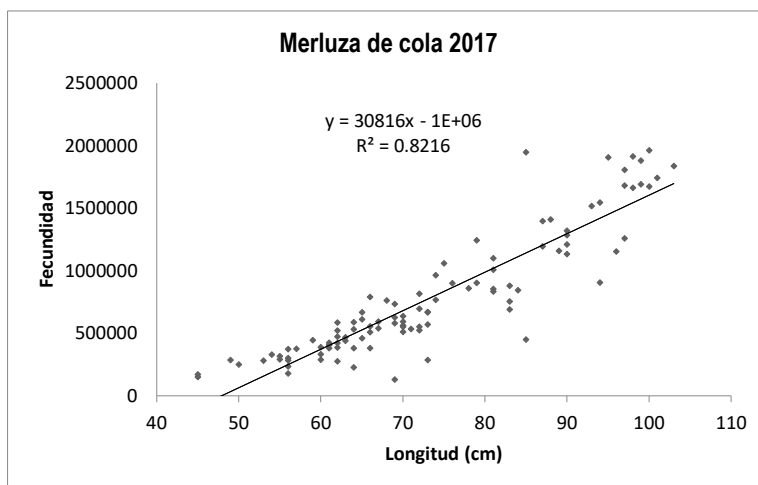
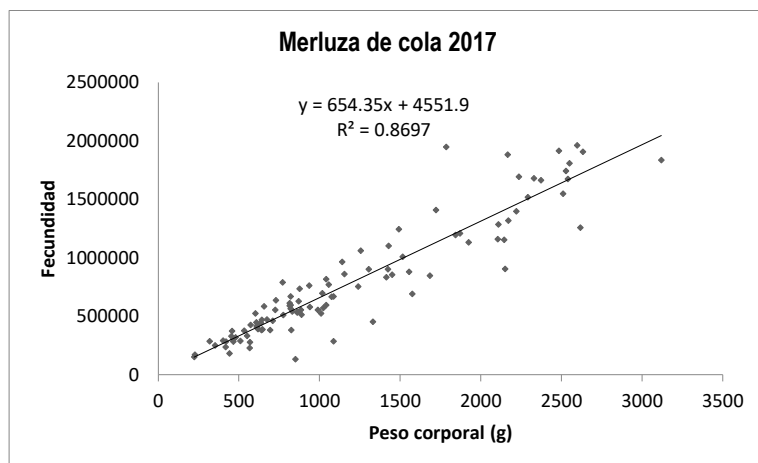


Figura 30. Relación entre la fecundidad modal con a) el peso del cuerpo menos el peso de la gónada y b) la longitud total. Merluza del sur *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2017.

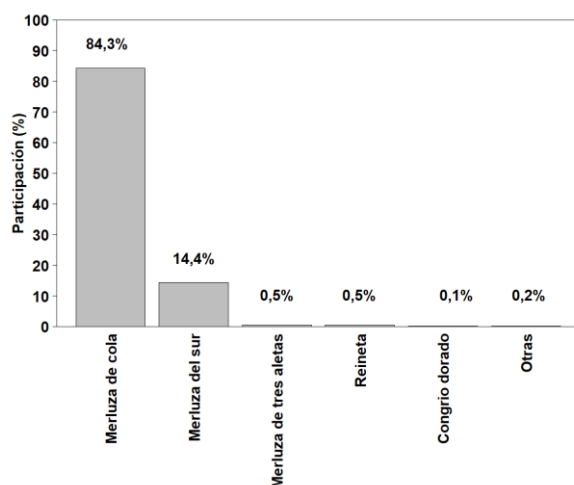


Figura 31. Participación de las principales especies capturadas, respecto captura total estandarizada crucero. Año 2017 (Sección 2: merluza de cola).

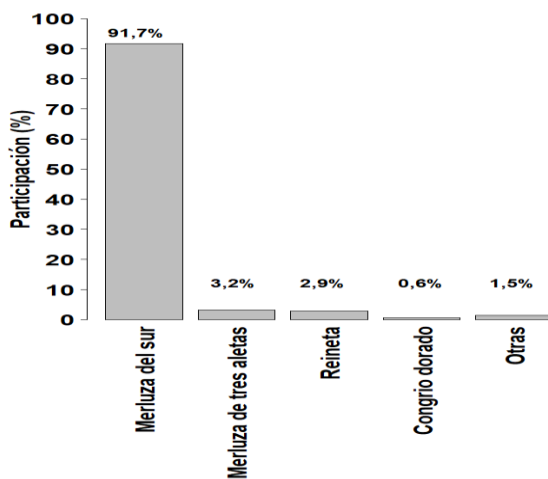


Figura 32. Participación de la fauna acompañante de merluza de cola. Año 2017 (Sección 2: merluza de cola).

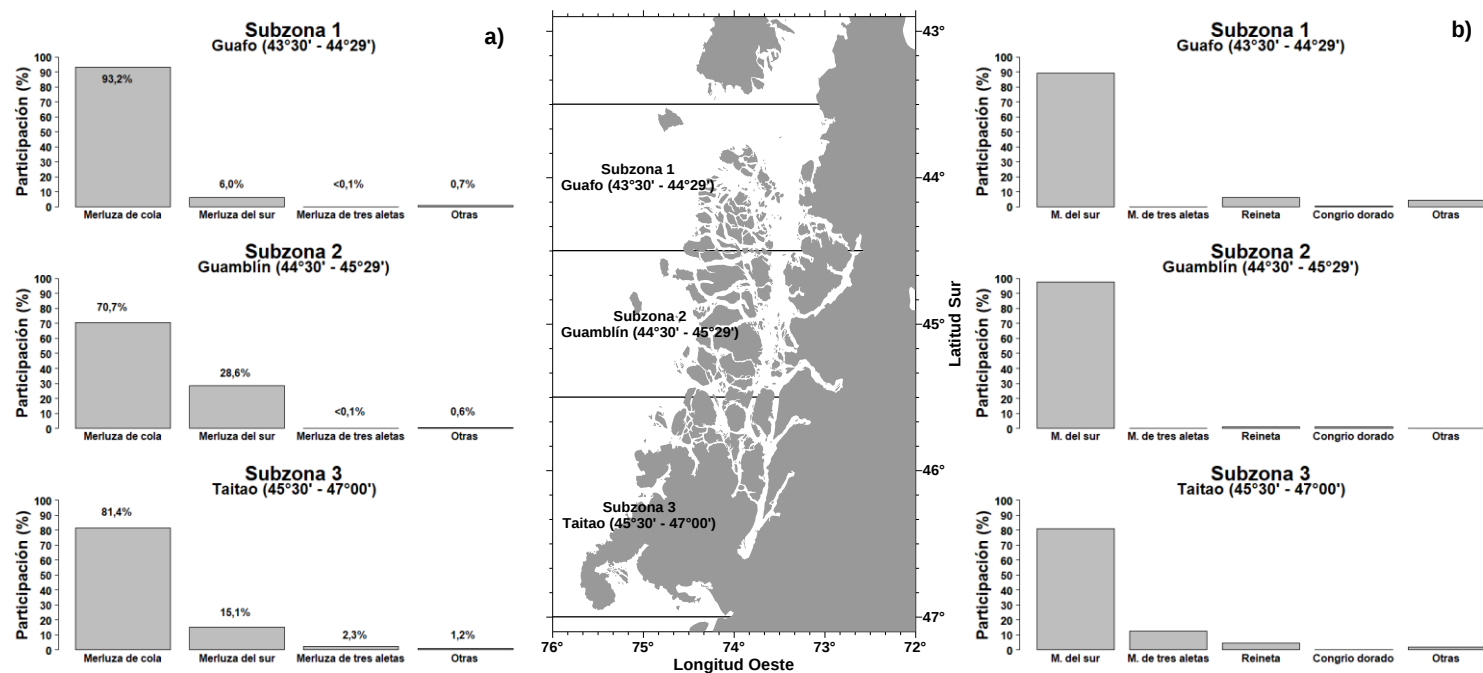


Figura 33. Participación (%) respecto de la captura total estandarizada por subzona de: **a)** principales especies capturadas durante el crucero; **b)** fauna acompañante de merluza de cola. Año 2017 (Sección 2: merluza de cola).

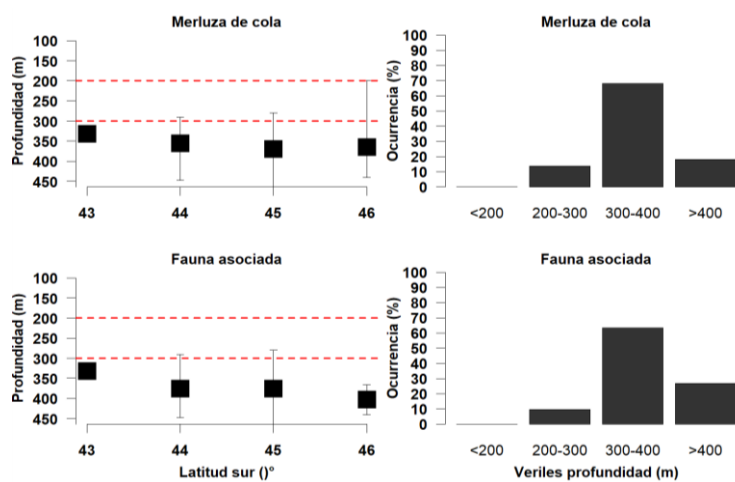


Figura 34. Distribución y frecuencia de ocurrencia por veril de profundidad de merluza de cola y su fauna acompañante. Año 2017 (Sección 2 merluza de cola).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

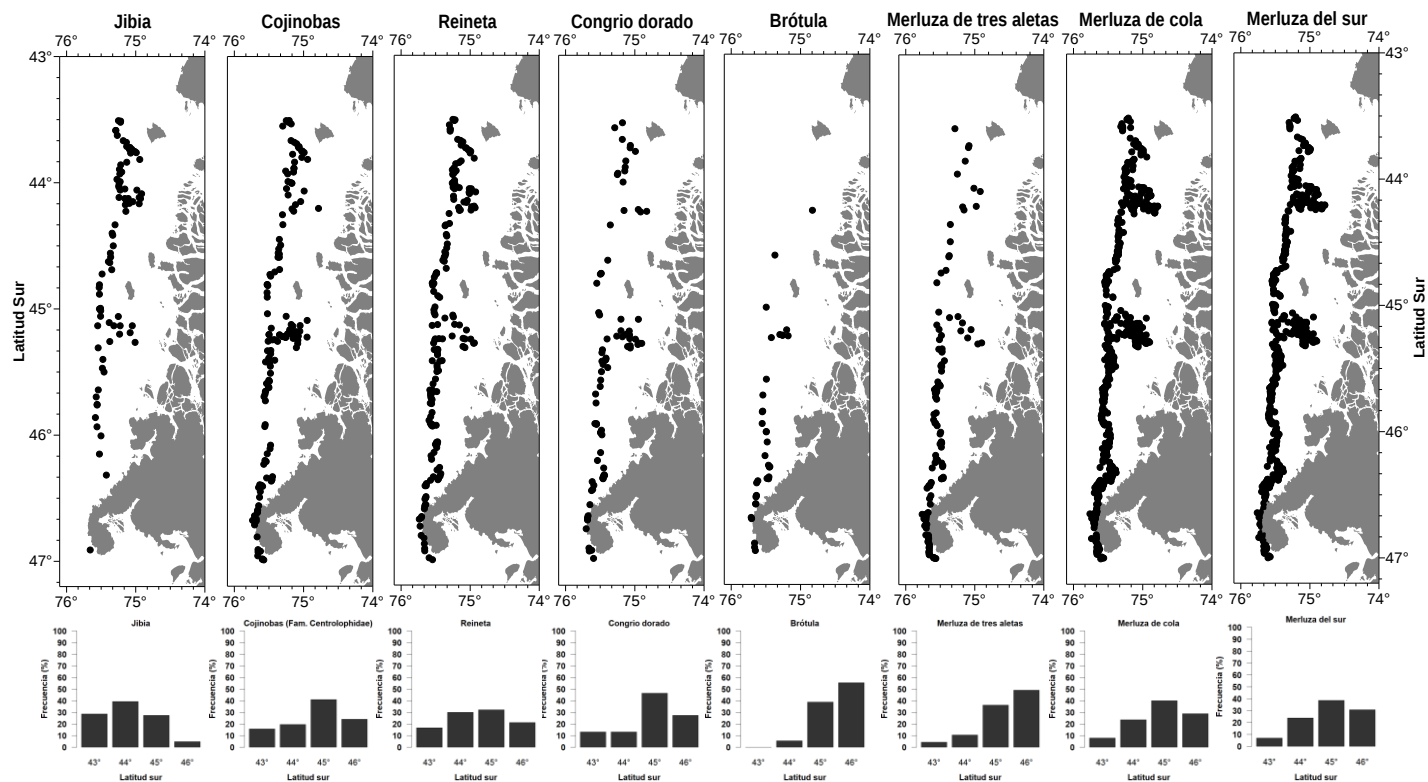


Figura 35. Distribución latitudinal histórica de las especies con mayor recurrencia en las capturas de los cruceros de evaluación directa (Sección 2 merluza de cola).

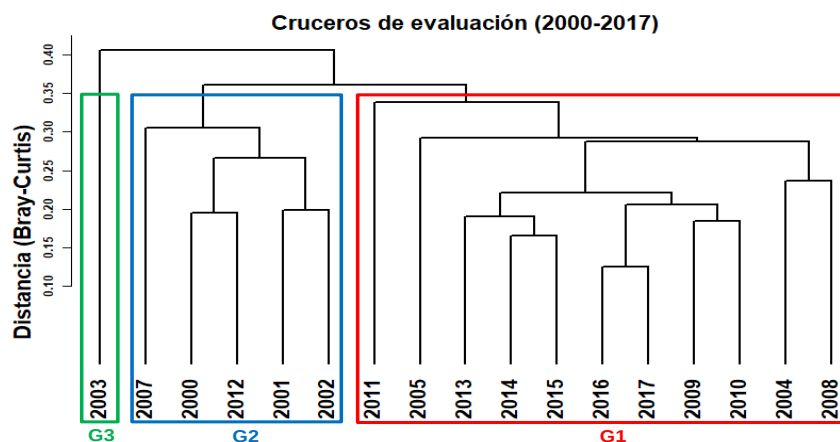


Figura 36. Resultado gr1fico del an1lisis de clasificaci3n por conglomerados de los cruceros de evaluaci3n directa. Evaluaciones 2000 a 2017 (Secci3n 2: merluza de cola).

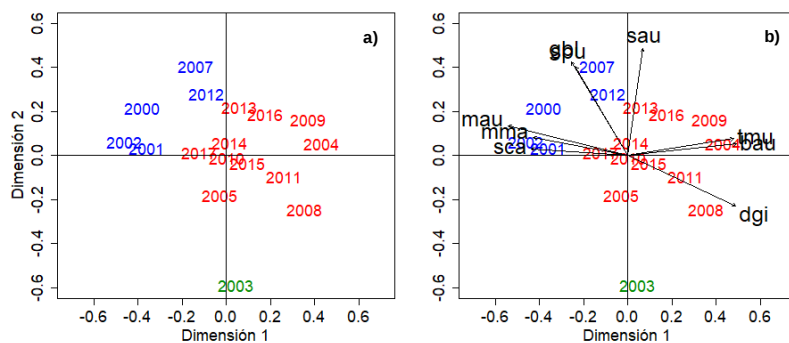


Figura 37. Resultado gr1fico del an1lisis de ordenaci3n (NMDS) de los cruceros de evaluaci3n directa. Evaluaciones 2000 a 2017 (Secci3n 2: merluza de cola; simbolog1a ver tabla 24).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

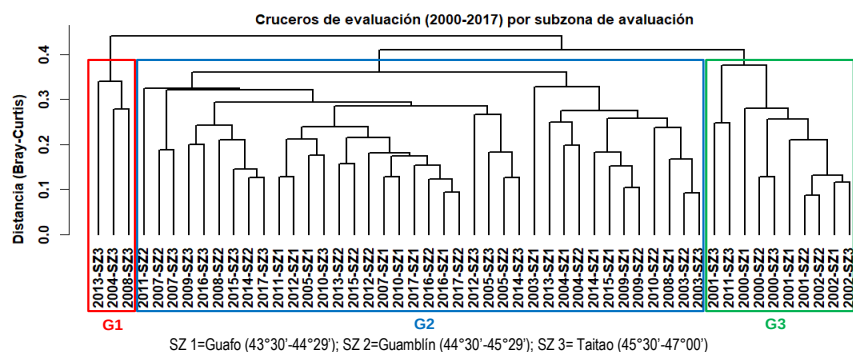


Figura 38. Resultado gráfcico del análisis de clasificaci3n por conglomerados de los cruceros agrupados por subzona de evaluaci3n. Evaluaciones 2000 a 2017 (Secci3n 2: merluza de cola).

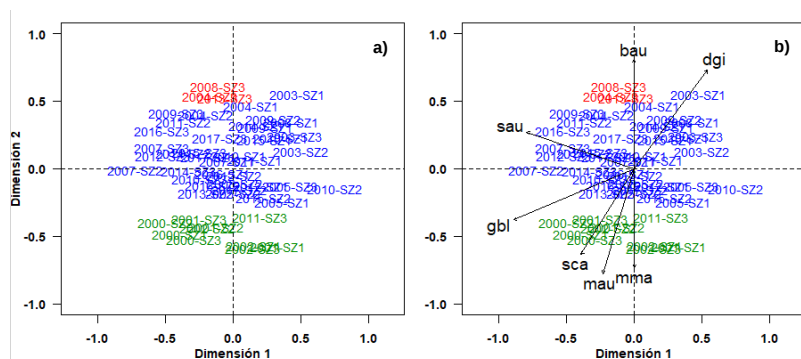


Figura 39. Resultado gráfcico del análisis de ordenaci3n (NMDS) de los cruceros agrupados por subzona de evaluaci3n. Evaluaciones 2000 a 2017 (Secci3n 2: merluza de cola; simbología ver tabla 24).

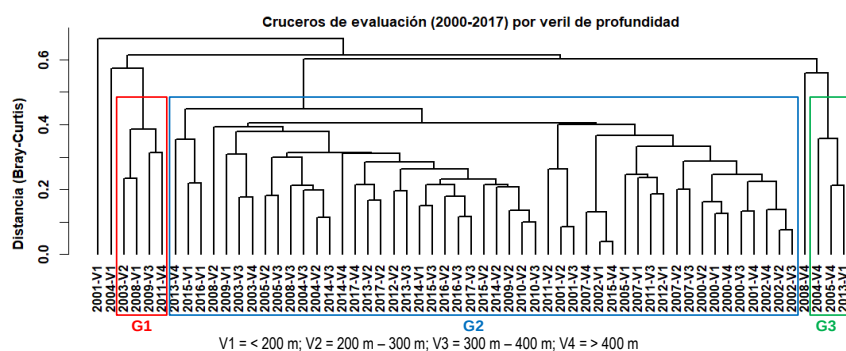


Figura 40. Resultado gr1fico del an1lisis de clasificaci3n por conglomerados de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2017 (Secci3n 2: merluza de cola).

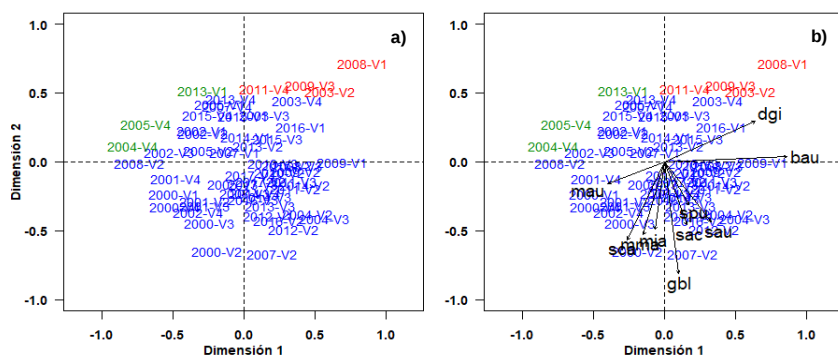


Figura 41. Resultado gr1fico del an1lisis de ordenaci3n (NMSD) de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2017 (Secci3n 2: merluza de cola; simbolog1a ver tabla 24).

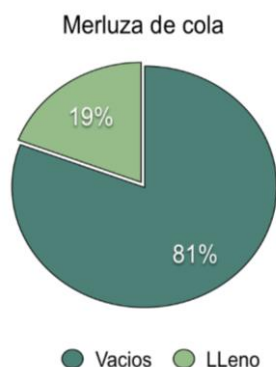


Figura 42. Porcentaje de est3magos llenos y vacíos

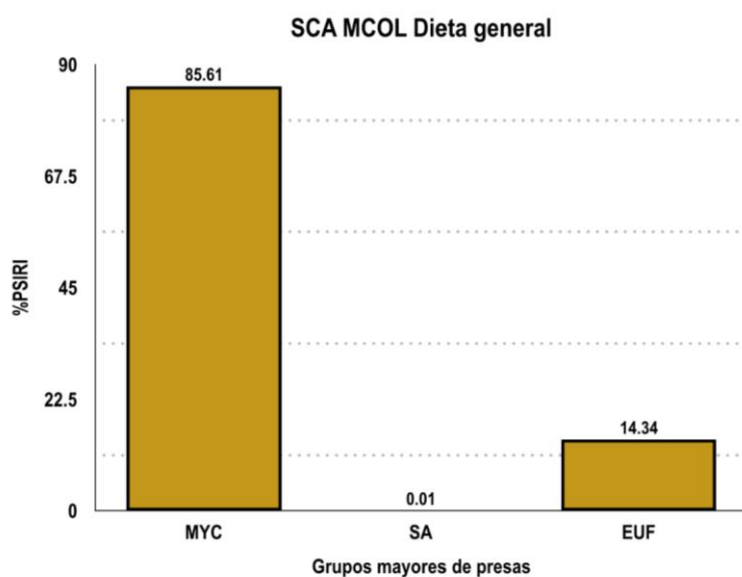


Figura 43. Dieta general de Merluza de cola para la zona y tiempo estudiado, temporada de pesca 2017. %PSIRI; índice estandarizado de IRI. MYC; mictofidos, SA; Sergestes articus, EUF; eufausidos.

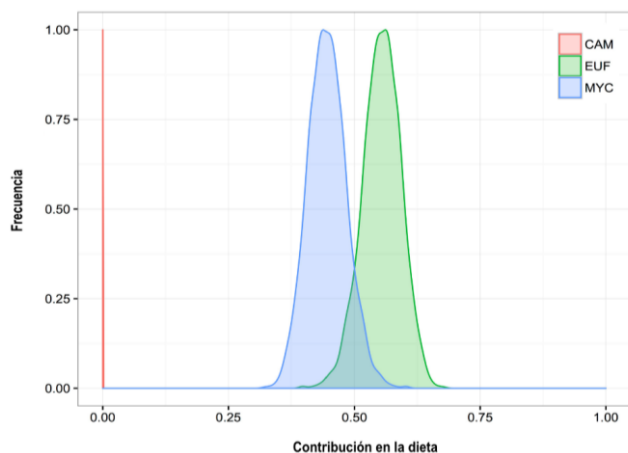


Figura 44. Proporciones dietarias inferidas por isótopos estables para *Macruronus magellanicus* durante el 2017

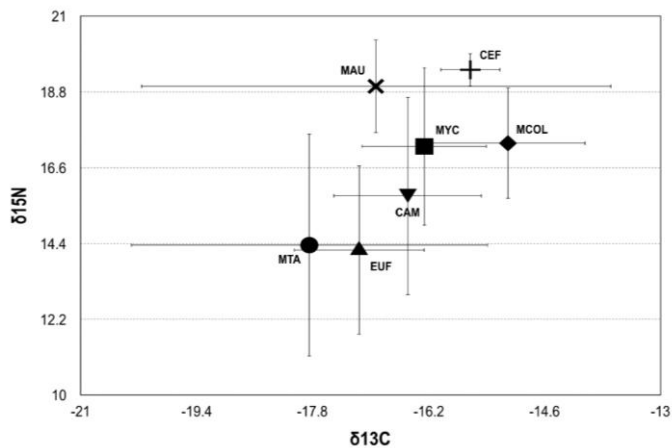


Figura 45. Biplot de nitrógeno y carbono para la zona estudiada. MAU; merluza austral, MTA; merluza de tres aletas, MCOL; merluza de cola, EUF; Eufausidos, CAM; Camarones, MYC; mictofidos, CEF; cefalopodos.

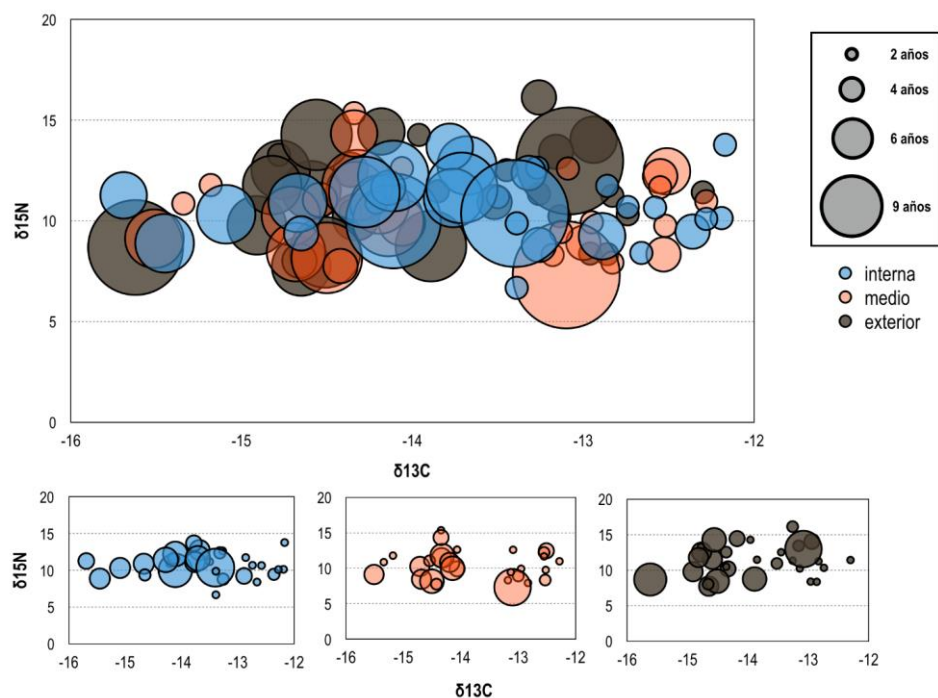


Figura 46. Análisis vertebral para *Macruronus magellanicus* durante el 2017



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

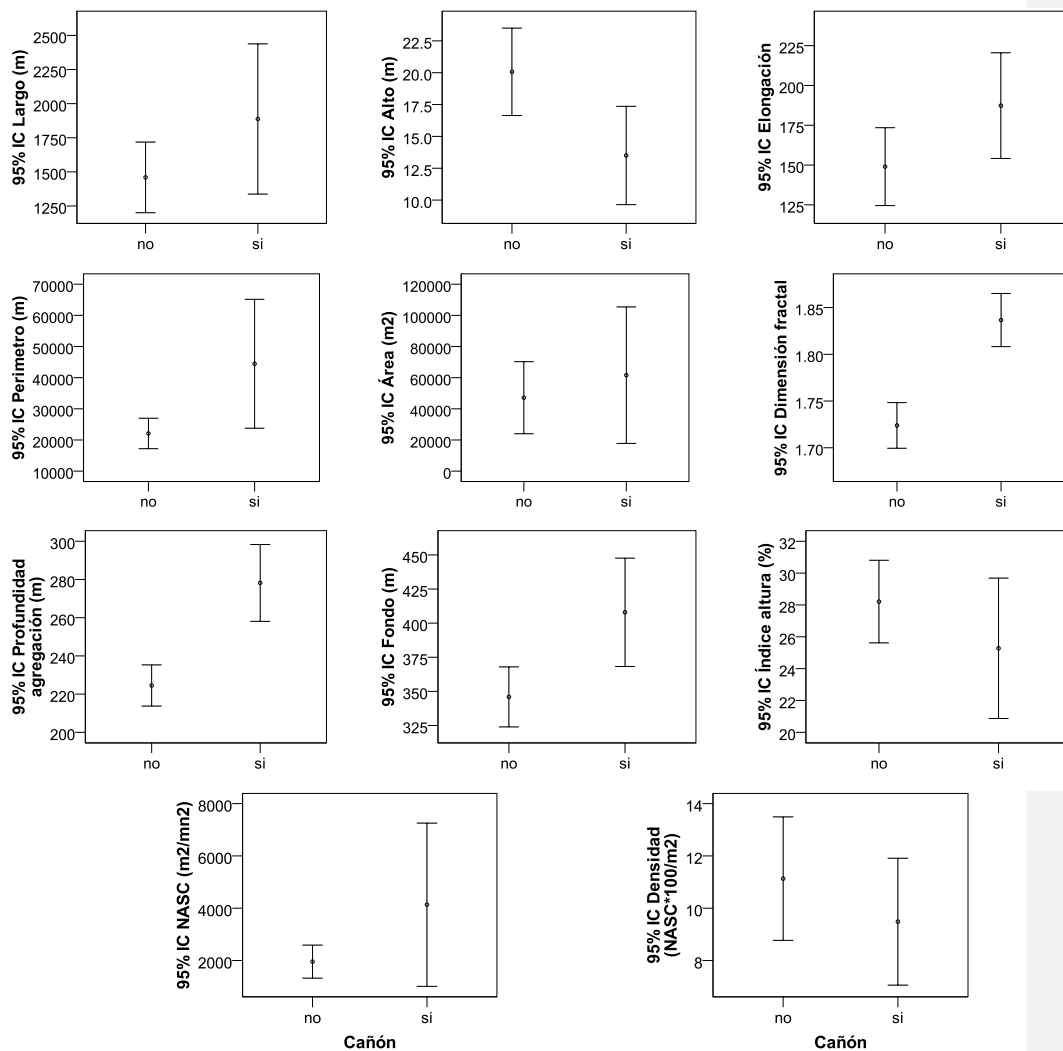


Figura 47. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores: morfol3gicos largo, alto y elongaci3n, permetro, 3rea y dimensi3n fractal; descriptores batim3tricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura; descriptores de energa retrodispersada (NASC) y densidad ac3stica (NASC*100/m²). Dentro del ca3n (si) y fuera del ca3n (no). Agosto 2017.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

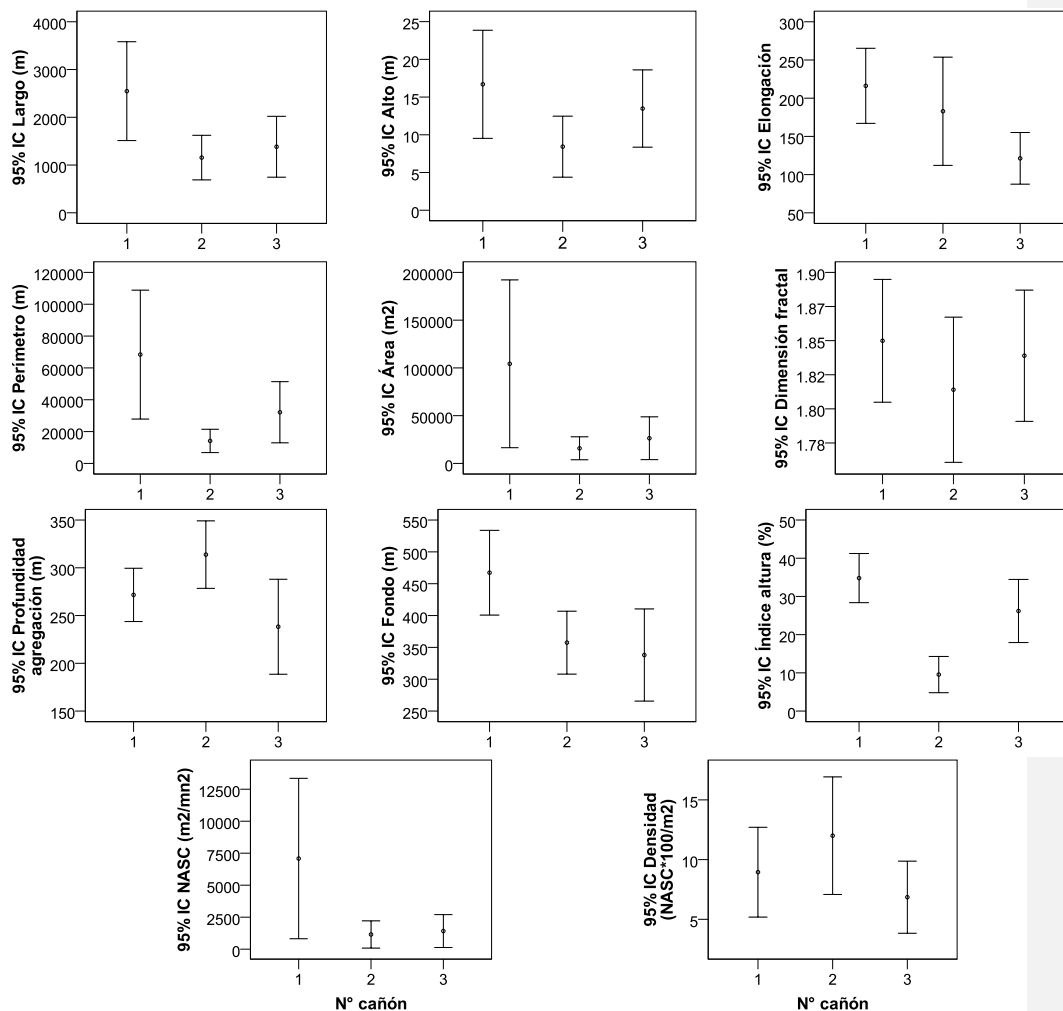


Figura 48. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos de largo, alto, elongaci3n, per3metro, 3rea y dimensi3n fractal; descriptores batim3tricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura; descriptores de energ3a retrodispersada (NASC) y densidad ac3stica (NASC*100/m²). Seg3n cañ3n. Agosto 2017.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

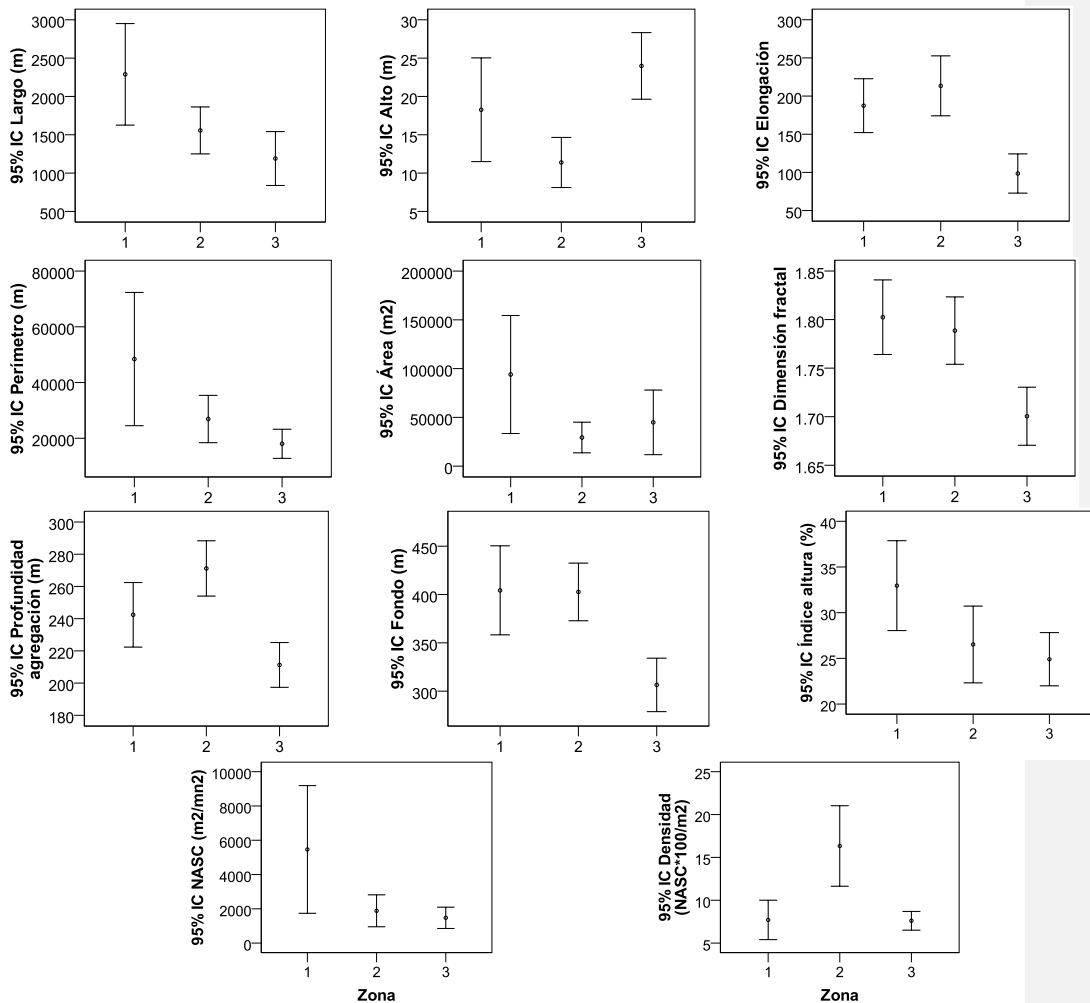


Figura 49. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Según zona. Agosto 2017.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

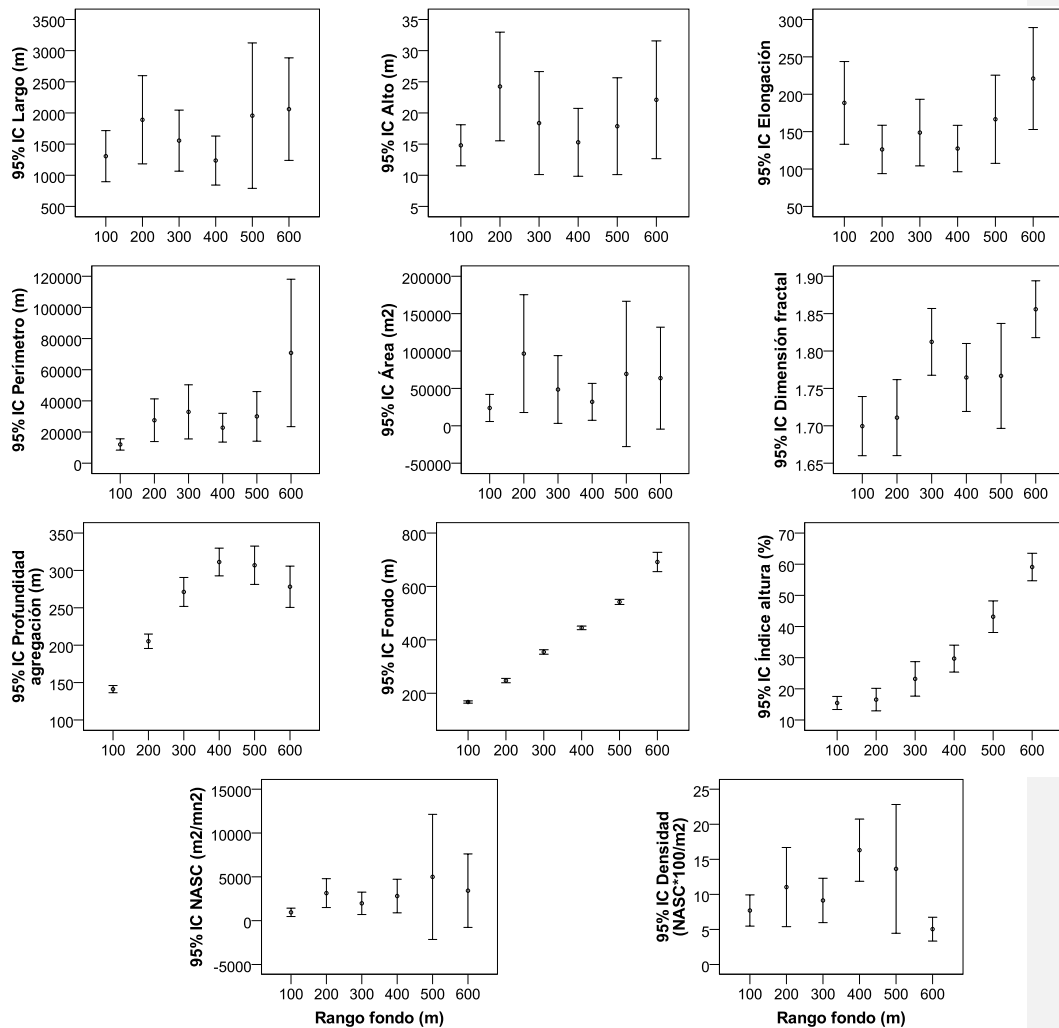


Figura 50. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos de largo, alto, elongaci3n, permetro, 3rea y dimensi3n fractal; descriptores batim3tricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura; descriptores de energa retrodispersada (NASC) y densidad ac3stica (NASC*100/m²). Seg3n rango de fondo. Agosto 2017.

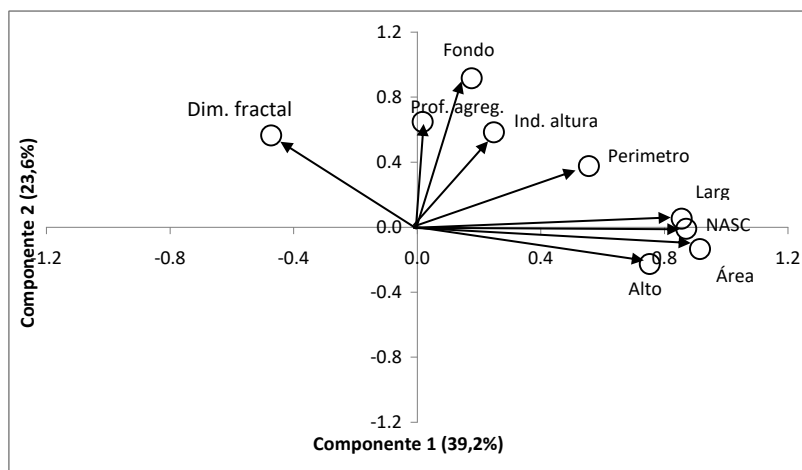


Figura 51. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes. Agosto 2017.

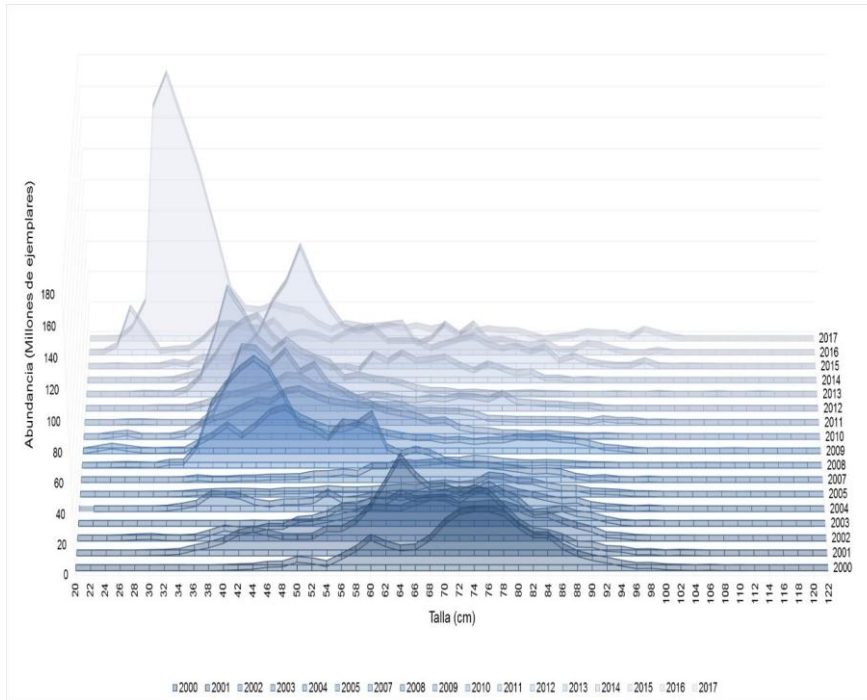


Figura 52. Abundancia (millones de ejemplares) a la talla hist3rica (2000 a 2017) merluza de cola.

T A B L A S



Tabla 1

Estimaciones de biomasa y abundancia de merluza de cola. Valores obtenidos en estudios de prospección acústica realizados en el período 1992-2016.

Año	Proyecto	Especie	Biomasa (t)	Abundancia (N°)
1992	FIP 92-02	Merluza de cola	591.000	-
1994	FIP 93-04	Merluza de cola	264.000	973.773.000
1996	FIP 96-38	Merluza de cola	501.252	418.035.460
2000	FIP 2000-14	Merluza de cola	574.415	606.600.000
2001	FIP 2001-19	Merluza de cola	431.900	453.300.000
2002	FIP 2002-19	Merluza de cola	242.784	283.310.000
2003	FIP 2003-09	Merluza de cola	188.600	215.467.000
2004	FIP 2004-07	Merluza de cola	180.557	164.887.962
2005	FIP 2005-04	Merluza de cola	162.779	161.285.145
2007	FIP 2007-12	Merluza de cola	231.176	584.205.692
2008	FIP 2008 11	Merluza de cola	251.481	355.578.564
2009	FIP 2009-09	Merluza de cola	206.184	382.737.551
2010	Pesca Investigación	Merluza de cola	208.276	382.737.511
2011	FIP 2011-04	Merluza de cola	220.867	451.096.433-
2012	FIP 2012-07	Merluza de cola	158.680	239.634.262
2013	FIP 2013-13	Merluza de cola	134.854	428.107.397
2014	ASIPA 2014	Merluza de cola	213.799	390.144.161
2015	ASIPA 2015	Merluza de cola	289.697	637.430.831
2016	ASIPA 2016	Merluza de cola	261.111	408.942.914



Tabla 2.

Principales características del AGS 61 "Cabo de Hornos".

Eslora (m)	74,1
Manga (m)	15,6
Puntal (m)	8,5
Calado (m)	5,8
Potencia instalada (hp)	4.023
Tonelaje registro grueso (t)	3.020

Tabla 3.

Calibración del sistema de ecointegración ER60. AGS 61 "Cabo de Hornos" frecuencia 38kHz.

Lugar	Valparaíso	
Fecha	31/07/2017	
Buque	AGS 61 - Cabo de Hornos	
Ecosonda	Simrad ER 60	
Transductor	ES38B	
Profundidad esfera	23 m	
Profundidad fondo	42 m	
Frecuencia	38 kHz	
Ganancia (TS gain)	26,94 dB	
TS esfera (Tungsteno)	-42,04 dB	
Corrección sA	-0,67 dB	
Ancho de banda	2,43 KHz	
Intervalo de muestreo	0,192 m	
Coefficiente de absorción	9,6 dB/km	
Velocidad del sonido	1495,6 m/s	
2-way beam angle	-20,6 dB	
	<u>Alongship</u>	<u>Athwartships</u>
Sensibilidad del ángulo	21,9	21,9
Ancho del haz	7,07°	7,11°
Desplazamiento del ángulo	-0,03°	-0,02°



Tabla 4

Escala de madurez sexual para merluza de cola, *Macruronus magellanicus*, basada en características macroscópicas y microscópicas de la gónada, según Balbontín y Fischer (1981), modificada por Troncoso, 2004.

Estadio gonadal	Características macroscópicas y microscópicas de la gónada
1 <i>Virginal:</i>	Gónada pequeña (menor a 5 cm), filiforme de pared delgada y con ovocitos muy pequeños, los cuales son translucidos y homogéneos por cuanto aún no se inicia el proceso de vitelogénesis. Los ovocitos deben medir 0,15 mm o menos
2 <i>Inmaduro:</i>	Gónada pequeña (app. 5 cm), de paredes firmes y gruesas. La vitelogénesis en la mayoría de los ovocitos se inicia entre los 0,15 y 0,18 mm. Existe una mezcla de ovocitos translucidos y vitelados. La mayoría de los ovocitos deben medir sobre los 0,15 mm y los mas grande deberían estar alrededor de los 0,35 a 0,45 mm.
3 <i>En maduración</i>	Gónada mediana (superior a 5 cm) de color amarillo pálido. En su mayoría los diámetros de los ovocitos deben encontrarse en un rango igual o superior a 0,45 mm y hasta los 0,85 mm, aunque puede que algunos pocos lleguen hasta los 0,89 mm sin hidratarse. Los ovocitos en este estado ya son visibles a simple vista..
4 <i>Maduro:</i>	Generalmente la gónada posee un mayor tamaño que en los estados anteriores, paredes delgadas, de color amarillo a blanco opaco transparente. Una característica propia de este estado es que un 15% o más de los ovocitos se encuentran hidratados y se puede observar la gota oleosa. A simple vista se aprecia la diferencia entre los hidratados (mas grandes y blanquecinos) y aquellos que no lo están (color amarillento). El diámetro de los ovocitos hidratados va desde 0,86 mm llegando a superar el milímetro de diámetro
5 <i>En regresión:</i>	Gónada de aproximadamente 6 cm, de paredes gruesas, rugosa y de coloración parda oscura a sanguinolenta, con escasos ovocitos visibles hidratados o en regresión (atrésicos). Ovocitos no visibles en su mayoría, con diámetros entre los 0,15 y 0,18 mm vitelados..



Tabla 5

Criterios citológicos e histológicos para la definición de estadios de madurez gonadal en peces teleósteos. FPO, folículo postovulatorio; VG, vesícula germinal.

Estadio gonadal	Caracterización histológica del parénquima gonadal
I Virginal	Parénquima representado por ovocitos premeióticos (ovocitos primarios en leptoteno) citoplasma basófilo, escaso, núcleo cromatínico. Lumen amplio y lamelas pequeñas de base ancha.
II Inmaduro	Lamelas largas, delgadas e interdigitadas invaden el lumen. Ovocitos de reserva no vitelados rodeados de una fina lámina células foliculares. VG central con numerosos nucléolos esféricos y periféricos. Citoplasma finamente granular altamente basófilo.
III Alveolo Cortical	Presencia de ovocitos con vesículas en el citoplasma cortical de diferente diámetro, cuyo contenido es producto de síntesis del ovocito. Citoplasma ligeramente basófilo. Externamente se visualiza una delgada zona radiata y células foliculares de plano a cúbicas. La presencia de vesículas corticales indica el debut de la actividad ovocitaria endógena.
IV Parcialmente Vitelado	Predominio de ovocitos en estado temprano de depositación de vitelo, sin abarcar más de 3/4 partes del citoplasma. Destaca la presencia de vesículas periféricas. VG esférica central multinucleolar. Zona radiata delgada.
V Vitelado	Citoplasma eosinófilo, cargado de glóbulos de vitelo. VG central multinucleolar. Zona radiata desarrollada. Células foliculares cúbicas bajas con núcleo central esférico y citoplasma claro.
VI Migrante	Citoplasma vitelado. VG periférica o ausente por reinicio de la meiosis.
VII Hidratado (Hialino)	Aumento considerable del diámetro ovocitario por ingreso de líquido. Disolución de vitelo por ingreso de fluidos adoptando el aspecto de placas en el citoplasma. La capa folicular pierde espesor.
VIII En Desove	Coexistencia de ovocitos hidratados y estructuras que evidencian desove reciente (FPO nuevos), conjuntamente con ovocitos en otros grados de vitelación.
IX Post Desove	Lamelas con predominio de ovocitos no vitelados (de reserva) y escasos ovocitos vitelados residuales, atresias folicular alfa y beta. Eventualmente folículos postovulatorios de estadio 5 o más.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 6.
Datos operacionales de los lances de pesca de identificación.

Lance	Fecha	Calado		Virado		Profundidad red (m)	Duración (hora)	Rumbo	Velocidad (nudos)	Distancia (mn)	Captura (kg)				Captura (kg) total lance	Proporción (%) lance			
		Hora	Latitud	Longitud	Hora	Latitud	Longitud				Merluza del sur	Merluza de cola	Merluza tres aletas	Otras		Merluza del sur	Merluza de cola	Merluza tres aletas	Otras
1	07-08-2017	0032	43°33,7'	75°18,7'	0100	43°32,5'	75°17,4'	330	0,5	030	3,8	1,5	83	88	70	241	34,6	36,4	29,0
2	07-08-2017	0433	43°50,1'	75°07,3'	0603	43°51'	75°09,3'	333	0,5	243	4,0	1,7	111	223	2	335	33,0	66,3	0,5
3	07-08-2017	1831	43°59,9'	75°16,3'	1911	44°01,7'	75°14,8'	386	0,7	001	3,6	2,1	63	90	23	176	35,8	50,9	13,3
4	07-08-2017	2210	44°05'	74°53,6'	2225	44°05'	74°54,7'	318	0,3	274	3,0	0,8	192	4.805	3	5.000	3,8	96,1	0,1
5	10-08-2017	1958	44°12,5'	75°09,5'	2026	44°12,2'	75°11,6'	313	0,5	271	3,4	1,5	123	677	0	800	15,3	84,6	0,0
6	11-08-2017	0052	44°14,8'	74°49,5'	0114	44°13,6'	74°49,9'	290	0,4	359	3,6	1,2	104	3.878	18	4.000	2,6	96,9	0,4
7	11-08-2017	0820	44°25,8'	75°20,6'	0900	44°27,6'	75°22,2'	353	0,7	231	3,4	2,2	79	341	2	422	18,8	80,8	0,4
8	11-08-2017	1356	44°35,2'	75°21,5'	1442	44°36,9'	75°23,6'	381	0,8	200	3,3	2,3	73	166	4	244	30,0	68,2	1,8
9	11-08-2017	2100	44°49,6'	75°33,1'	2146	44°47,2'	75°32,8'	447	0,8	000	3,4	2,4	586	180	3	777	75,5	23,2	0,9
10	12-08-2017	0445	45°05'	75°20,5'	0524	45°05'	75°23,4'	374	0,7	285	3,2	2,0	155	310	1	469	33,1	66,1	0,7
11	12-08-2017	1822	45°22,6'	75°28,3'	1825	45°22,4'	75°28,4'	350	0,1	345	3,0	0,2	26		27	53	48,8		51,2
12	13-08-2017	1711	45°18,1'	74°56,3'	1744	45°16,9'	74°58,4'	333	0,6	301	3,1	1,9	2.096	413	35	2.544	82,4	16,2	1,4
13	14-08-2017	0836	45°12,4'	75°09,1'	0849	45°12,8'	75°09,8'	366	0,2	227	3,6	0,7	191	2.809	0	3.000	6,4	93,6	0,0
14	14-08-2017	2015	45°39,9'	75°34,3'	2046	45°38,6'	75°35,7'	500	0,5	335	3,3	1,6	196	116	8	326	60,2	35,4	2,5
15	15-08-2017	0451	45°56,4'	75°32,7'	0510	45°56,4'	75°32,7'	280	0,3	246	3,5	0,0	1	5	6	12	6,2	44,4	45,7
16	15-08-2017	1520	45°52,3'	75°36,1'	1606	45°55'	75°35,4'	368	0,8	195	3,0	2,7	5	106	52	176	2,9	60,6	29,7
17	16-08-2017	0109	46°17,7'	75°23,6'	0145	46°19,1'	75°25,3'	384	0,6	227	3,1	1,8	43	2.957	0	3.000	1,4	98,6	0,0
18	16-08-2017	0817	46°31,2'	75°37,8'	0850	46°29,6'	75°38,8'	380	0,6	341	3,0	1,7	237	1.460	0	1.696	14,0	86,0	0,0
19	16-08-2017	1915	46°58,2'	75°38,1'	1945	46°56,9'	75°40,3'	387	0,5	320	3,3	1,5	281	173	15	585	48,0	29,6	2,6
20	17-08-2017	0210	46°45,2'	75°41,5'	0301	46°42,2'	75°42,3'	200	0,9	345	4,1	3,0	32	666	0	698	4,5	95,5	0,0
21	17-08-2017	0831	46°36,7'	75°38,7'	0914	46°38,7'	75°41,4'	366	0,7	197	3,4	2,3	105	726	9	856	12,2	84,8	1,0
22	17-08-2017	1555	46°22,3'	75°28,4'	1625	46°21'	75°29,6'	401	0,5	349	2,7	1,5	107	535	11	655	16,3	81,7	0,3
23	17-08-2017	2128	46°06,4'	75°30,4'	2224	46°03,8'	75°30'	440	0,9	033	2,9	2,6	379	139	13	577	65,8	24,1	2,3
Captura (kg) total											5.268	20.862	212	300	26.642				
Proporción (%)											19,8%	78,3%	0,8%	1,1%					



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

Tabla 7
Capturas por especie registradas en los lances de pesca de identificaci3n.

Lance	Fecha	Capturas (kg)											Total
		Merluza del sur	Merluza de cola	Merluza de tres aletas	Cojinoba Moteada	Br3tula	Reineta	Mict3fidos	Calamar	Tollo sargento	Congrio dorado	Otros	
1	07-08-2017	83	88		3		60	8					241
2	07-08-2017	111	223	0,3						2		0,0	335
3	07-08-2017	63	90				10	0,5	1	11		1	176
4	07-08-2017	192	4.805							3			5.000
5	10-08-2017	123	677	0,4									800
6	11-08-2017	104	3.878			1					4	12	4.000
7	11-08-2017	79	341					0,4		1		0	422
8	11-08-2017	73	166	0,2			4		0,2				244
9	11-08-2017	586	180	3			3			2	2	0,4	777
10	12-08-2017	155	310	1			3					0,3	469
11	12-08-2017	26					27						53
12	13-08-2017	2.096	413	1						4	31		2.544
13	14-08-2017	191	2.809										3.000
14	14-08-2017	196	116	6			3					5	326
15	15-08-2017	1	5	0,4			5						12
16	15-08-2017	5	106	12			52		0,3				176
17	16-08-2017	43	2.957										3.000
18	16-08-2017	237	1.460										1.696
19	16-08-2017	281	173	116	15								585
20	17-08-2017	32	666										698
21	17-08-2017	105	726	17								9	856
22	17-08-2017	107	535	11		1						0,4	655
23	17-08-2017	379	139	45			11					2	577
Captura total		5.268	20.862	212	18	3	179	8	2	24	37	29	26.642
Proporci3n (%)		19,8%	78,3%	0,8%	0,1%	<0,1%	0,7%	<0,1%	<0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	



Tabla 8

Resumen de la modelación geoestadística de merluza de cola para la zona total de estudio.

Recurso	Sub zona	Dirección	Modelo ajustado	Parámetros ajustados				Bondad ajuste sse	Predicción espacial	
				Psill	Total sill	Rango	Nugget		Media Kriging	Varianza geo
Merluza de cola	Zona total	Omnidireccional	Exponencial	3,49E+04	8,87E+05	3,6	0	39,79	461,39	1,58E+03
			Esférico	6,80E+05	8,81E+05	3,6	0	39,85	458,35	1,59E+03

Tabla 9.

Estimados de biomasa, límites de confianza y densidad de merluza de cola.

Método	Área (mn ²)	Biomasa (t)	Densidad (t*mn ⁻²)
Bootstrap	2.081	326.074 [316.588 – 335.560]	156,7
Geoestadístico	2.081	289.935 [236.222 – 286.000]	139,3

Tabla 10.

Estimados de abundancia total de merluza de cola y participación por sexo.

Sexo	Abundancia (N°)	Participación (%)
Machos	431.837.479	45
Hembras	526.907.437	55
Total	958.744.916	100



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 11.
Estimaciones del tamaño stock, peso promedio y proporción sexual, cruceros 2000 – 2017.

Merluza de cola																	
Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
B (x103)	501,3	574,4	431,9	242,8	188,6	146,0	162,8	229,8	251,5	208,3	220,9	158,7	134,9	213,8	289,7	261,1	289,9
A (x10 ⁵)	418	656	453	237	231	133	161	584	356	383	451	240	428	390	637	409	959
wprom (g)	1.199	876	953	1.023	818	1.095	1.010	393	707	544	490	662	315	548	454	639	281
Proporción (%) M:H en número	76 : 24	36 : 64	45 : 55	35 : 65	58 : 42	39 : 61	47 : 53	52 : 48	43 : 57	55 : 45	46 : 54	42 : 58	46 : 54	55 : 45	43 : 57	49 : 51	45 : 55
Proporción (%) M:H en peso	70 : 30	32 : 68	39 : 61	31 : 69	48 : 52	33 : 67	39 : 61	47 : 53	36 : 64	50 : 50	43 : 57	43 : 57	41 : 59	48 : 52	47 : 53	43 : 57	31 : 69
B=biomasa (t) A=Abundancia (nº de ejemplares) wprom= (B/A)																	

Tabla 12
Parámetros de la relación peso - longitud de merluza del sur, crucero de evaluación agosto del 2017.

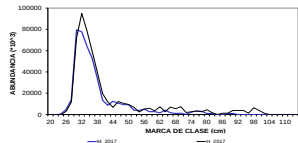
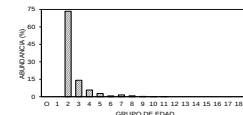
Sexo	Parámetros	Merluza de cola
Machos	a	0,00163999
	intervalo	0,0014330 0,0018769
	b	3.137002832
	intervalo	3,1005244 3,1734813
	N	673
	r²	0,977006815
Hembras	a	0,001331199
	intervalo	0,0012017 0,0014747
	b	3.188539833
	intervalo	3,1613232 3,2157565
	N	690
	r²	0,987163763
Ambos	a	0,0014633
	intervalo	0,0013484 0,0015880
	b	3.165547676
	intervalo	3,1436270 3,1874684
	N	1363
	r²	0,983323797



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 13
Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, machos. Crucero de evaluación 2017.
(Abundancia Total= 958.744.916. Ejemplares; Machos= 431.837.479; Hembras= 526.907.436).

TALLAS (cm)	FREC.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20 - 21																		
22 - 23																		
24 - 25	333.806			333.806														
26 - 27	4.844.865			4.844.865														
28 - 29	13.883.847			13.883.847														
30 - 31	79.600.910			79.600.910														
32 - 33	77.735.612			76.296.064	1.439.548													
34 - 35	64.106.641			60.846.981	3.259.660													
36 - 37	52.950.920			47.802.914	5.148.006													
38 - 39	33.741.514			26.993.211	6.748.303													
40 - 41	13.239.034			6.017.743	7.221.291													
42 - 43	8.700.771			669.290	7.362.180	669.290												
44 - 45	12.465.643			10.265.824	2.199.819													
46 - 47	10.583.540			8.315.639	2.267.902													
48 - 49	9.353.616			8.852.301	3.401.315													
50 - 51	9.217.272			4.189.669	5.027.603													
52 - 53	4.019.924				2.679.949	1.339.975												
54 - 55	3.863.175			1.287.725	1.287.725	1.287.725												
56 - 57	5.120.273				3.413.516	1.706.758												
58 - 59	2.683.250				1.677.031	1.006.219												
60 - 61	2.728.732				909.577	1.819.155												
62 - 63	1.567.477				313.495	940.486	313.495											
64 - 65	4.201.723				1.050.431	3.151.293												
66 - 67	1.726.424					1.726.424												
68 - 69	1.016.715					406.686	406.686	203.343										
70 - 71	1.233.672					308.418	616.836	308.418										
72 - 73	230.289							230.289										
74 - 75	2.237.055							2.237.055										
76 - 77	3.399.384							1.699.692	849.846	849.846								
78 - 79	3.037.863							1.518.932	1.518.932									
80 - 81	1.003.383							501.691	501.691									
82 - 83	1.003.383								1.003.383									
84 - 85																		
86 - 87																		
88 - 89	1.003.383												1.003.383					
90 - 91	1.003.383													1.003.383				
92 - 93																		
94 - 95																		
96 - 97																		
98 - 99																		
100 - 101																		
102 - 103																		
104 - 105																		
106 - 107																		
108 - 109																		
110 - 111																		
112 - 113																		
114 - 115																		
116 - 117																		
118 - 119																		
120 - 121																		
122 - 123																		
124 - 125																		
126 - 127																		
128 - 129																		
130 - 131																		
132 - 133																		
TOTAL	431.837.479			317.289.631	61.190.157	24.897.653	11.966.714	3.063.441	6.699.419	3.372.161	1.351.537	1.003.383	1.003.383					
PORCENTAJE				73,47	14,17	5,77	2,77	0,71	1,55	0,78	0,31	0,23	0,23					
TALLA PROM. (cm)				33,4	42,9	52,0	60,0	67,2	75,9	79,2	78,0	88,5	90,5					
VARIANZA				9,19	24,61	28,87	22,65	4,95	7,26	5,30	3,73							
PESO PROM (g)				101,5	226,7	410,6	632,5	887,4	1.304,7	1.486,4	1.415,7	2.100,9	2.253,5					





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 14

Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, hembras. Crucero de evaluación 2017.
(Abundancia Total= 958.744.916. Ejemplares; Machos= 431.837.479; Hembras= 526.907.436).

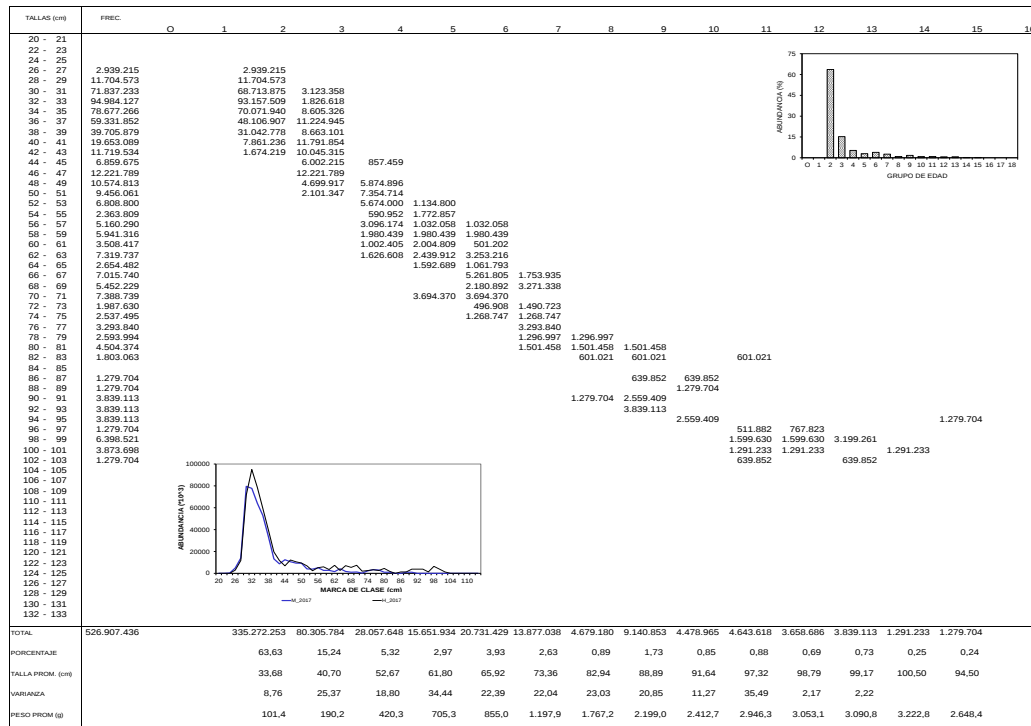




Tabla 15

Abundancia por grupo de edad y desviación estándar para merluza de cola por sexo y proporción de ambos según grupo de edad. Crucero de evaluación 2017.

GE	Machos		Hembras		Ambos	
	Número	s.d.	Número	s.d.	Número	%
I	0	0	0	0	0	0,0
II	317.289.631	12.744.313	335.272.253	14.237.985	652.561.883	68,1
III	61.190.157	5.499.286	80.305.784	7.454.921	141.495.941	14,8
IV	24.897.653	3.792.930	28.057.648	3.996.094	52.955.302	5,5
V	11.966.714	2.544.120	15.651.934	3.731.206	27.618.648	2,9
VI	3.063.441	547.988	20.731.429	4.362.887	23.794.870	2,5
VII	6.699.419	1.928.193	13.877.038	3.282.582	20.576.457	2,1
VIII	3.372.161	1.743.978	4.679.180	2.441.010	8.051.341	0,8
IX	1.351.537	987.505	9.140.853	2.185.581	10.492.390	1,1
X	1.003.383	38.160	4.478.965	1.439.830	5.482.348	0,6
XI	1.003.383	38.173	4.643.618	2.262.480	5.647.001	0,6
XII	0	0	3.658.686	2.082.658	3.658.686	0,4
XIII	0	0	3.839.113	1.958.816	3.839.113	0,4
XIV	0	0	1.291.233	1.291.233	1.291.233	0,1
XV	0	0	1.279.704	1.279.704	1.279.704	0,1
XVI	0	0	0	0	0	0,0
Tot	431.837.479	16.423.224	526.907.436	20.038.832	958.744.916	100

Tabla 16

Estimaciones de Grupo de Edad (GE) al 50% de madurez para merluza de cola, intervalo de confianza (IC), límites (LI: Límite inferior, LS: Límite superior) y número de muestras analizadas (n), por sexo, para años que forman parte de la serie histórica de cruceros de evaluación.

Merluza de cola													
Sexo	Parámetro	2002	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Machos	GE _{50%}	3,3	3,2	3,6	3,1	2,6	2,8	3,0	2,6	4,2	3,4	3,2	3,5
	IC LI	2,0	2,8	3,4	2,8	1,5	2,2	2,6	1,9	3,4	3,0	2,7	3,2
	IC LS	4,1	3,8	4,2	4,0	3,8	3,8	3,7	3,6	4,6	3,9	3,8	4,5
	n	684	258	453	450	454	403	444	410	415	410	428	413
Hembras	GE _{50%}	4,1	3,9	5,0	3,8	4,1	3,5	3,5	4,3	4,6	4,7	3,7	4,1
	IC LI	3,6	3,4	4,1	3,2	3,9	3,3	2,3	3,8	4,2	4,0	3,4	3,8
	IC LS	4,6	4,8	6,1	4,3	4,8	3,7	4,5	4,8	4,8	5,0	3,9	4,3
	n	655	355	453	458	455	421	443	440	458	450	450	450



Tabla 17.

Índices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza del sur *Macruronus magellanicus*, desde el 7 al 17 de agosto de 2017. LT, longitud promedio; EMS, estadio de madurez sexual; IGS, índice gonadosomático. El cálculo del % de EMS considera peces inmaduros y maduros.

Período Agosto	N Lances	N Hembras maduras	LT Hembras maduras (cm)	% EMS 3	% EMS 4	% EMS 5	IGS
7 al 11	9	105	71,22	22,09	16,28	2,33	10,2
12 al 14	4	54	65,65	13,54	42,71	0	12,7
15 al 17	9	6	46,66	3,92	0	0	5,1



Tabla 18.

Proporción de hembras maduras a la talla y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Macrurus magellanicus* en agosto de 2017, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.

LT (cm)	Proporción Maduras	Límite Inferior	Límite superior
29	0	0	0,01
30	0	0	0,01
31	0,01	0	0,01
32	0,01	0	0,01
33	0,01	0	0,02
34	0,01	0	0,02
35	0,02	0,01	0,03
36	0,02	0,01	0,04
37	0,03	0,01	0,05
38	0,04	0,02	0,06
39	0,05	0,02	0,08
40	0,07	0,03	0,10
41	0,09	0,05	0,12
42	0,11	0,07	0,15
43	0,14	0,09	0,19
44	0,18	0,12	0,23
45	0,22	0,15	0,29
46	0,27	0,19	0,35
47	0,33	0,24	0,41
48	0,39	0,29	0,49
49	0,46	0,35	0,56
50	0,52	0,41	0,64
51	0,59	0,47	0,71
52	0,66	0,54	0,77
53	0,72	0,60	0,83
54	0,77	0,66	0,87
55	0,81	0,72	0,91
56	0,85	0,77	0,94
57	0,88	0,81	0,96
58	0,91	0,84	0,97
59	0,93	0,87	0,98
60	0,94	0,90	0,99
61	0,96	0,92	0,99
62	0,97	0,94	1
63	0,98	0,95	1
64	0,98	0,96	1
65	0,99	0,97	1
66	0,99	0,98	1

LT (cm)	Proporción Maduras	Límite Inferior	Límite superior
67	1	0,98	1
68	1	1	1
69	1	1	1
70	1	1	1
71	1	1	1
72	1	1	1
73	1	1	1
74	1	1	1
75	1	1	1
76	1	1	1
77	1	1	1
78	1	1	1
79	1	1	1
80	1	1	1
81	1	1	1
82	1	1	1
83	1	1	1
84	1	1	1
85	1	1	1
86	1	1	1
87	1	1	1
88	1	1	1
89	1	1	1
90	1	1	1
91	1	1	1
92	1	1	1
93	1	1	1
94	1	1	1
95	1	1	1
96	1	1	1
97	1	1	1
98	1	1	1
99	1	1	1
100	1	1	1
101	1	1	1
102	1	1	1
103	1	1	1
104	1	1	1



Tabla 19.

Talla media de madurez sexual estimada por un ajuste de máxima verosimilitud mediante el ajuste a una función logística y posteriormente por un procedimiento no lineal y talla de madurez estimada mediante el cálculo del incremento relativo del IGS (IR.IGS) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 1996 a 2017.

Año	Modelo lineal	Modelo no lineal	Incremento IGS	Fuente
Ago-sept 1996		54,4		Chong (2000)
Agosto 2001		56,7	47	Lillo <i>et al.</i> (2002)
Julio-ago 2002		53,3	42	Lillo <i>et al.</i> (2003)
Agosto 2003		Sin ajuste		Lillo <i>et al.</i> (2004)
Ago-sept. 2004		Sin ajuste		Lillo <i>et al.</i> (2005)
Agosto 2005		55,7	44	Córdova <i>et al.</i> (2006)
Ago-sept. 2007		47,2	41	Lillo <i>et al.</i> (2008)
Agosto 2008		Sin ajuste		Lillo <i>et al.</i> (2009)
Agosto 2009		Sin ajuste		Lillo <i>et al.</i> (2010)
Agosto 2010	45,0	44,2	42	Lillo <i>et al.</i> (2011)
Agosto 2011	45,8	44,6	42	Lillo <i>et al.</i> (2012)
Agosto 2012	48,9	48,8	44	Lillo <i>et al.</i> (2013)
Agosto 2013	54,5	54,8	43	Saavedra <i>et al.</i> (2014)
Agosto 2014	56,5	57,0	44	Saavedra <i>et al.</i> (2015)
Agosto 2015	52,4	51,3	40	Saavedra <i>et al.</i> (2016)
Agosto 2016	48,8	49,0	43	Saavedra <i>et al.</i> (2017)
Agosto 2017	49,6	49,7	43	Presente estudio

Tabla 20.

Proporción de hembras maduras a la edad y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2017.

Grupo de Edad	Proporción Maduras	Límite Inferior	Límite Superior
1	0	0	0,01
2	0,02	0,01	0,04
3	0,17	0,11	0,23
4	0,64	0,51	0,77
5	0,94	0,88	1
6	0,99	0,98	1
7	1	1	1
8	1	1	1
9	1	1	1
10	1	1	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	1	1
14	1	1	1
15	1	1	1



Tabla 21.

Fecundidad promedio y fecundidad del total de las hembras maduras de la muestra calculada en estudios realizados en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 1996 a 2017.

Año	Fecundidad modal	Fecundidad de muestra total	Fuente
Agosto-sept. 1996	444.798	Sin datos	Chong (2000)
Agosto 2001	261.593	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2002)
Julio-agosto 2002	701.431	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2003)
Agosto 2003	363.041	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2004)
Agosto-sept. 2004	375.906	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2005)
Agosto 2005	631.421	630.982	Córdova <i>et al.</i> (2006)
Agosto-sept. 2007	625.709	630.230	Lillo <i>et al.</i> (2008)
Agosto 2008	440.123	424.380	Lillo <i>et al.</i> (2009)
Agosto 2009	615.807	436.687	Lillo <i>et al.</i> (2010)
Agosto 2010	581.604	391.639	Lillo <i>et al.</i> (2011)
Agosto 2011	642.409	414.678	Lillo <i>et al.</i> (2012)
Agosto 2012	642.146	445.380	Lillo <i>et al.</i> (2013)
Agosto 2013	440.610	325.483	Saavedra <i>et al.</i> (2014)
Agosto 2014	575.736	508.524	Saavedra <i>et al.</i> (2015)
Agosto 2015	641.329	446.217	Saavedra <i>et al.</i> (2016)
Agosto 2016	638.695	294.672	Saavedra <i>et al.</i> (2017)
Agosto 2017	786.460	438.184	Presente estudio



Tabla 22

Listado de las especies capturadas durante la evaluación directa de merluza de cola, año 2017. CT_{est} ($kg \cdot 0,5h^{-1}$): Captura total estandarizada. $IRCT(\%)$: Importancia relativa respecto captura total estandarizada. CT_{estFA} ($kg \cdot 0,5h^{-1}$): Captura total estandarizada fauna acompañante. $IRFA(\%)$: Importancia relativa respecto captura total estandarizada, fauna acompañante.

Nombre común	Nombre científico	CT _{est}	IRCT (%)	Fauna acompañante	
				CT _{estFA}	IRFA (%)
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	30.353	84,3		
Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>	5.199	14,4		
Merluza de tres aletas	<i>Micromesistius australis</i>	180	0,5	180	38,4
Reineta	<i>Brama australis</i>	167	0,5	167	35,6
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	36	0,1	36	7,6
No Identificado	No Identificado	29	0,1	29	6,2
Tollo pajarito	<i>Deania calcea</i>	26	0,1	26	5,5
Cojinoba moteada	<i>Seriotelella punctata</i>	18	<0,1	18	3,8
Mictóforo	<i>Myctophum</i> sp.	9	<0,1	9	1,9
Brótula	<i>Salilota australis</i>	3	<0,1	3	0,7
Calamar	No Identificado	2	<0,1	2	0,4

Tabla 23

Lista de las especies que componen la fauna acompañante de merluza de cola. CT_{est} ($kg \cdot 0,5h^{-1}$): Captura total estandarizada. $IRFA(\%)$: Importancia relativa respecto captura total estandarizada, fauna acompañante.

Fauna acompañante Merluza de cola			
Nombre común	Nombre científico	CT _{est}	IRFA (%)
Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>	5.199	91,7
Merluza de tres aletas	<i>Micromesistius australis</i>	180	3,2
Reineta	<i>Brama australis</i>	167	2,9
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	36	0,6
No Identificado	No Identificado	29	0,5
Tollo pajarito	<i>Deania calcea</i>	26	0,5
Cojinoba moteada	<i>Seriotelella punctata</i>	18	0,3
Mictóforo	<i>Myctophum</i> sp.	9	0,2
Brótula	<i>Salilota australis</i>	3	0,1
Calamar	No Identificado	2	<0,1



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 24

Listado de las especies más recurrentes capturadas durante los cruceros de evaluación directa de merluza de cola, aguas exteriores, realizados entre los años 2000 y 2017, y su importancia relativa respecto de la captura total estandarizada por crucero.

Nombre común	Nombre científico	Símbolo*	CRUCEROS DE EVALUACIÓN																
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>	mau	21,5	25,1	36,1	10,7	11,6	11,8	6,7	7,4	19,9	16,1	9,4	15,4	53,1	31,6	11,9	18,8	14,4
Merluza de tres aletas	<i>Micromesistius australis</i>	mia	<0,1	24,4			26,0	5,0		1,8	<0,1		8,6	1,5	4,8	8,5	0,9	0,4	0,5
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	mma	77,8	50,3	63,7	79,6	58,5	83,1	91,5	88,9	71,6	83,5	79,2	82,4	41,2	56,9	85,9	78,4	84,3
Brótula	<i>Sallota australis</i>	sau	<0,1						0,1		0,1	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	gbl	0,2	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,3	0,1
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>								<0,1										
Pejegallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>								<0,1										
Granadero chileno	<i>Coelorrinchus chilensis</i>		<0,1															<0,1	
Tollo	<i>Mustelus mento</i>								0,1										
Tollo de cachos	<i>Squalus acanthias</i>		<0,1				<0,1						<0,1	<0,1	<0,1				
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>	sac					0,1			0,1	0,4		<0,1					0,2	
Reineta	<i>Brama australis</i>	tmu				0,1	0,5	0,1	0,2	0,4	1,9	0,3	1,3	0,2	0,4	1,1	0,4	0,5	0,5
Cojinoba moteada	<i>Seriotelella punctata</i>	bau	<0,1	0,1	0,1		0,4		0,1		0,4	<0,1		<0,1	<0,1	1,6	0,6	1,2	<0,1
Calamar	<i>Cephalopoda</i>	spu												<0,1	0,1				
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>					9,4	2,7		<0,1	1,3	5,7	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	0,3		
Cojinoba azul	<i>Seriotelella violacea</i>	dgi											1,4						
Sierra	<i>Thyrstites atun</i>												<0,1	<0,1				0,1	
Mictófono	<i>Myctophidae</i>							<0,1							0,4	<0,1	<0,1		<0,1
Tiburón sardinero	<i>Lamna nasus</i>																0,1		
Cojinoba del sur	<i>Seriotelella caerulea</i>		0,4	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	1,1						<0,1				
Calamar illex	<i>Illex sp.</i>	sca													<0,1				<0,1
Anguila espinosa	<i>Notacanthus sexspinis</i>																	<0,1	
Willy	<i>Melanostigma gelatinosum</i>																	<0,1	
Tollo pajarito	<i>Deania calcea</i>																<0,1	0,1	0,1
No identificado	<i>No identificado</i>			<0,1	<0,1											0,1			0,1



Tabla 25.

Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas. Agosto 2017.

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	310	15,0	17.285	1.580	884,0	2.159	1,37
Alto (m)	310	1,36	164,17	18,23	9,32	24,22	1,33
Elongación	310	0,2	1.100,9	159,7	105,3	178,1	1,11
Perímetro (m)	310	192,0	535.330	28.372	9.969	60.936	2,15
Área (m ²)	310	104,0	1.912.382	51.181	5.694	184.048	3,60
Dimensión fractal	310	1,1605	2,0566	1,7555	1,7743	0,1791	0,10
Profundidad agregación (m)	310	95,3	482,19	239,58	230,41	88,48	0,37
Fondo (m)	310	111,93	996,15	363,33	348,13	174,37	0,48
Índice altura (%)	310	0,24	86,25	27,39	23,94	19,98	0,73
NASC (m ² /mn ²)	310	100,0	108.722	2.569	341,0	8.784	3,42
Densidad (NASC*100/m ²)	310	1,519	140,722	10,669	5,544	16,319	1,53



Tabla 26.

Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2017.

Dentro cañones	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.tip.	CV
Largo (m)	87	74,0	17.285	1.888	973,0	2.582	1,37
Alto (m)	87	1,49	111,26	13,5	5,73	18,11	1,34
Elongación	87	8,6	823,0	187,3	160,8	155,7	0,83
Perímetro (m)	87	752,0	535.330	44.466	12.717	97.050	2,18
Área (m ²)	87	291,0	1.486.596	61.590	4.168	205.473	3,34
Dimensión fractal	87	1,2765	2,0566	1,8366	1,852	0,1334	0,07
Profundidad agregación (m)	87	98,9	482,2	278,2	285,3	94,3	0,34
Fondo (m)	87	111,9	996,2	408,0	409,9	186,4	0,46
Índice altura (%)	87	0,24	71,58	25,28	24,04	20,69	0,82
NASC (m ² /mn ²)	87	101,0	108.722	4.134	303,0	14.650	3,54
Densidad (NASC*100/m ²)	87	1,52	66,02	9,49	5,62	11,38	1,20

Fuera cañones	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. tip	CV
Largo (m)	223	15,0	15.787	1.460	773,0	1.964	1,35
Alto (m)	223	1,36	164,17	20,07	11,33	26,03	1,30
Elongación	223	0,2	1.100,9	149,0	81,9	185,3	1,24
Perímetro (m)	223	192,0	317.560	22.093	9.479	37.128	1,68
Área (m ²)	223	104,0	1.912.382	47.120	5.799	175.312	3,72
Dimensión fractal	223	1,1605	2,0418	1,7239	1,7377	0,1849	0,11
Profundidad agregación (m)	223	95,3	451,66	224,51	216,58	81,46	0,36
Fondo (m)	223	135,2	794,4	345,9	325,6	166,7	0,48
Índice altura (%)	223	0,35	86,25	28,21	23,94	19,68	0,70
NASC (m ² /mn ²)	223	100,0	32.378	1.959	344,0	4.789	2,44
Densidad (NASC*100/m ²)	223	1,57	140,72	11,13	5,38	17,88	1,61



Tabla 27.

Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2017.

Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Largo (m)	Inter-grupos	1,15E+07	1	1,15E+07	2,471	0,117
	Intra-grupos	1,43E+09	308	4,64E+06		
	Total	1,44E+09	309			
Alto (m)	Inter-grupos	2,70E+03	1	2,70E+03	4,660	0,032
	Intra-grupos	1,79E+05	308	5,80E+02		
	Total	1,81E+05	309			
Elongación	Inter-grupos	9,20E+04	1	9,20E+04	2,918	0,089
	Intra-grupos	9,71E+06	308	3,15E+04		
	Total	9,80E+06	309			
Perímetro (m)	Inter-grupos	3,13E+10	1	3,13E+10	8,646	0,004
	Intra-grupos	1,12E+12	308	3,62E+09		
	Total	1,15E+12	309			
Área (m ²)	Inter-grupos	1,31E+10	1	1,31E+10	0,386	0,535
	Intra-grupos	1,05E+13	308	3,39E+10		
	Total	1,05E+13	309			
Dimensión fractal	Inter-grupos	7,95E-01	1	7,95E-01	26,865	3,96E-07
	Intra-grupos	9,12E+00	308	2,96E-02		
	Total	9,91E+00	309			
Profundidad agregación (m)	Inter-grupos	1,80E+05	1	1,80E+05	24,813	1,05E-06
	Intra-grupos	2,24E+06	308	7,27E+03		
	Total	2,42E+06	309			
Fondo (m)	Inter-grupos	2,41E+05	1	2,41E+05	8,103	0,005
	Intra-grupos	9,15E+06	308	2,97E+04		
	Total	9,40E+06	309			
Índice altura (%)	Inter-grupos	5,38E+02	1	5,38E+02	1,350	0,246
	Intra-grupos	1,23E+05	308	3,99E+02		
	Total	1,23E+05	309			
NASC (m ² /mn ²)	Inter-grupos	2,96E+08	1	2,96E+08	3,872	0,050
	Intra-grupos	2,35E+10	308	7,65E+07		
	Total	2,38E+10	309			
Densidad (NASC*100/m ²)	Inter-grupos	1,69E+02	1	1,69E+02	0,634	0,426
	Intra-grupos	8,21E+04	308	2,67E+02		
	Total	8,23E+04	309			



Tabla 28.

Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas en cañones 1, 2, y 3. Agosto 2017.

Cañ3n 1	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	CV
Largo (m)	43	91,0	17.285	2.547	1.226	3.362	1,32
Alto (m)	43	1,49	111,26	16,69	7,61	23,29	1,39
Elongaci3n	43	8,6	823,0	216,2	200,8	159,6	0,74
Perímetro (m)	43	1.858	535.330	68.387	14.391	131.538	1,92
Área (m ²)	43	505,0	1.486.596	104.264	6.779	285.379	2,74
Dimensi3n fractal	43	1,2765	2,0413	1,8499	1,8857	0,1462	0,08
Profundidad agregaci3n (m)	43	99,9	460,9	271,6	303,1	90,7	0,33
Fondo (m)	43	116,8	996,2	467,3	480,5	216,1	0,46
Índice Altura (%)	43	0,24	71,58	34,8	38,18	20,9	0,60
NASC (m ² /mn ²)	43	105,0	108.722	7.083	378,0	20.371	2,88
Densidad (NASC*100/m ²)	43	2,76	66,02	8,95	4,84	12,21	1,37

Cañ3n 2	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	CV
Largo (m)	27	74,0	3.785	1.155	584,0	1.182	1,02
Alto (m)	27	2,12	46,56	8,43	4,55	10,22	1,21
Elongaci3n	27	15,0	681,5	182,9	131,3	179,1	0,98
Perímetro (m)	27	752,0	65.837	14.136	5.011	18.550	1,31
Área (m ²)	27	291,0	110.290	15.819	2.338	30.371	1,92
Dimensi3n fractal	27	1,3706	2,0566	1,814	1,8352	0,1345	0,07
Profundidad agregaci3n (m)	27	174,6	482,2	313,8	302,4	89,2	0,28
Fondo (m)	27	177,1	682,3	357,5	345,0	124,9	0,35
Índice Altura (%)	27	1,06	54,92	9,54	4,25	12,0	1,26
NASC (m ² /mn ²)	27	101,0	12.497	1.149	221,0	2.683	2,34
Densidad (NASC*100/m ²)	27	1,52	63,95	12,0	8,59	12,44	1,04

Cañ3n 3	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	CV
Largo (m)	17	264,0	5.041	1.383	890,0	1.240	0,90
Alto (m)	17	2,29	36,95	13,48	12,46	9,95	0,74
Elongaci3n	17	21,2	250,2	121,3	136,4	65,7	0,54
Perímetro (m)	17	3.177	142.865	32.133	17.605	37.371	1,16
Área (m ²)	17	846,0	174.698	26.346	10.785	43.561	1,65
Dimensi3n fractal	17	1,6601	1,9814	1,839	1,8568	0,0936	0,05
Profundidad agregaci3n (m)	17	98,9	466,6	238,3	241,7	96,7	0,41
Fondo (m)	17	111,9	569,6	338,0	360,5	140,6	0,42
Índice Altura (%)	17	5,56	52,91	26,19	29,42	16,07	0,61
NASC (m ² /mn ²)	17	106,0	10.418	1.415	623,0	2.498	1,77
Densidad (NASC*100/m ²)	17	3,34	25,24	6,85	4,19	5,87	0,86



Tabla 29.

Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores entre cañones. Agosto 2017.

Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Largo (m)	Inter-grupos	3,75E+07	2	1,87E+07	2,940	0,058
	Intra-grupos	5,36E+08	84	6,38E+06		
	Total	5,73E+08	86			
Alto (m)	Inter-grupos	1,13E+03	2	5,67E+02	1,758	0,179
	Intra-grupos	2,71E+04	84	3,22E+02		
	Total	2,82E+04	86			
Elongación	Inter-grupos	1,10E+05	2	5,52E+04	2,351	0,102
	Intra-grupos	1,97E+06	84	2,35E+04		
	Total	2,08E+06	86			
Perímetro (m)	Inter-grupos	5,20E+10	2	2,60E+10	2,883	0,062
	Intra-grupos	7,58E+11	84	9,02E+09		
	Total	8,10E+11	86			
Área (m ²)	Inter-grupos	1,56E+11	2	7,80E+10	1,885	0,158
	Intra-grupos	3,47E+12	84	4,14E+10		
	Total	3,63E+12	86			
Dimensión fractal	Inter-grupos	2,14E-02	2	1,07E-02	0,597	0,553
	Intra-grupos	1,51E+00	84	1,80E-02		
	Total	1,53E+00	86			
Profundidad agregación (m)	Inter-grupos	6,31E+04	2	3,16E+04	3,775	0,027
	Intra-grupos	7,02E+05	84	8,36E+03		
	Total	7,65E+05	86			
Fondo (m)	Inter-grupos	3,04E+05	2	1,52E+05	4,751	0,011
	Intra-grupos	2,68E+06	84	3,19E+04		
	Total	2,99E+06	86			
Índice altura (%)	Inter-grupos	1,06E+04	2	5,30E+03	16,964	0,000
	Intra-grupos	2,62E+04	84	3,12E+02		
	Total	3,68E+04	86			
NASC (m ² /mn ²)	Inter-grupos	7,40E+08	2	3,70E+08	1,755	0,179
	Intra-grupos	1,77E+10	84	2,11E+08		
	Total	1,85E+10	86			
Densidad (NASC*100/m ²)	Inter-grupos	3,01E+02	2	1,51E+02	1,166	0,316
	Intra-grupos	1,08E+04	84	1,29E+02		
	Total	1,11E+04	86			



Tabla 30.

Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas por zona. Agosto 2017.

Zona 1	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	CV
Largo (m)	74	91,0	17.285	2.289	1.153	2.857	1,25
Alto (m)	74	1,49	164,17	18,26	8,03	29,2	1,60
Elongación	74	7,6	823,0	187,4	138,0	152,3	0,81
Perímetro (m)	74	1.858	535.330	48.419	13.402	103.235	2,13
Área (m ²)	74	505,0	1.486.596	93.950	7.524	261.125	2,78
Dimensión fractal	74	1,1616	2,0413	1,8024	1,8104	0,1656	0,09
Profundidad agregación (m)	74	99,9	460,9	242,4	224,2	86,4	0,36
Fondo (m)	74	116,8	996,2	404,3	383,5	198,8	0,49
Índice Altura (%)	74	0,24	71,58	32,96	35,1	21,22	0,64
NASC (m ² /mn ²)	74	105,0	108.722	5.464	379,0	16.074	2,94
Densidad (NASC*100/m ²)	74	1,67	66,02	7,7	4,47	9,95	1,29

Zona 2	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	CV
Largo (m)	108	15,0	8.640	1.556	1.044	1.606	1,03
Alto (m)	108	1,36	147,52	11,38	6,81	17,15	1,51
Elongación	108	1,6	949,2	213,3	141,9	205,8	0,96
Perímetro (m)	108	192,0	317.560	26.902	10.079	44.544	1,66
Área (m ²)	108	104,0	707.757	29.340	4.880	82.629	2,82
Dimensión fractal	108	1,1605	2,0566	1,7886	1,8347	0,1817	0,10
Profundidad agregación (m)	108	102,31	482,19	271,19	259,37	89,8	0,33
Fondo (m)	108	135,2	794,4	402,7	413,6	156,5	0,39
Índice Altura (%)	108	1,06	86,25	26,52	22,03	22,06	0,83
NASC (m ² /mn ²)	108	100,0	32.378	1.882	313,0	4.883	2,60
Densidad (NASC*100/m ²)	108	1,52	140,72	16,33	5,97	24,61	1,51

Zona 3	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	CV
Largo (m)	128	17,0	15.787	1.190	484	2008	1,69
Alto (m)	128	1,89	124,16	23,98	14,86	24,83	1,04
Elongación	128	0,2	1.100,9	98,5	42,1	146,6	1,49
Perímetro (m)	128	655,0	169.125	18.022	7106	29878	1,66
Área (m ²)	128	472,0	1.912.382	44.883	5256	189630	4,23
Dimensión fractal	128	1,1832	2,0184	1.7005	1.7055	0.1709	0,10
Profundidad agregación (m)	128	95,3	466,63	211,28	193,83	79,37	0,38
Fondo (m)	128	111,9	674,0	306,5	229,6	158,3	0,52
Índice Altura (%)	128	0,35	72,96	24,9	21,68	16,65	0,67
NASC (m ² /mn ²)	128	102,0	30.019	1476	327	3558	2,41
Densidad (NASC*100/m ²)	128	1,57	44,857	7,605	5,957	6,243	0,82



Tabla 31.

Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores según zona. Agosto 2017.

		Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Largo (m)	Inter-grupos	5,67E+07	2	2,83E+07	6,287	0,002
	Intra-grupos	1,38E+09	307	4,51E+06		
	Total	1,44E+09	309			
Alto (m)	Inter-grupos	9,30E+03	2	4,65E+03	8,299	0,000
	Intra-grupos	1,72E+05	307	5,60E+02		
	Total	1,81E+05	309			
Elongación	Inter-grupos	8,46E+05	2	4,23E+05	14,512	0,000
	Intra-grupos	8,95E+06	307	2,92E+04		
	Total	9,80E+06	309			
Perímetro (m)	Inter-grupos	4,37E+10	2	2,18E+10	6,076	0,003
	Intra-grupos	1,10E+12	307	3,60E+09		
	Total	1,15E+12	309			
Área (m²)	Inter-grupos	1,92E+11	2	9,60E+10	2,868	0,058
	Intra-grupos	1,03E+13	307	3,35E+10		
	Total	1,05E+13	309			
Dimensión fractal	Inter-grupos	6,69E-01	2	3,34E-01	11,104	0,000
	Intra-grupos	9,24E+00	307	3,01E-02		
	Total	9,91E+00	309			
Profundidad agregación (m)	Inter-grupos	2,11E+05	2	1,06E+05	14,670	0,000
	Intra-grupos	2,21E+06	307	7,19E+03		
	Total	2,42E+06	309			
Fondo (m)	Inter-grupos	7,05E+05	2	3,53E+05	12,454	0,000
	Intra-grupos	8,69E+06	307	2,83E+04		
	Total	9,40E+06	309			
Índice altura (%)	Inter-grupos	3,17E+03	2	1,58E+03	4,044	0,018
	Intra-grupos	1,20E+05	307	3,91E+02		
	Total	1,23E+05	309			
NASC (m²/mn²)	Inter-grupos	8,24E+08	2	4,12E+08	5,494	0,005
	Intra-grupos	2,30E+10	307	7,50E+07		
	Total	2,38E+10	309			
Densidad (NASC*100/m²)	Inter-grupos	5,32E+03	2	2,66E+03	10,600	0,000
	Intra-grupos	7,70E+04	307	2,51E+02		
	Total	8,23E+04	309			

**Tabla 32.**

Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas por rango de fondo. Agosto 2017.

100 - 199 m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	CV
Largo (m)	78	69,0	8.303	1.306	604,0	1.819	1,39
Alto (m)	78	1,36	93,28	14,8	12,94	14,63	0,99
Elongación	78	1,9	1.100,9	188,4	75,3	245,3	1,30
Perímetro (m)	78	668,0	85.692	12.024	6.430	15.953	1,33
Área (m ²)	78	201,0	579.558	23.843	4.155	80.415	3,37
Dimensión fractal	78	1,192	2,0142	1,6996	1,7061	0,1756	0,10
Profundidad agregación (m)	78	95,3	190,0	141,2	140,05	21,47	0,15
Fondo (m)	78	111,93	196,86	167,22	170,21	18,23	0,11
Índice Altura (%)	78	1,17	42,97	15,46	13,9	9,31	0,60
NASC (m ² /mn ²)	78	100,0	12.897	952,0	251,0	2.133	2,24
Densidad (NASC*100/m ²)	78	1,52	89,76	7,7	6,02	9,85	1,28

200 - 299 m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	CV
Largo (m)	56	37,0	15.787	1.890	876,0	2.644	1,40
Alto (m)	56	2,15	164,17	24,25	9,26	32,59	1,34
Elongación	56	0,7	681,5	126,2	97,1	120,9	0,96
Perímetro (m)	56	508,0	317.560	27.563	10.106	51.120	1,85
Área (m ²)	56	345,0	1.912.382	96.517	6.744	294.143	3,05
Dimensión fractal	56	1,1616	1,9562	1,7109	1,7688	0,1898	0,11
Profundidad agregación (m)	56	134,28	285,32	205,28	203,77	36,09	0,18
Fondo (m)	56	200,1	299,89	247,44	245,72	30,66	0,12
Índice Altura (%)	56	0,35	46,25	16,54	12,09	13,54	0,82
NASC (m ² /mn ²)	56	101,0	30.019	3.142	429,0	6.146	1,96
Densidad (NASC*100/m ²)	56	1,57	140,72	11,04	5,57	21,08	1,91

300 - 399 m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	CV
Largo (m)	44	17,0	6.536	1.556	883,0	1.612	1,04
Alto (m)	44	1,99	143,91	18,37	8,91	27,18	1,48
Elongación	44	0,2	729,9	148,7	105,9	146,6	0,99
Perímetro (m)	44	655,0	355.984	32.917	14.861	57.176	1,74
Área (m ²)	44	301,0	932.378	48.541	8.707	149.000	3,07
Dimensión fractal	44	1,1811	2,0184	1,8123	1,8415	0,1468	0,08
Profundidad agregación (m)	44	143,85	364,48	271,22	285,62	63,67	0,23
Fondo (m)	44	303,99	396,93	354,58	349,05	27,24	0,08
Índice Altura (%)	44	0,24	62,97	23,19	17,23	18,17	0,78
NASC (m ² /mn ²)	44	100,0	20.409	1.979	339,0	4.210	2,13
Densidad (NASC*100/m ²)	44	1,67	50,24	9,13	4,88	10,42	1,14

**Tabla 32. (cont)**

Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas por rango de fondo. Agosto 2017.

400 - 499 m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	CV
Largo (m)	67	17,0	9.414	1.237	760,0	1.613	1,30
Alto (m)	67	2,79	147,52	15,29	8,54	22,33	1,46
Elongación	67	0,7	631,4	127,4	94,0	127,4	1,00
Perímetro (m)	67	192,0	190.122	22.798	9.811	37.822	1,66
Área (m ²)	67	170,0	707.757	32.051	4.062	101.210	3,16
Dimensión fractal	67	1,1605	2,0566	1,7646	1,8079	0,1864	0,11
Profundidad agregación (m)	67	163,01	466,63	311,25	302,6	76,24	0,24
Fondo (m)	67	400,31	496,9	444,93	442,2	28,34	0,06
Índice Altura (%)	67	1,06	66,8	29,71	32,06	17,7	0,60
NASC (m ² /mn ²)	67	102,0	46.322	2.809	347,0	7.873	2,80
Densidad (NASC*100/m ²)	67	2,62	69,38	16,31	7,83	18,2	1,12

500 - 599 m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	CV
Largo (m)	31	15	17285	1956	1170	3180	1,63
Alto (m)	31	1,89	86,09	17,87	11,72	21,18	1,19
Elongación	31	1,2	728,2	166,6	131	160,8	0,97
Perímetro (m)	31	286	176037	30045	15426	43377	1,44
Área (m ²)	31	104	1486596	69369	5203	264997	3,82
Dimensión fractal	31	1,2765	2,0083	1,7667	1,8269	0,1913	0,11
Profundidad agregación (m)	31	165,6	482,2	306,9	303,1	69,9	0,23
Fondo (m)	31	507,67	594,97	542,16	531,25	26,25	0,05
Índice Altura (%)	31	6,24	71,26	43,14	43,04	13,8	0,32
NASC (m ² /mn ²)	31	103	108722	4994	435	19459	3,90
Densidad (NASC*100/m ²)	31	2,72	130,92	13,64	4,29	25,03	1,84

> 600 m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	CV
Largo (m)	34	91	9914	2061	1372	2357	1,14
Alto (m)	34	1,49	111,26	22,11	8,31	27,08	1,23
Elongación	34	1,6	646,3	221	199,8	195,3	0,88
Perímetro (m)	34	2296	535330	70782	23193	135679	1,92
Área (m ²)	34	505	1095589	63756	10798	195338	3,06
Dimensión fractal	34	1,6853	2,0413	1,8559	1,8906	0,1089	0,06
Profundidad agregación (m)	34	109,1	460,9	278,2	270,6	79,2	0,28
Fondo (m)	34	600,6	996,2	691,6	654,8	103,8	0,15
Índice Altura (%)	34	31,24	86,25	59,1	60,33	12,67	0,21
NASC (m ² /mn ²)	34	100	68770	3418	373	12004	3,51
Densidad (NASC*100/m ²)	34	2,385	27,604	5,044	3,532	4,86	0,96



Tabla 33.

Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores según rangos de fondo. Agosto 2017.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Largo (m)	Inter-grupos	3,14E+07	5	6,28E+06	1,355	0,241
	Intra-grupos	1,41E+09	304	4,64E+06		
	Total	1,44E+09	309			
Alto (m)	Inter-grupos	4,04E+03	5	8,08E+02	1,386	0,229
	Intra-grupos	1,77E+05	304	5,83E+02		
	Total	1,81E+05	309			
Elongación	Inter-grupos	3,32E+05	5	6,64E+04	2,130	0,062
	Intra-grupos	9,47E+06	304	3,11E+04		
	Total	9,80E+06	309			
Perímetro (m)	Inter-grupos	8,51E+10	5	1,70E+10	4,872	0,000
	Intra-grupos	1,06E+12	304	3,49E+09		
	Total	1,15E+12	309			
Área (m ²)	Inter-grupos	2,14E+11	5	4,28E+10	1,268	0,278
	Intra-grupos	1,03E+13	304	3,37E+10		
	Total	1,05E+13	309			
Dimensión fractal	Inter-grupos	8,49E-01	5	1,70E-01	5,697	0,000
	Intra-grupos	9,06E+00	304	2,98E-02		
	Total	9,91E+00	309			
Profundidad agregación (m)	Inter-grupos	1,40E+06	5	2,80E+05	83,567	0,000
	Intra-grupos	1,02E+06	304	3,35E+03		
	Total	2,42E+06	309			
Fondo (m)	Inter-grupos	8,86E+06	5	1,77E+06	1000,089	0,000
	Intra-grupos	5,38E+05	304	1,77E+03		
	Total	9,40E+06	309			
Índice altura (%)	Inter-grupos	6,07E+04	5	1,21E+04	58,931	0,000
	Intra-grupos	6,26E+04	304	2,06E+02		
	Total	1,23E+05	309			
NASC (m ² /mn ²)	Inter-grupos	4,48E+08	5	8,97E+07	1,165	0,326
	Intra-grupos	2,34E+10	304	7,70E+07		
	Total	2,38E+10	309			
Densidad (NASC*100/m ²)	Inter-grupos	4,28E+03	5	8,56E+02	3,335	0,006
	Intra-grupos	7,80E+04	304	2,57E+02		
	Total	8,23E+04	309			



Tabla 34. Matriz de correlaciones entre las variables originales. Agosto 2017.

	Largo	Alto	Elongación	Perímetro	Área	Dimensión fractal	Profundidad agregación	Fondo	Índice altura	NASC	Densidad
Largo	1,000	0,421	0,357	0,585	0,792	-0,189	-0,015	0,097	0,135	0,754	-0,200
Alto	0,421	1,000	-0,310	0,235	0,685	-0,620	-0,057	0,033	0,152	0,517	-0,121
Elongación	0,357	-0,310	1,000	0,136	-0,030	0,460	-0,055	0,033	-0,005	-0,007	-0,232
Perímetro	0,585	0,235	0,136	1,000	0,346	0,118	0,115	0,260	0,203	0,424	-0,141
Área	0,792	0,685	-0,030	0,346	1,000	-0,435	-0,003	0,038	0,091	0,798	-0,097
Dimensión fractal	-0,189	-0,620	0,460	0,118	-0,435	1,000	0,245	0,238	0,032	-0,329	-0,143
Profundidad agregación	-0,015	-0,057	-0,055	0,115	-0,003	0,245	1,000	0,620	-0,054	0,069	0,097
Fondo	0,097	0,033	0,033	0,260	0,038	0,238	0,620	1,000	0,698	0,101	0,024
Índice altura	0,135	0,152	-0,005	0,203	0,091	0,032	-0,054	0,698	1,000	0,110	-0,019
NASC	0,754	0,517	-0,007	0,424	0,798	-0,329	0,069	0,101	0,110	1,000	-0,025
Densidad	-0,200	-0,121	-0,232	-0,141	-0,097	-0,143	0,097	0,024	-0,019	-0,025	1,000



Tabla 35.

Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes. Agosto 2017.

Componente	Valor propio	% Variabilidad	% Acumulado
1	3,528	39,205	39,205
2	2,126	23,623	62,828
3	1,175	13,051	75,879
4	0,999	11,099	
5	0,512	5,686	
6	0,303	3,370	
7	0,219	2,432	
8	0,102	1,131	
9	0,036	0,403	

Tabla 36.

Correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Agosto 2017.

Variable	Componente		
	1	2	3
Largo	0,857	0,052	0,312
Alto	0,754	-0,227	-0,346
Perímetro	0,557	0,374	0,399
Área	0,917	-0,136	0,056
Dimensión fractal	-0,472	0,563	0,476
Profundidad agregación	0,018	0,647	0,218
Fondo	0,177	0,915	-0,299
Índice altura	0,249	0,583	-0,634
NASC	0,872	-0,011	0,173



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

A N E X O S



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

A N E X O 1

Oceanografía y plancton



OCEANOGRAFÍA Y PLANKTON DEL AREA DE ESTUDIO

Sección Oceanografía.

Autores: Paula Muñoz L
Darinka Pecarević

Condiciones oceanográficas históricas en las aguas exteriores, entre los 43°30' y 47°00'S.

RESUMEN EJECUTIVO

Se procesó y analizó información oceanográfica obtenida durante los cruceros de evaluación hidroacústica de la merluza austral y de cola, en aguas exteriores de la X a XII regiones, desarrollados en agosto de cada año, entre el 2013 y 2017. Para el presente análisis se trabajó con la información de los cruceros, además de información satelital disponible para la zona.

Durante el periodo de estudio el comportamiento característico de las variables fue de un descenso de la temperatura y ascenso de la salinidad y densidad en profundidad. No obstante, en los cruceros de agosto 2016 y 2017, hubo condiciones anómalas, reflejado en el aumento relativo de la temperatura superficial con una termoclina más profunda (~200 m). La concordancia de estas condiciones con la ocurrencia de un evento cálido de El Niño durante el 2016, sugiere su influencia indirecta (teleconexiones) sobre la zona de interés, debido a alteración de los centros de presión y consecuente disminución de los vientos en la zona.

La circulación geostrofica mostró un flujo de corrientes predominante hacia el sur, y la presencia de pequeñas estructuras costeras ciclónicas y anticiclónicas, asociadas a las características batimétricas del sector y/o a las inestabilidades baroclínicas asociadas al aporte de agua dulce desde el sector costero.

Las características del agua en la zona, mostraron influencia de cuatro masas de agua. El Agua Subantártica Modificada (ASAAM), generada de la mezcla de Agua Subantártica (ASAA) con el agua dulce, se ubicó en los primeros 50 m de profundidad y presentó mayor cobertura los años 2015 y 2017. El ASAA se ubicó en los primeros 150 m de profundidad; remanentes de Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), ubicada entre los 150 y ~300 m; y Agua Intermedia Antártica (AIAA) bajo los 300 m de profundidad



METODOLOGÍA

Información de crucero

En este informe se consideró el análisis del área comprendida entre los 43°S y 47°S, correspondiente a la zona de evaluación de la Merluza austral, en donde se obtuvieron con CTD registros continuos de temperatura (°C), salinidad, densidad, oxígeno disuelto (mL/L) y fluorescencia (mg/m³), en un total de 92 estaciones, durante los meses de agosto de los años 2013 a 2017 (**Tabla 1**). Las variables: oxígeno disuelto (mL/L) y fluorescencia (mg/m³) no fueron incluidas en los resultados finales, debido a la falta de mediciones *in-situ* para realizar el ajuste de los sensores correspondientes. El cálculo de la densidad fue realizado mediante el uso de la “Ecuación Termodinámica del Agua de Mar” (McDougall y Barker, 2011) presentándose como sigma-t (σ_t ; kg/m³).

La información hidrográfica de los cruceros, fue obtenida a partir de CTDs SBE, de modelos 19plusV2, 25 y 9plus, cuyas características técnicas se muestran en la **Tabla 1**. En algunas estaciones y si las condiciones meteorológicas lo permitían, el CTD utilizado incluía una roseta oceanográfica para muestreo discreto de agua (**Figuras 2 a 6**). El procesamiento inicial de esta información, se desarrolló con el software *SBE Data Processing (Data conversion)*, utilizando el archivo de configuración de cada equipo (**Tabla 1**). Los siguientes pasos del procesamiento se desarrollaron utilizando Matlab 2017b, siguiendo la metodología estándar recomendada por el fabricante (<http://www.seabird.com/training-materials-download>). Finalmente, se obtuvieron datos promediados en cada metro de profundidad, siendo validados para las diferentes variables analizadas.

En la comparación de los resultados se construyeron secciones verticales de las distintas variables, a lo largo de una transecta paralela a la costa, considerando estaciones comunes entre los años de medición (2013 a 2017) (**Figura 1**). Para ello, se tomaron dos estaciones oceanográficas (fijas) de referencia; la ubicada más al norte de todos los cruceros (43°15'S), representada como distancia de 0 mn; y la estación ubicada más al sur (47°S), representada como distancia de 226 mn. Se destaca que, en la campaña del año 2015, se generaron sólo 3 estaciones en común de esta transecta, mientras que los demás años (2013, 2014, 2016 y 2017), se obtuvieron mínimo 6 estaciones (**Figura. 2 a 7**).

Además, para conocer la distribución horizontal de las variables de temperatura (°C), salinidad y densidad (sigma-t) en la zona de estudio (43°S y 47°S), se generaron gráficas horizontales a 6 niveles de profundidad: a 5, 100, 200, 300, 400 y 500 m (**Figuras 10 a 15**). Los distintos niveles fueron graficados interpolando linealmente las brechas entre las estaciones, con la finalidad de crear una grilla de datos que abarcara toda la zona de interés. El año 2015 fue excluido de este tipo de interpretación, ya que la cantidad de estaciones fue insuficiente para realizar esta interpolación.



Posteriormente, para conocer las características de las propiedades del agua, se generaron diagramas de temperatura y salinidad ("diagrama TS"), considerando un perfil vertical promedio para cada crucero (**Figura 16**). En estos diagramas se incluyó la identificación de las masas de agua tipo presentes en la zona, y se evaluó la mezcla relativa del perfil promedio en cada crucero. Las masas de agua consideradas con su par Temperatura-Salinidad (TS) (Sievers y Silva, 2008; Silva y Konow, 1975), fueron: el Agua Subantártica (ASAA; 9,7°C-33,3), el Agua Subantártica Modificada (ASAAM; 9,8°C-32,2), el Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS: 12,5°C-34,9) y el Agua Intermedia Antártica (AIAA; 3°C-34).

Información Satelital

Las imágenes de temperatura superficial del mar (TSM), la anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM) (°C) y la concentración de clorofila-a (mg/m³), fueron confeccionadas con el producto nivel 3 (L3) del satélite "MODIS-Terra" (resolución espacial de 4,64 km), obtenidos de "Ocean Color WEB" (<https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>). Las anomalías de TSM del mes de agosto se calcularon a partir de la diferencia entre la imagen mensual observada y la imagen mensual promedio, entre los años 2002 y 2017.

Las imágenes de circulación geostrófica superficial (velocidad y anomalía del nivel del mar), con resolución espacial de 0,25°, fueron confeccionados con datos de nivel de procesamiento 4 (L4) de los siguientes satélites: "Jason-1 Geodetic Phase, AltiKa, Cryosat-2, OSTM/Jason-2", y se obtuvieron del repositorio de datos "Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)" (<http://marine.copernicus.eu>).

Las imágenes del campo superficial de viento (resolución espacial de 0,25°), fueron obtenidos en un nivel de procesamiento 4 (L4), desde el centro de datos "NOAA NESDIS National Climatic Data Center" (<http://www.ncdc.noaa.gov/oa/rsad/blendedseawinds.html>).

En las diferentes variables satelitales se obtuvieron promedios mensuales, correspondientes al mes de agosto de los años 2002 a 2017, para un área comprendida entre los 47°18' - 43°S y 76 - 74°W. En el caso de las zonas sin información satelital (espacios en blanco), ya sea en el tiempo o en el espacio por presencia de nubes, se realizó una interpolación lineal.

Se realizaron diagramas Hovmöller (tiempo v/s latitud) de la información mensual de TSM y ATSM, entre enero 2013 y noviembre 2017, para una banda paralela a la costa, centrada en los 75°41'W, y entre los 43° y 47°S. La ATSM mensual se calculó a partir de la diferencia entre la imagen mensual observada y la imagen mensual promedio, entre los años 2002 y 2017.



RESULTADOS

Distribución vertical de temperatura (°C)

La distribución vertical de la temperatura (**Figura 7**) presentó una estructura con valores máximos del orden de $\sim 10^{\circ}\text{C}$ en superficie (< 100 m de profundidad), y mínimos ($< 7^{\circ}\text{C}$) a profundidades mayores a 300 m, no observándose una variabilidad entre los años de cruceros comparados (2013 a 2017).

Latitudinalmente, las máximas temperaturas superficiales estuvieron asociadas al sector norte de las transectas, y las mínimas hacia el sector sur de las transectas. Se observó una capa de agua más cálida ($\sim 10^{\circ}\text{C}$), con extensión latitudinal variable, que abarcó los primeros ~ 100 m de profundidad en todos los cruceros (2013 a 2017). Su máxima extensión latitudinal se observó en los años 2016 y 2017, donde cubrió toda la transecta, mientras que la máxima extensión vertical se presentó durante el crucero del año 2017, alcanzando hasta los 200 m de profundidad. Las mínimas temperaturas superficiales ($\sim 9^{\circ}\text{C}$) se presentaron durante las campañas de los años 2013 y 2014, con una extensión latitudinal desde la estación sur de la transecta ($\sim 47^{\circ}\text{S}$), hasta los $\sim 44^{\circ}2'S$ en el año 2013, y hasta los $45^{\circ}42'S$ en el año 2014. Durante los años 2016 y 2017 se mantuvo la tendencia de menores temperaturas en el sector sur, sin embargo, éstas registraron valores levemente superiores ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) a los de años anteriores ($\sim 9^{\circ}\text{C}$).

Distribución vertical de salinidad

La distribución vertical de salinidad (**Figura 8**) se caracterizó por presentar una capa de agua menos salina y variable (~ 30 a 34) en los primeros 100 m, y una capa de agua más salina y homogénea en profundidad (~ 34 a $34,3$). Esta capa homogénea (> 150 m) estuvo asociada a la isohalina de 34, y fue más profunda en el sector sur de las transectas ($> \sim 45^{\circ}36'S$), donde la influencia superficial de agua dulce (menos salina) fue mayor.

En general, la capa superficial (< 100 m) de agua menos salina estuvo asociada al sector sur de las transectas ($45^{\circ}\text{S} - 47^{\circ}\text{S}$), exceptuando el año 2014, en que también se ubicó en el sector central de la transecta ($44^{\circ}30'S - 45^{\circ}42'S$). Entre los años de comparación, el crucero del año 2017 presentó valores menos salinos ($\sim 30,5$ a 32), en un área menos extensa entre los 46°S y 47°S . En cambio, durante los años 2013, 2014 y 2016, los mínimos salinos fueron relativamente mayores (~ 32), y la extensión latitudinal fue mayor ($\sim 44^{\circ}30'S$ a 47°S), exceptuando el año 2016, donde sólo se presentó en los $\sim 46^{\circ}42'S$. La capa superficial de agua menos salina (~ 32) durante el año 2014, presentó una cobertura de hasta 70 m de extensión vertical y de ~ 70 mn de extensión latitudinal.



La capa inferior (>150 m) se caracterizó por la presencia de agua más salina (~34 a 34,3), que presentó, comparativamente, menor cobertura espacial durante el año 2017 que en los demás años de crucero.

Distribución vertical de densidad (σ_t)

La distribución vertical de densidad presentó mínimos superficiales (<100 m) y máximos en profundidad (> 200 m), asociados a la isopícnica de 26,5 σ_t (**Figura 9**). La distribución de densidad estuvo principalmente modulada por la salinidad, debido a las características de la zona.

La capa de agua superficial menos densa (<25 σ_t) se presentó en el sector sur de cada transecta (45°S - 47°S), exceptuando el año 2014, en que se ubicó también en el sector central (44,5°S – 45°42'S). Los menores valores se presentaron el año 2017, donde fueron cercanos a 24 σ_t . La capa homogénea profunda estuvo delimitada por la isopícnica de 26,5 σ_t , la cual se situó alrededor de los 200 m de profundidad en todos los cruceros. Durante el año 2014, y al sur de los 45°30'S, se presentó un aumento de densidad en la capa profunda (> 400 m), donde la isopícnica de 27 σ_t presentó fluctuaciones verticales.

Distribución horizontal de temperatura (°C)

La distribución espacial de temperatura (**Figuras 10 y 11**), presentó valores que fluctuaron entre los 4,9°C a los 500 m de profundidad en la península de Taitao (año 2014) y 11,1°C a los 5 m de profundidad Isla Guafo (año 2016). Las menores temperaturas se presentaron durante el año 2013 (<10°C) y las mayores durante los años 2016 y 2017, mostrando un aumento térmico gradual a través de los años, muy marcado entre 2013-2016 y con un grado de estabilidad en el transcurso de los años 2016-2017.

Distribución horizontal de salinidad

La distribución espacial de salinidad (**Figuras 12 y 13**), presentó valores que variaron de 30, en la capa más superficial al sur del archipiélago de Chonos (~ 46°30'-47°30'S) (año 2017), a salinidades de 34,38, a los 300 m frente a Isla Guafo (~43°30'-44°30'S) (año 2016). En general, las mayores salinidades se localizaron en el sector norte y próximo al sector más oceánico de la zona de estudio.



Distribución horizontal de densidad (σ_t)

La distribución espacial de densidad (**Figuras 14 y 15**) en los primeros 300 m de profundidad, reflejó las variaciones de salinidad con un rango de variación que abarcó desde los 23,8 σ_t en la capa superficial al sur de la península de Taitao ($\sim 46^\circ$ - 47° S) (año 2017), a un máximo de 27,04 σ_t a los 500 metros de profundidad frente al archipiélago de Taitao ($\sim 45^\circ 30'$ - 47° S) (año 2014).

Diagrama TS

El análisis del diagrama TS (**Figura 16**) permitió identificar la presencia de cuatro masas de agua en la zona. El Agua Subantártica Modificada (ASAAM), se ubicó en una capa superior (<50 m), con valores de salinidad de 31 a 33 y temperaturas en torno a $9,8^\circ\text{C}$, presentando mayor cobertura durante los años 2015 y 2017. El Agua Subantártica (ASAA) estuvo centrada en los 150 m de profundidad, y presentó salinidades >33 y temperaturas cercanas a $9,7^\circ\text{C}$. Remanentes de Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), se presentaron bajo los 150 m y hasta los 300 m de profundidad, con valores de salinidad de $\sim 33,9$, y temperaturas de $\sim 9^\circ\text{C}$. El Agua Intermedia Antártica (AIAA), se ubicó en el sector más profundo (>300 m de profundidad), y se caracterizó por salinidades de ~ 34 y temperaturas de $\sim 5^\circ\text{C}$.

Imágenes satelitales

Temperatura superficial (TSM) y anomalía de temperatura superficial (ATSM) ($^\circ\text{C}$)

Las imágenes satelitales del campo de TSM de las aguas exteriores al sur austral de Chile (43° - $47^\circ 18'\text{S}$) fluctuaron entre ~ 7 y 12°C , durante los meses agosto de 2013 a 2017 (**Figura 17**). Hubo un aumento gradual de la temperatura entre agosto 2013 y agosto 2016, alcanzando un máximo de $11,6^\circ\text{C}$ frente al sector oceánico de la isla de Chiloé ($\sim 43^\circ$ - 44°S). Sin embargo, un mínimo térmico (7°C) también se presentó durante el año 2014, en las cercanías de punta Gallegos ($\sim 45^\circ 30'$ - 46°S). Durante el año 2017 la temperatura máxima disminuyó levemente a 11°C al norte de isla Guafo ($\sim 43^\circ 15'\text{S}$) respecto del año anterior.

Las imágenes satelitales del campo de ATSM presentaron valores que fluctuaron principalmente entre -1°C y $+1^\circ\text{C}$ (Figura 18), con un aumento gradual a través de los años, de agosto 2013 a agosto 2017. En agosto de 2016, las ATSM $>0,5^\circ\text{C}$ dominaron toda la zona de estudio.

Clorofila-a (mg/m^3)



Las imágenes satelitales del campo superficial de clorofila-a (**Figura 19**) presentaron concentraciones que fluctuaron entre 0,1 y 91,2 mg/m³, mínimas en el sector más oceánico y máximas hacia el sector costero (**Figura 18**). Comparativamente, el año 2014 presentó las menores concentraciones de clorofila-a, mientras que en el año 2016 se observó el máximo absoluto (91,2 mg/m³) en la península de Taitao (~45°45'S) y al norte de la isla Ipún (~44°30'S). El año 2015, se caracterizó por presentar concentraciones de clorofila-a comparativamente mayores en el sector oceánico del sur de Chiloé y en la zona del archipiélago Guaitecas (~43°30'-44°15'S). El año 2017 la distribución de valores máximos de clorofila-a fue similares al 2016, aunque presentó mayor extensión latitudinal entre el archipiélago de Chonos y el límite sur. Por último, el año 2013, sólo presentó concentraciones relativamente mayores entre los 45°30'S y 46°S.

Velocidad geostrofica (cm/s) y Anomalía del Nivel del Mar (ANM, en cm)

El campo superficial de las anomalías del nivel del mar (ANM) y velocidad geostrofica, mostró un flujo dominante hacia el sur y suroeste, con ANM mínimas durante el 2013 y máximas durante el 2017 (**Figura 20**). En general, las velocidades máximas (~10 cm/s) se ubicaron en el extremo sur de la península de Taitao, y la ocurrencia de estructuras rotantes, se presentaron en el sector más costero entre los 43°30' y 45°S. Las estructuras ciclónicas (anticiclónicas) se asociaron a focos de ANM mínimas (máximas), variando de -0,07 y 12 cm.

Durante el año 2013, se midió el menor valor de ANM con la presencia de dos estructuras, un giro ciclónico al oeste de la isla Ipún (~44°30'-44°45'S) y uno anticiclónico de mayor tamaño en la zona de boca del Guafo (~43°30'-44°30'S). Durante el año 2014, los valores de ANM se mantuvieron bajos (< 5 cm), sin embargo, se observó la presencia de un giro anticiclónico en la parte costera del archipiélago de Chonos (~44°30'-45°S). Durante el año 2015 los valores de ANM aumentaron, principalmente en la zona exterior de la isla de Chiloé (~43°-43°30'S) y el extremo sur de la península de Taitao (~46°30'-47°S), con valores de ~13 cm y la presencia de una estructura con giro anticiclónico al norte de la isla Ipún (~44°-44°30'S). En el extremo sur de la península de Taitao, también se observó un giro anticiclónico asociado al aumento relativo de la ANM. Durante el año 2016, los valores de ANM decayeron a valores promedio en torno a los 5 cm, con la presencia de una estructura anticiclónico al norte de la isla Guambín (~44°-44°30'S). Finalmente, durante el año 2017 los valores de ANM aumentaron, destacando la presencia de un giro anticiclónico en la costa norte del archipiélago de Chonos (~44°30'-45°S), acompañado de un flujo sur intenso (~7 cm/s) en al oeste de los 75°W.



Vientos: dirección y magnitud (m/s)

Las imágenes satelitales del viento mostraron predominancia del viento oeste y noroeste, con magnitudes entre ~8 y 17 m/s (**Figura 21**). El año 2013, se caracterizó por la dominancia de vientos del noroeste con magnitudes comprablemente menos intensas que en los demás años (rango de 10 a 14 m/s). El año 2014, se caracterizó por vientos intensos del oeste en toda la zona de estudio, con magnitudes de ~16 m/s. El año 2015, también se presentaron vientos predominantes del oeste, aunque éstos fueron menos intensos (rango de 8 a 14 m/s). El 2016, exhibió una franja del noroeste al sureste, con influencia de vientos del oeste más intensos (~16 m/s), afectando el sector costero entre los 44°42'S y 45°42'S. Al norte y sur de esta franja, se presentaron vientos del noroeste con magnitudes relativamente menores (~12 m/s). Finalmente, el año 2017 se caracterizó por la predominancia de vientos más intensos del noroeste, con magnitudes de ~15 m/s en toda la zona de estudio.

Diagramas Hovmöller

Los diagramas Hovmöller (latitud v/s tiempo) de TSM y ATSM, entre enero 2013 y noviembre 2017, se desarrollaron en una franja centrada en los 75°41'W (**Figuras. 22 y 23**). En la TSM se observó un marcado ciclo estacional, con máximos valores durante los meses de verano (16°C) y mínimos durante los meses de invierno (<9°C), siendo el más frío el mes de agosto. Las mayores TSM se presentaron en los años 2016 y 2017, produciendo el debilitamiento del ciclo anual, en especial en el sector norte de la zona de estudio (43°S - 44°30'S). En estos años, las altas temperaturas se extendieron temporal y espacialmente, destacando valores >13°C a través de toda la franja costera y máximos de hasta 16°C. Este comportamiento también se observó en el año 2013, sin embargo los máximos térmicos fueron <15°C.

La mayor parte de las ATSM, oscilaron entre valores de -2 y +2°C, registrándose anomalías negativas (< -1 °C), durante primavera (septiembre a noviembre) de 2013, al sur de área, parte del primer semestre (febrero a junio) de 2014 y otoño (marzo a mayo) de 2016, mientras que las anomalías positivas (> 1°C), durante verano (diciembre – enero) de 2013/2014, invierno (junio – julio) de 2016 y otoño (marzo a mayo) de 2016. Al observar la ATSM correspondiente al mes de agosto de cada año, la mayor se registró durante 2016.



DISCUSIÓN

El área de estudio (43° - 47° S) se encuentra ubicada en la zona de formación del Sistema de Corrientes de Humboldt (SCH), donde la Corriente de deriva de los vientos del oeste incide en el continente de América del Sur, dividiéndose en una corriente hacia el norte, la corriente de Humboldt, y una corriente hacia el sur, la corriente del Cabo de Hornos (Silva y Neshyba, 1977). El SCH es un sistema complejo de corrientes, compuesto por una serie de flujos y contraflujos que forman parte del giro Subtropical del Océano Pacífico Sur Oriental (Thiel *et al.*, 2007). En términos generales, puede ser descrito como un flujo superficial predominante de aguas de origen antártico, en dirección hacia el Ecuador, y una corriente subsuperficial en sentido contrario, denominada Corriente Subssuperficial Perú-Chile. La Corriente Subssuperficial Perú-Chile es la responsable de transportar Agua Ecuatorial Subssuperficial (AESS) hacia el sur, hasta el Golfo de Penas ($\sim 48^{\circ}$ S) (Silva y Neshyba, 1980).

De acuerdo a los muestreos obtenidos durante los cruceros de Merluza austral, en el mar exterior de la zona sur austral de Chile (43° - 47° S), la zona se caracterizó por la presencia de: Agua Superficial Antártica (ASAA), ubicada en los primeros 150 m de profundidad; remanentes de Agua Ecuatorial Subssuperficial (AESS), ubicada entre los 150 y ~ 300 m; y Agua Intermedia Antártica (AIAA) bajo los 300 m de profundidad, lo que fue coincidente con lo reportado por Silva *et al.* (2009). Además, considerando que la zona presenta mezcla con agua dulce, provenientes de los deshielos, lluvias y descarga de ríos locales, se incorporó la masa de Agua Subantártica Modificada (ASAAM), la cual se encontró en los primeros metros de la columna de agua (~ 50 m) en todos los cruceros, aunque con mayor presencia relativa durante los cruceros de los años 2015 y 2017.

La columna de agua presentó una estructura vertical de dos capas: una superficial asociada a la presencia de ASAA y ASAAM (<150 m), en donde se observó la mayor variabilidad; y una capa profunda (>150 m) más homogénea cuyo comportamiento no presentó variaciones notables entre los distintos cruceros. La presencia de mínimos salinos superficiales en el sector centro-sur de las transectas, generó una intensa estratificación vertical, provocada por la descarga de agua dulce desde el continente. Lo anterior, se favorece por las condiciones de invierno desarrolladas durante cada crucero, en donde el mes de agosto se considera como el más lluvioso en la zona centro-sur de Chile (Shneider *et al.*, 2017). Además, el sector sur de la transecta se ubicó en las cercanías del Golfo de Penas, en donde la conexión con aguas continentales podría ser favorable (Strub *et al.*, 1998).

El análisis de los resultados de las variables hidrográficas del crucero y la información satelital, mostraron un calentamiento anómalo en la zona de estudio durante los años 2016 y 2017, sugiriendo



los efectos remotos de una condición cálida del sistema ENOS (El Niño Oscilación del Sur) en esa zona. Diversos estudios en la costa Sudamericana, han revelado los efectos del ENOS a través de la propagación de ondas Kelvin desde el Ecuador hacia los polos, afectando directamente las condiciones oceanográficas hasta los 33°S (Enfield, 1987; Shaffer *et al.*, 1997; Hormazábal *et al.*, 2001). Al sur de esta latitud, no hay antecedentes de los efectos directos de este proceso, sin embargo, su influencia puede expresarse de forma indirecta, a través de teleconexiones atmosféricas, en donde se alteran los centros de presión modificando los vientos predominantes (Garreaud *et al.*, 2008, Garreaud, 2018), lo cual se ve acrecentado por otro evento con consecuencias indirectas sobre la zona de estudio, la denominada “oscilación antártica”, la cual en los últimos años se encuentra en su fase positiva (Garreaud, 2018), influyendo en la variabilidad de las precipitaciones, además de la intensidad de los vientos del oeste en la zona sur de Chile. La OA afecta latitudes medias y altas del hemisferio sur, se caracteriza por gradientes de presión entre la zona antártica y la banda latitudinal de los 40° a 50°S. Durante su fase positiva, se produce un incremento de la presión superficial y altura geopotencial sobre latitudes medias, además de un fortalecimiento y direccionamiento de los vientos del oeste hacia el polo sur (Garreaud *et al.*, 2008).

En este sentido, el invierno más cálido observado durante el año 2016, coincidió con el desarrollo de un evento cálido del ENOS entre los años 2015-16 (Null, 2017), concordante, con los altos valores de ATSM ($> 1^{\circ}\text{C}$) y la fase positiva de la OA. En tanto, estos efectos no lograron observarse durante el crucero 2015, debido a la baja cobertura de estaciones en la zona, sin embargo, las ATSM fueron positivas, a lo largo de toda la zona de estudio ($> 0,5^{\circ}\text{C}$),

La clorofila-a, mostró sus mayores concentraciones en la zona costera, especialmente próximo a desembocadura de ríos y canales locales, los cuales a través de sus afluentes transportan agua con altos volúmenes de nutrientes al océano, generando en la zona costera una columna superficial menos salina y con un alto contenido de nutrientes (Silva y Guzmán, 2006). En la zona exterior de Boca del Guafo (profundidad de 250 m), las concentraciones de clorofila-a fueron mínimas, dicha zona corresponde a un lugar de conexión entre el océano y la microcuenca de los mares interiores de la zona Austral de Chile, aquí las concentraciones de nutrientes subsuperficiales se acrecientan, y por lo tanto, ocurre *in-situ* el proceso de descomposición de material particulado, aumentando la concentración de nutrientes útil para el fitoplancton, hacia el interior a la microcuenca interior (Silva y Guzmán, 2006).

Por lo tanto, se considera como fundamental para la variabilidad de biomasa fitoplanctónica, el aporte de nutrientes, la temperatura, profundidad de la capa de mezcla (Pizarro, *et al.*, 2000), la exposición a la luz, la turbulencia y las posibles interacciones biológicas (Silva y Guzmán, 2006), por otra parte,



resultados obtenidos por Pizarro, *et al.*, (2000), indicaron que la estabilidad superficial de la columna de agua no necesariamente tiene una relación con la acumulación de clorofila-*a*.

La zona de estudio presentó corrientes con una dirección predominante hacia el sur, con la presencia de meandros y estructuras costeras rotantes de diversa extensión, cuyo tamaño y formación podría estar asociado a las características batimétricas del lugar, fragmentación de estructuras de gran escala por efecto de la fricción de fondo, como también interacción de algún sistema de corrientes con la costa, presencia de algún frente de afloramiento o algún tipo de variabilidad temporal del flujo costero (Pizarro *et al.*, 2002). Estudios numéricos desarrollados en sistemas de corrientes de borde oriental, mostraron que la mayor parte de la variabilidad superficial del océano, es a causa de las inestabilidades baroclínicas, constituyendo un mecanismo fundamental para la generación de meandros y remolinos (Aguirre *et al.*, 2014). La dirección predominante del flujo (hacia el sur) podría relacionarse con la presencia de la Corriente del Cabo de Hornos, la cual abarca desde los 40°-45°S (Chaigneau y Pizarro, 2005). Esta corriente es impulsada por la bifurcación de la deriva del viento del oeste, los cuales se ubican a latitudes medias (30°-60°S).

CONCLUSIONES

La zona de estudio (43° - 47°S) presentó una estructura vertical de dos capas: una superficial mayormente variable (<150 m) y una capa profunda (>150-200 m) más homogénea. Presencia de mínimos salinos en superficie (sector centro-sur), producto del ingreso de agua dulce, generó una fuerte estratificación vertical.

Calentamiento anómalo superficial durante 2016 y 2017, causado por los efectos remotos de un evento El Niño, evidenciado por los altos valores de ATSM (> +1°C), afectando la zona mediante Teleconexiones.

La columna de agua en la zona, fue influenciada por la presencia de cuatro masas de agua: Agua Superficial Antártica (ASAA), ubicada en los primeros 150 m de profundidad; remanentes de Agua Ecuatorial Subsuperficial (AEES), ubicada entre los 150 y ~300 m; y Agua Intermedia Antártica (AIAA) bajo los 300 m de profundidad. La masa de Agua Subantártica Modificada (ASAAM) se encontró en los primeros 50 m.

La variabilidad en la concentración de clorofila-*a* se vio determinada por el aporte de nutrientes, variaciones en la temperatura, profundidad de la capa de mezcla, exposición a la luz, la turbulencia e interacciones biológicas. Observándose los mayores volúmenes en la zona costera y próximo a desembocaduras de ríos y canales.



La dirección de los flujos geostróficos, presentó una dirección predominante hacia el sur, además de presencia de meandros y estructuras ciclónicas y anticiclónicas a lo largo de toda la zona de estudio. Principalmente como resultado de inestabilidades baroclínicas, la cuales son una de las causas principales de la variabilidad superficial del océano.



REFERENCIAS

Aceituno, P. 1992. Anomalías de precipitación en Chile central relacionadas con la Oscilación del Sur. P. 1-6 en Extended Abstract: Paleo-ENSO Records International simposium, Lima - Perú, 4-7 Marzo de 1992, 333 pp.

Aceituno, P. 1988. On the functioning of the Southern Oscillation in the South American sector. Part I. Surface climate. *Monthly Weather Review* 116: 505-524.

Aguirre, C., R. D. Garreaud, y J. A. Rutllant. 2014. Surface ocean response to synoptic-scale variability in wind stress and heat fluxes off south-central Chile. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*. 65:64–85.

Cerveny RS. 1998. Present climates of South America. In *Climates of the Southern continents: Present, Past and Future*, Hobbs JE, Lindesay JA, Bridgman HA (eds). John Wiley: London; 107 – 135.

Chaigneau, A. y O. Pizarro. 2005. Surface circulation and fronts of the South Pacific Ocean, east of 120°W. *Geophysical Research Letters* 32, L08605.

Enfield, D. B. 1987. The intraseasonal oscillation in eastern Pacific sea levels: How is it forced? *Journal of Physical Oceanography*. 11, 1860–1876.

Garreaud, R., Vuille, M., Compagnucci, R. y J. Marengo. 2008. "Present-day South American Climate". Curso de climatología sinóptica en la costa oeste de América del Sur. SENAMHI, Perú. En línea, disponible en: (http://www.dgf.uchile.cl/rene/PUBS/ClimSA_paleo3.pdf). Revisado el 10 de febrero de 2018.

Garreaud, R. 2018. "Tres Niños sorprendentes", Disponible en: (<https://youtu.be/5nQv5u>). Revisado el 26 de febrero de 2018.

Hormazabal, S., G. Shaffer, J. Letelier, and O. Ulloa. 2001. Local and remote forcing of sea surface temperature in the coastal upwelling system off Chile. *Journal of Geophysical Research*. 106, 16,657–16,671.

Iriarte, J.L., Pantoja, S., y Daneri, G. 2014. Oceanographic processes in Chilean fjords of Patagonia: From small to large-scale studies. *Progress in Oceanography*. 129, 1-7.



McDougall, T. J. y P. M. Barker. 2011. Getting started with TEOS-10 and the Gibbs Seawater (GSW) Oceanographic Toolbox, 28pp. SCOR/IAPSO WG127, ISBN 978-0-646-55621-5.

Null, J. 2017. El Niño and La Niña Years and Intensities Based on Oceanic Niño Index (ONI). Disponible en: (<http://ggweather.com/enso/>). Revisado el 10 de enero, 2018.

Pizarro, G., J. L. Iriarte, V. Montecino, J. L. Blanco y L. Guzmán. 2000. Distribución de Biomasa Fitoplanctónica y productividad primaria máxima de Fiordos y Canales Australes en Octubre 1996, *Ciencia y Tecnología del Mar*, 23, 25–48.

Pizarro, O., G. Shaffer, B. Dewitte, y M. Ramos. 2002. Dynamics of seasonal and interannual variability of the Peru-Chile Undercurrent, *Geophysical Research Letters*, 29(12), 1581, doi:10.1029/2002GL014790.

Rasmusson E.M. y T.H. Carpenter. 1982. Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the El Niño-southern oscillation. *Monthly Weather Review* 110 : 354 – 384

Santos, J.L. 2006. The impact of El Niño – Southern Oscillation Events on South America. *Advances in Geosciences*. 6, 221-225.

Shaffer, G., O. Pizarro, L. Djurfeldt, S. Salinas, and J. Rutllant. 1997. Circulation and low-frequency variability near the Chilean coast: Remotely forced fluctuations during the 1991–92 El Niño. *Journal of Physical Oceanography*. 27, 217– 235.

Silva, N. y D. Guzmán. 2006. Condiciones oceanográficas físicas y químicas, entre boca del Guafo y fiordo Aysén (Crucero Cimar 7 Fiordos). *Ciencia y Tecnología del Mar* 29(1): 25-44.

Silva, N., N. Rojas, y A. Fedele. 2009. Water masses in the Humboldt Current System: Properties, distribution, and the nitrate deficit as a chemical water mass tracer for equatorial subsurface water off Chile. *Deep-Sea Research*. II 56:1004–1020.

Sievers, H. y N. Silva. 2008. Water Masses and Circulation in Austral Chilean Channels and Fjords, *Progress in the Oceanographic Knowledge of Chilean Interior Waters, from Puerto Montt to Cape Horn*. Comité Oceanográfico Nacional – Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, pp. 53–58.



Silva, N., C. Calvete y H. A. Sievers. 1998. Masas de agua y circulación general para algunos canales australes chilenos entre Puerto Montt y laguna San Rafael (Crucero CIMAR-Fiordo 1). *Ciencia y Tecnología del Mar*, 21: 17-48.

Silva, N. y D. Konow. 1975. Contribución al conocimiento de las Masas de Agua en el Pacífico Sudoriental. Expedición KRILL. Crucero 3-4, julio-agosto 1974. *Revista Comisión Permanente del Pacífico Sur* 3:63-75.

Silva, N., Neshyba, S., 1980. Masas de agua y circulación geostrófica frente a la costa de Chile Austral. *Serie Científica. Instituto Antártico Chileno* 25/26, 5–32.

Silva, N. y S. Neshyba. 1977. Corrientes superficiales frente a la costa austral de Chile. *Ciencia y Tecnología. Mar*, 3: 37-42.

Shneider, W., Donoso, D., Garcés-Vargas, J., y Escribano, R. 2017. Water-column cooling and sea surface salinity increase in the upwelling region off central-south Chile driven by a poleward displacement of the South Pacific High. *Progress in Oceanography*. 151, 38-48.

Stewart, R. 2008. Introduction to physical oceanography. Disponible en: (<http://hdl.handle.net/1969.1/160216>). Revisado el 16 de febrero de 2018.

Strub, P.T., Mesias, J.M., Montecino, V., Ruttlant, J. y Salinas, S. 1998. Coastal ocean circulation off western South America. A.R. Robinson & K.H. Brink (eds). *The Sea*, vol 11. Jhon Wiley, New York, pp. 273-313.



FIGURAS Y TABLAS

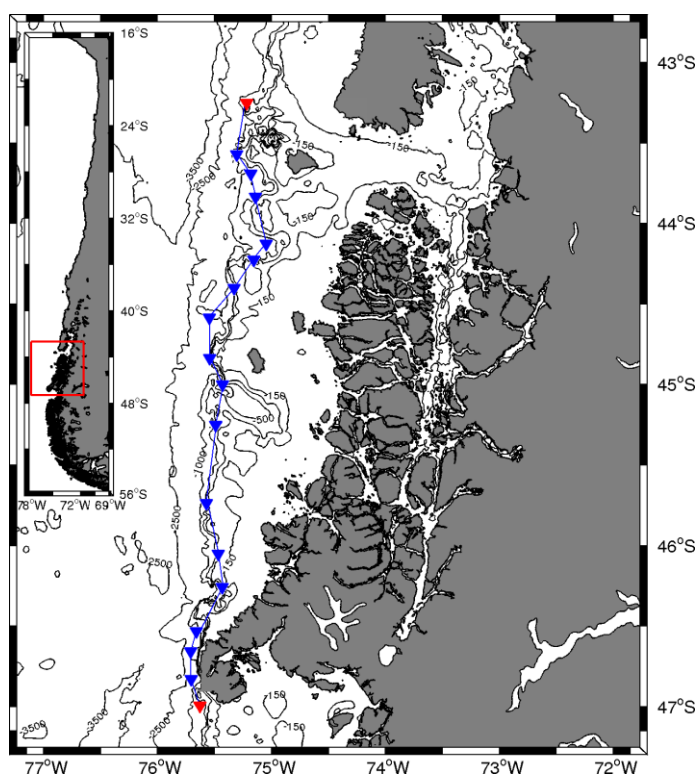


Figura 1. Mapa batimétrico de la zona sur austral de Chile (43°-47°S y 72°-77°W). Los triángulos rojos indican la posición de las estaciones fijas de referencia sobre las cuales se realizaron todas las transectas paralelas a la costa (línea azul). Los triángulos azules indican las posiciones de las estaciones oceanográficas correspondientes a la campaña del 2016.

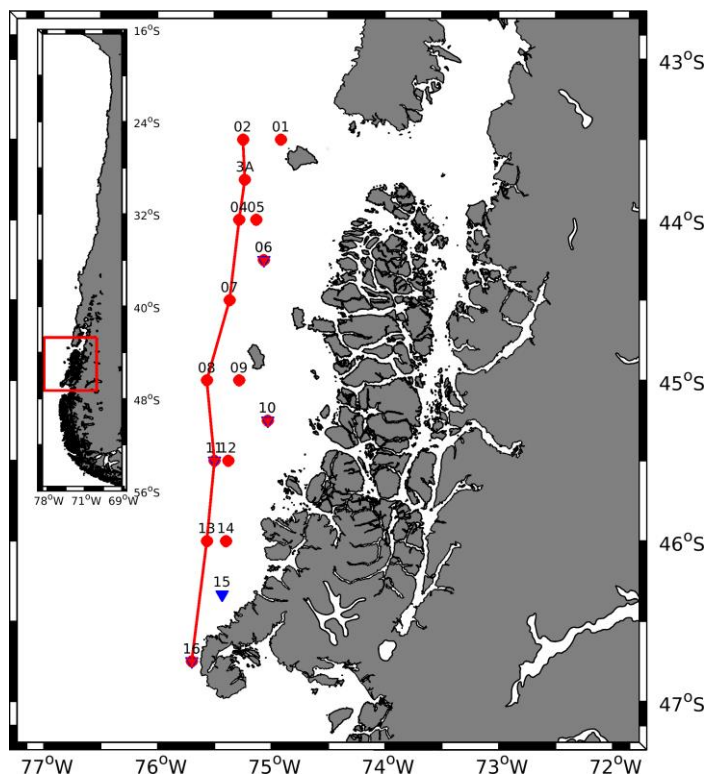


Figura 2. Estaciones de muestreo de las estaciones de CTD durante la campaña de medición realizada desde el 6 al 18 de agosto de 2013. Los círculos rojos indican las estaciones donde se realizó lance de roseta oceanográfica con CTD y los triángulos azules indican estaciones donde sólo se realizó lance de CTD. La línea roja continúa indica la transecta paralela a la costa.

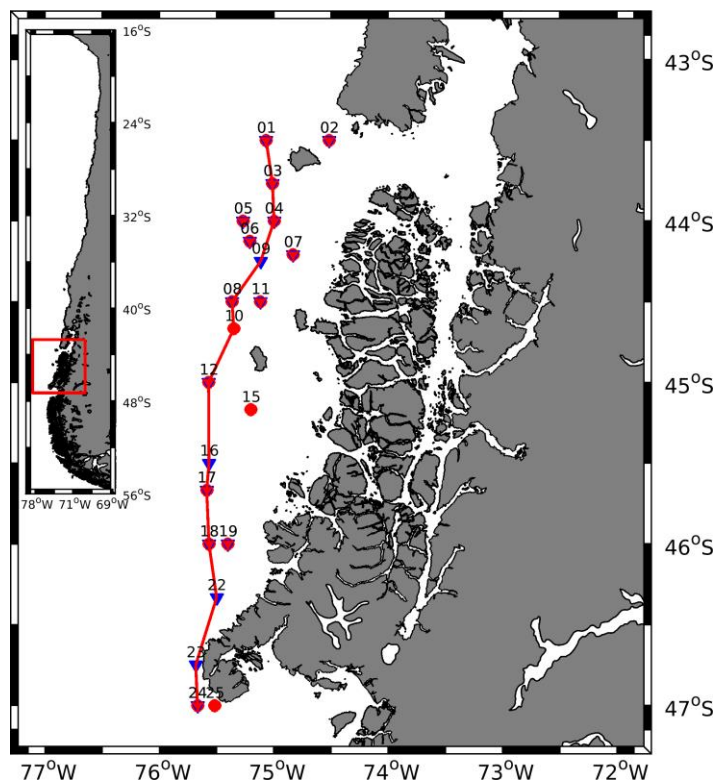


Figura 3. Estaciones de muestreo de las estaciones de CTD durante la campaña de medición realizada desde el 7 al 19 de agosto de 2014. Los círculos rojos indican las estaciones donde se realizó lance de roseta oceanográfica con CTD y los triángulos azules indican estaciones donde sólo se realizó lance de CTD. La línea roja continúa indica la transecta paralela a la costa.

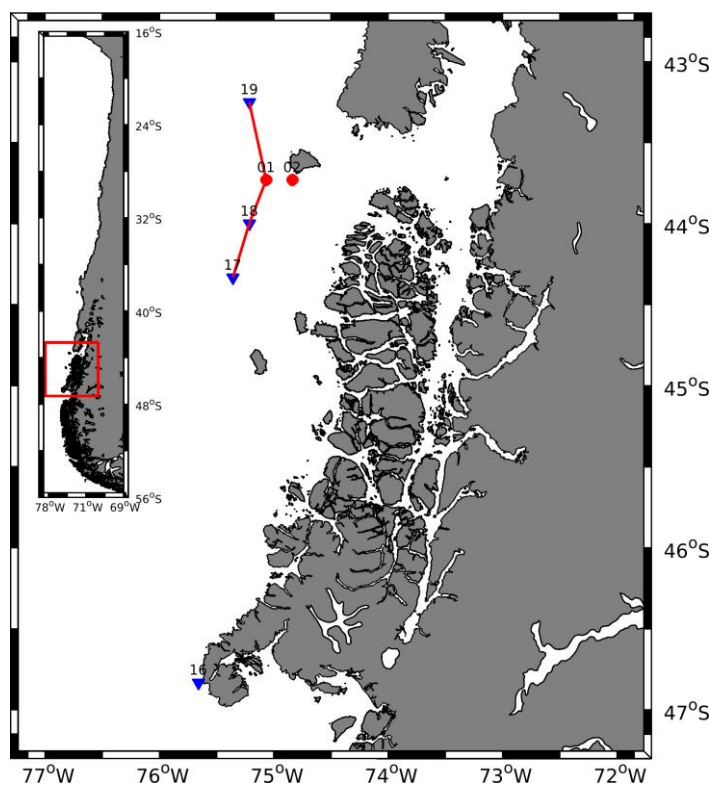


Figura 4. Estaciones de muestreo de las estaciones de CTD durante la campaa de medici3n realizada desde el 4 al 6 de agosto de 2015. Los c3rculos rojos indican las estaciones donde se realiz3 lance de roseta oceanogr3fica con CTD y los tri3ngulos azules indican estaciones donde s3lo se realiz3 lance de CTD. La l3nea roja contin3a indica la transecta paralela a la costa.

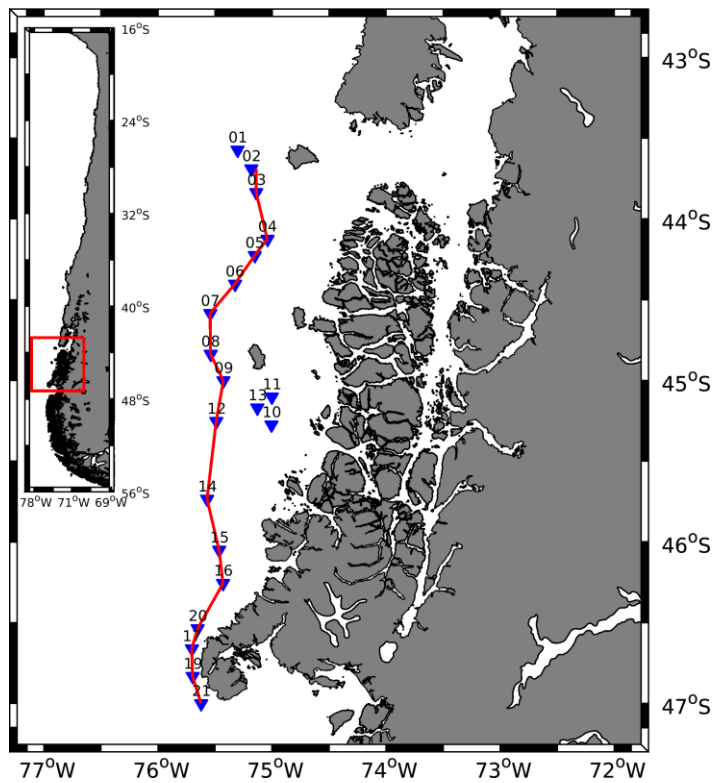


Figura 5. Estaciones de muestreo de las estaciones de CTD durante la campaña de medición realizada desde el 7 al 17 de agosto de 2016. Los triángulos azules indican estaciones donde se realizó lance de CTD. La línea roja continúa indica la transecta paralela a la costa.

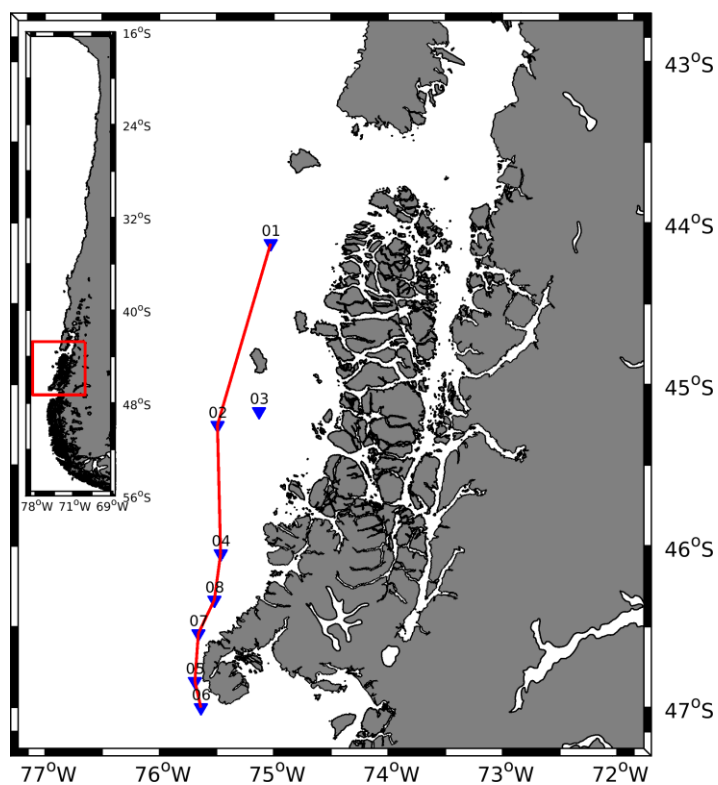


Figura 6. Estaciones de muestreo de las estaciones de CTD durante la campaña de medición realizada desde el 7 al 17 de agosto de 2017. Los triángulos azules indican estaciones donde se realizó lance de CTD. La línea roja continúa indica la transecta paralela a la costa.

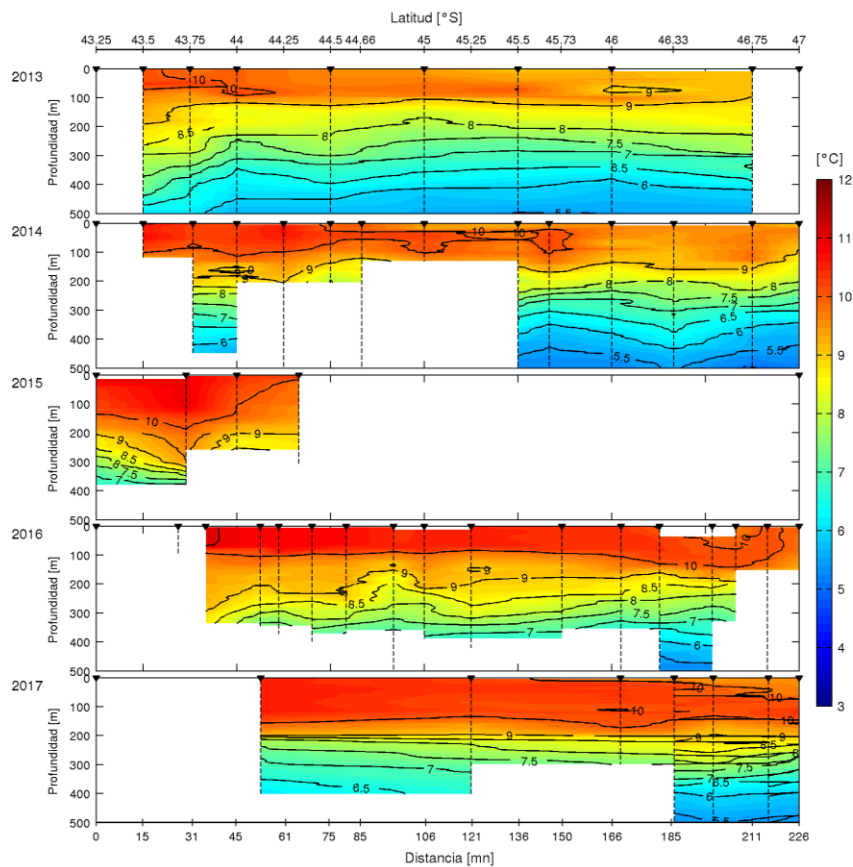


Figura 7. Distribución vertical de temperatura (°C) sobre las transectas paralelas a la costa ubicadas entre los 43,25° y 47°S, realizados durante agosto del 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017. En el eje superior se indica la latitud (°) abarcada por las transectas y en el eje inferior la distancia (mn) referida a la estación ubicada más al norte (43,25°S). Contornos cada 0.5°C (0 – 200 m) y cada 0.1°C (201 – profundidad máxima). Los triángulos invertidos indican la posición de las estaciones oceanográficas abarcadas por cada campaña y las áreas en blanco la falta de datos.

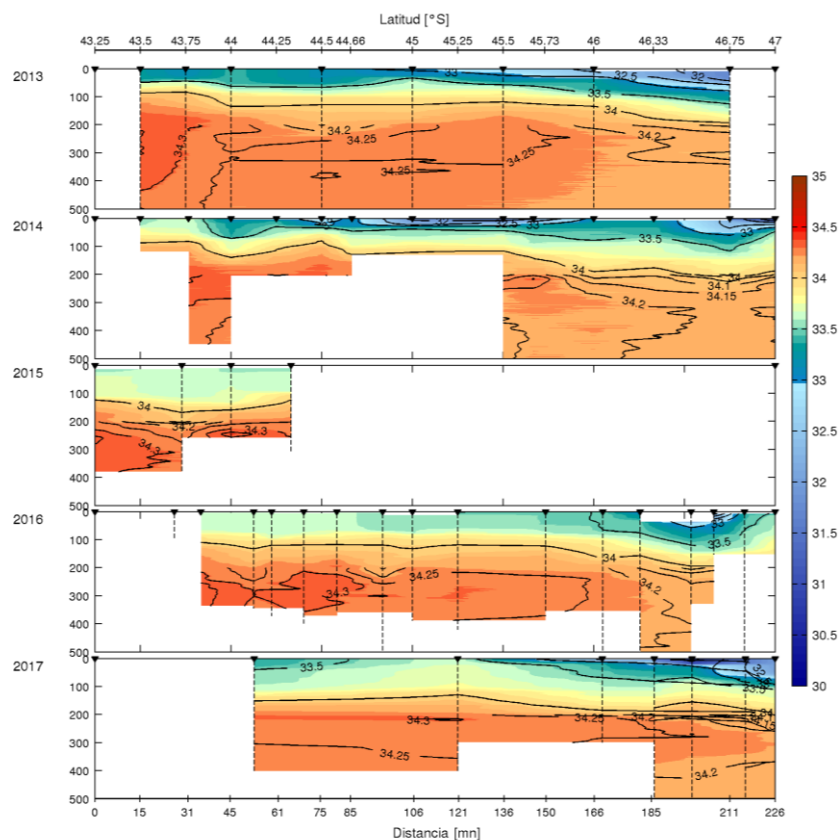


Figura 8. Distribución vertical de salinidad sobre las transectas paralelas a la costa ubicadas entre los 43,25° y 47°S, realizados durante agosto del 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017. En el eje superior se indica la latitud (°) abarcada por las transectas y en el eje inferior la distancia (mn) referida a la estación ubicada más al norte (43,25°S). Contornos cada 0.5‰ (0 – 200 m) y cada 0.1‰ (201 – profundidad máxima). Los triángulos invertidos indican la posición de las estaciones oceanográficas abarcadas por cada campaña y las áreas en blanco la falta de datos.

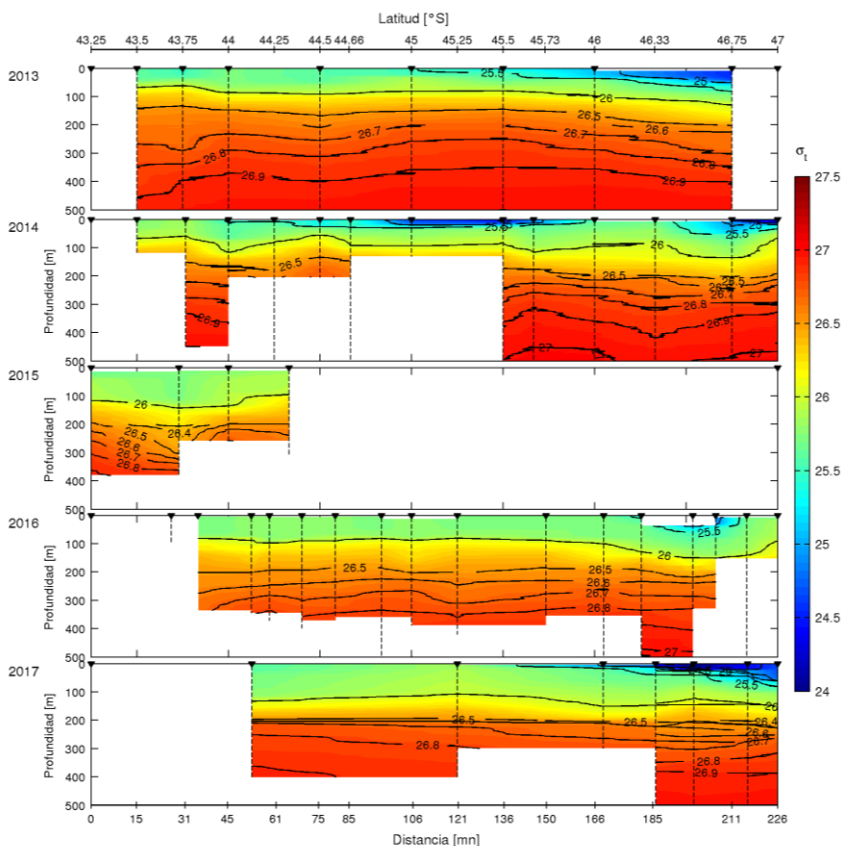


Figura 9. Distribución vertical de densidad (σ_t) sobre las transectas paralelas a la costa ubicadas entre los 43,25° y 47°S, realizados durante agosto del 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017. En el eje superior se indica la latitud (°) abarcada por las transectas y en el eje inferior la distancia (mn) referida a la estación ubicada más al norte (43,25°S). Contornos cada 0.5 σ_t (0 – 200 m) y cada 0.1 σ_t (201 – profundidad máxima). Los triángulos invertidos indican la posición de las estaciones oceanográficas abarcadas por cada campaña y las áreas en blanco la falta de datos.

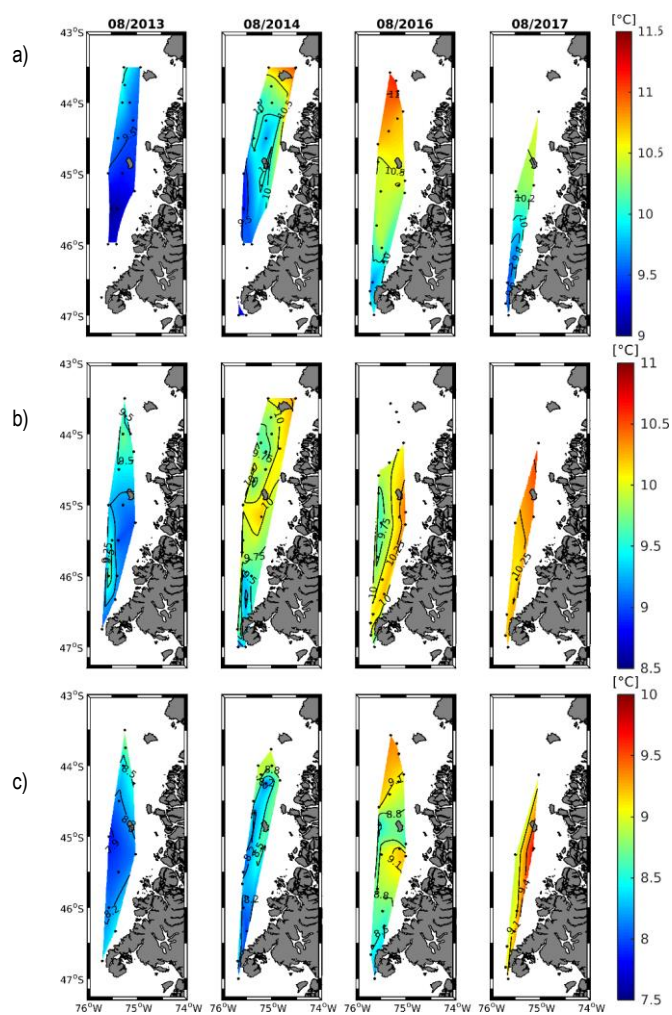


Figura 10. Distribución horizontal y temporal de temperatura (°C), realizados durante agosto de 2013, 2014, 2016 y 2017 a diferentes profundidades: a) 5 m, b) 100 m, y c) 200 m.

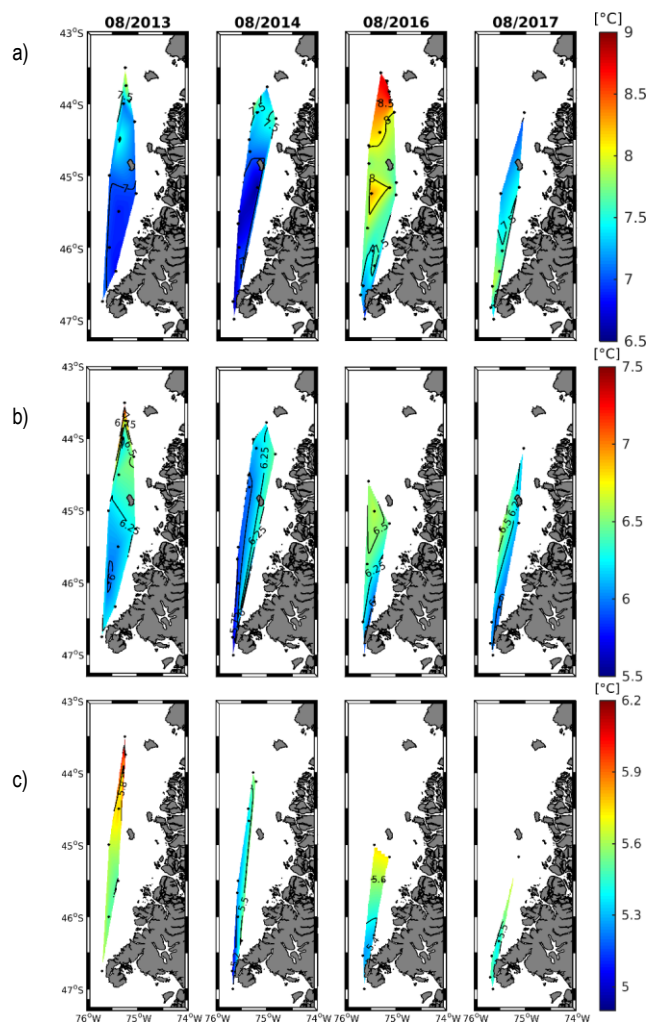


Figura 11. Distribución horizontal y temporal de temperatura (°C), realizados durante agosto de 2013, 2014, 2016 y 2017 a diferentes profundidades: a) 300 m, b) 400 m, y c) 500 m.

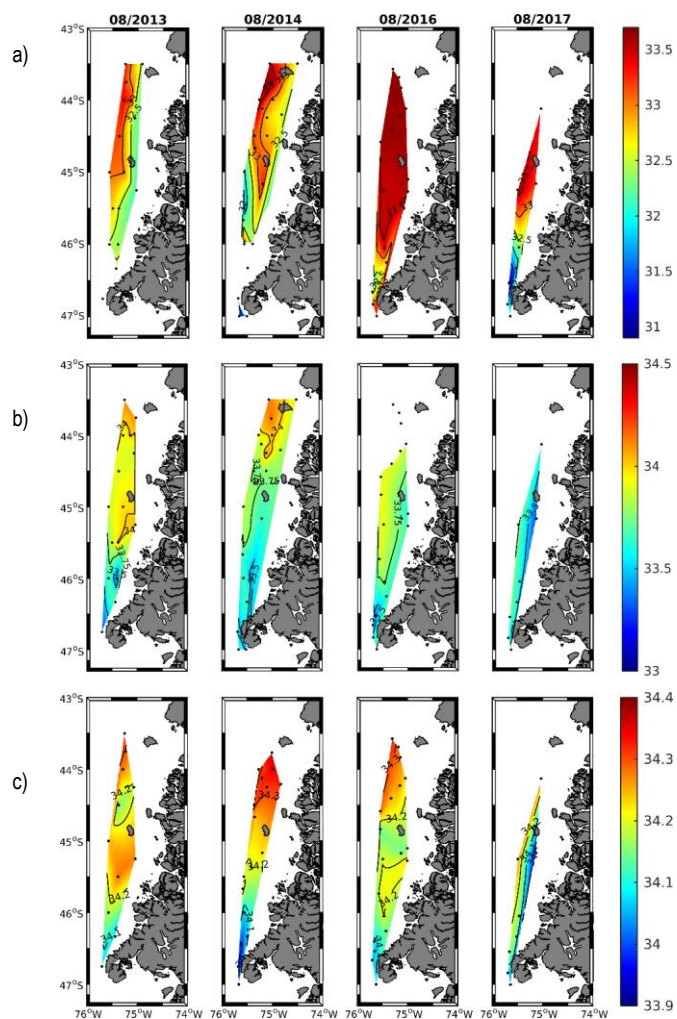


Figura 12. Distribución horizontal y temporal de salinidad, realizados durante agosto de 2013, 2014, 2016 y 2017 a diferentes profundidades: a) 5 m, b) 100 m, y c) 200 m.

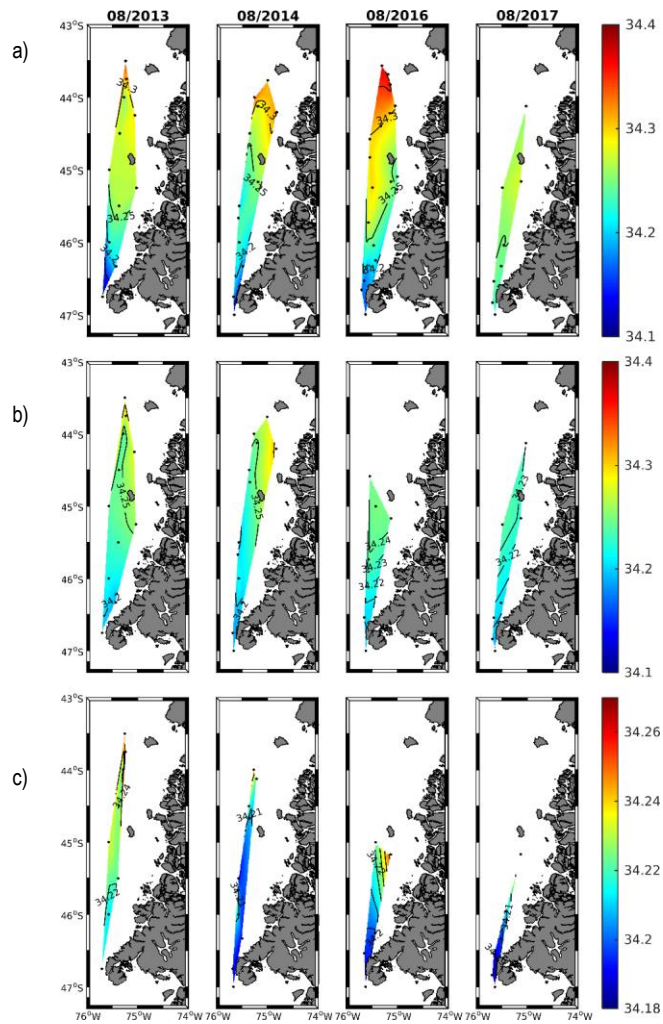


Figura 13. Distribución horizontal y temporal de salinidad, realizados durante agosto de 2013, 2014, 2016 y 2017 a diferentes profundidades: a) 300 m, b) 400 m, y c) 500 m.

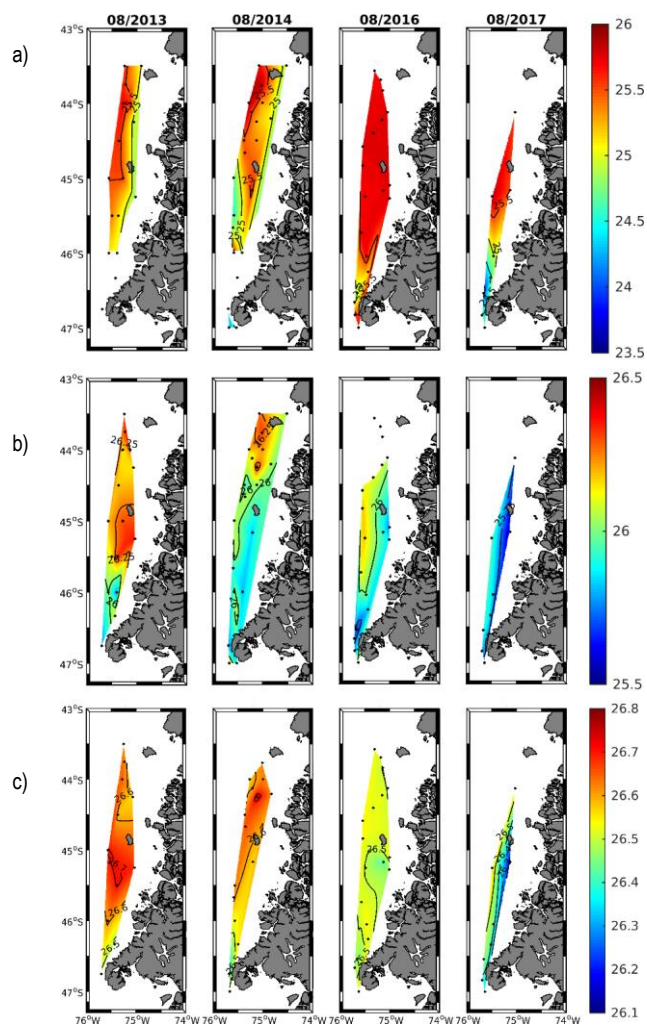


Figura 14. Distribución horizontal y temporal de densidad (σ_t), realizados durante agosto de 2013, 2014, 2016 y 2017 a diferentes profundidades: a) 5 m, b) 100 m, y c) 200 m.

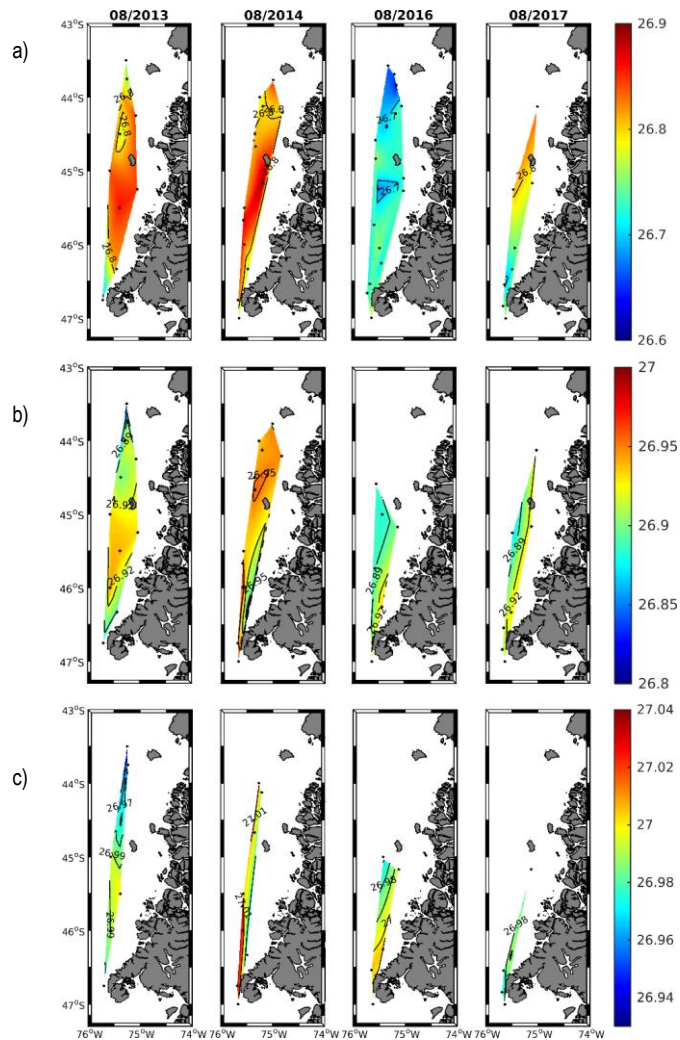


Figura 15. Distribución horizontal y temporal de densidad (σ_t), realizados durante agosto de 2013, 2014, 2016 y 2017 a diferentes profundidades: a) 300 m, b) 400 m, y c) 500 m.

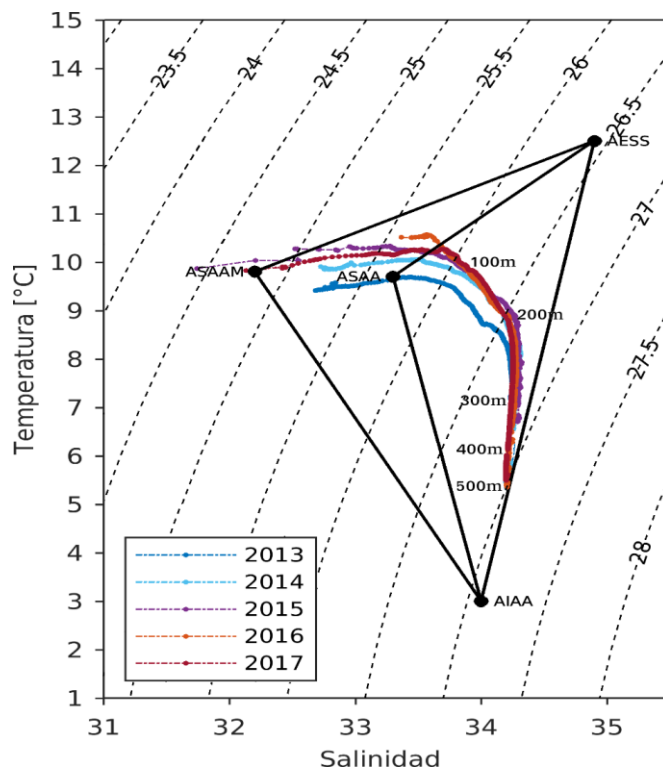


Figura 16. Diagrama T-S (temperatura (°C) – salinidad) de los diferentes años en estudio (2013-2017).

ASAA = Agua Subantártica, AESS = Agua Ecuatorial Subsuperficial y AIAA = Agua Intermedia Antártica.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

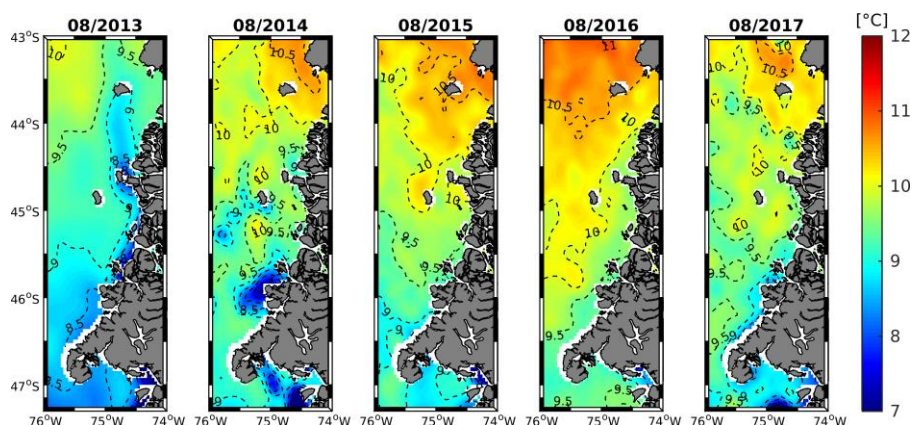


Figura 17. Promedio mensual de agosto del campo de temperatura superficial (°C), obtenido de datos satelitales, entre los 43° - 47.3°S y 74° - 76°W, para los años 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017.

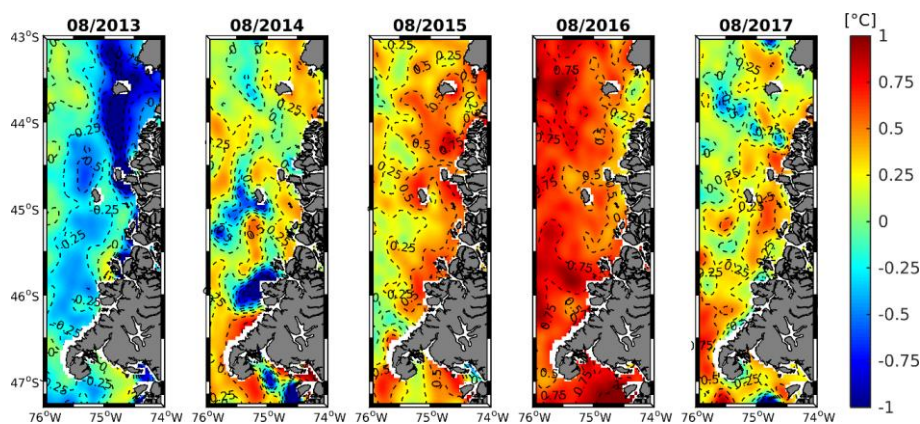


Figura 18. Promedio mensual del campo de anomalía de temperatura superficial (°C), obtenido de datos satelitales, entre los 43° - 47.3°S y 74° - 76°W, realizados durante agosto de 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017.

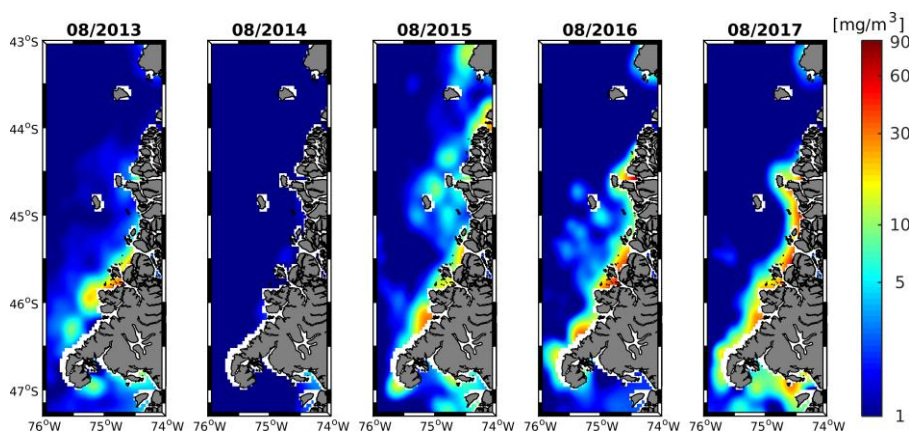


Figura 19. Promedio mensual del campo de clorofila a superficial ($\log_{10}(\text{mg}/\text{m}^3)$), obtenido de datos satelitales, entre los $43^\circ - 47.3^\circ\text{S}$ y $74^\circ - 76^\circ\text{W}$, realizados durante agosto de 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017.

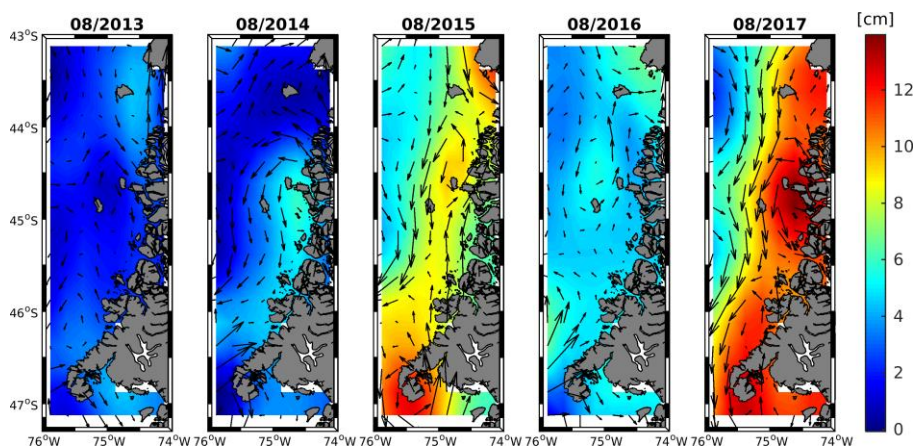


Figura 20. Promedio mensual del campo de corrientes geostróficas superficiales para agosto de 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017 entre los $43^\circ - 47.3^\circ\text{S}$ y $74^\circ - 76^\circ\text{W}$. Las flechas indican la dirección de las corrientes y los colores la anomalía de nivel del mar (cm).

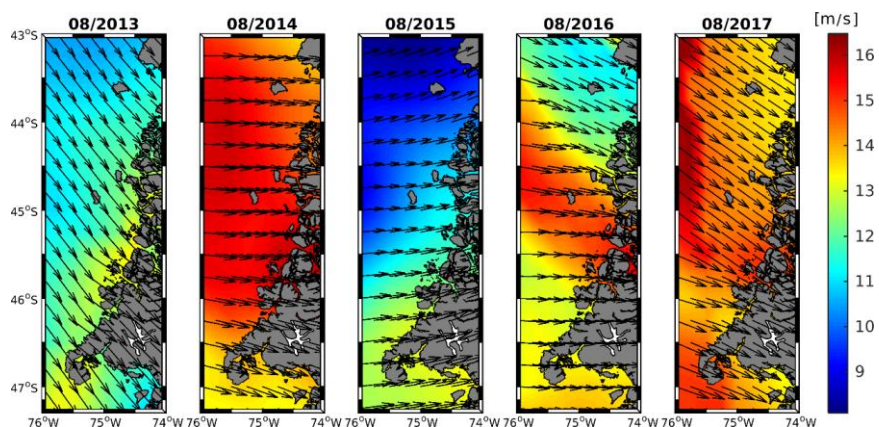


Figura 21. Promedio mensual del campo de vientos satelitales para agosto de 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017, entre los 43° - 47.3°S y 74° - 76°. Las flechas indican la dirección del viento y los colores la magnitud (m/s).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

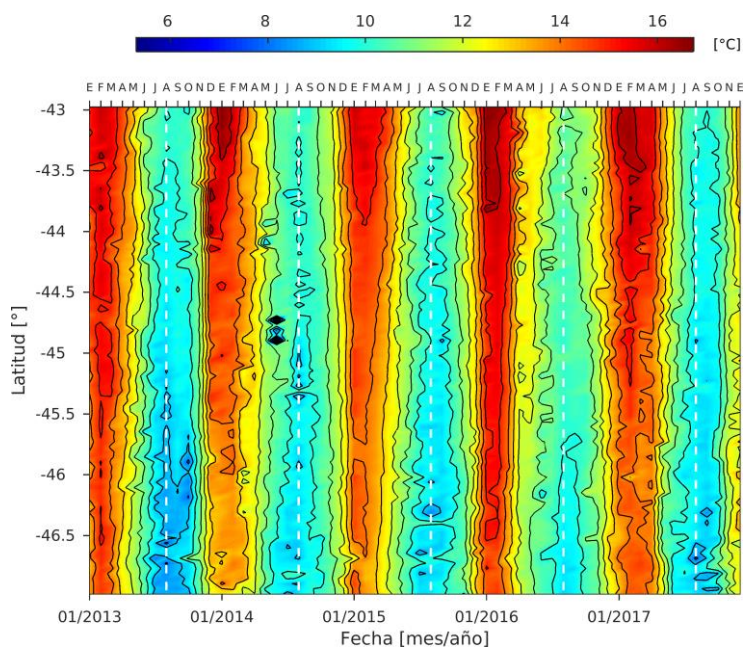


Figura 22. Diagrama Hövmoller (latitud vs tiempo) de los promedios mensuales de TSM (°C) sobre una transecta latitudinal centrada en los 75.69°W, para el período comprendido entre enero del 2013 hasta diciembre de 2017. El eje superior indica los meses de cada año y la línea blanca segmentada indica el mes de agosto; correspondiente a durante el cual se realizaron las campañas.

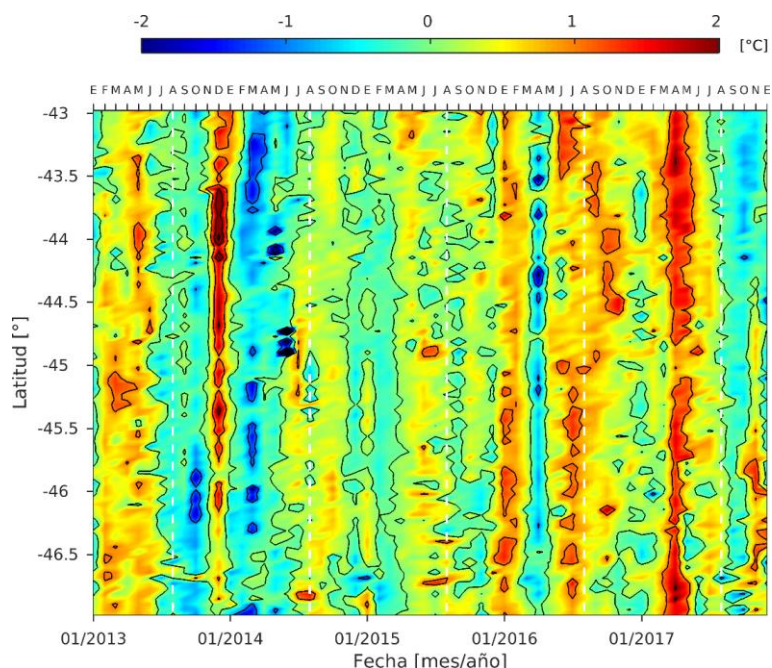


Figura 23. Diagrama Hövmoller (latitud vs tiempo) de anomalía mensual de la temperatura superficial del mar (°C) sobre una transecta latitudinal centrada en los 75.69°W, para el período comprendido entre enero del 2013 hasta diciembre de 2017. El eje superior indica los meses de cada año y la línea blanca segmentada indica el mes de agosto; correspondiente a durante el cual se realizaron las campañas.



Tabla 1. Descripción de instrumental utilizado y su correspondiente número de serie (NS).

Año	Estaciones totales	CTD	NS CTD	NS sensor temperatura	NS sensor salinidad	Última fecha de calibración
2013	15	SBE 19plus V 5.37d	4375	4375	4375	07/05/2010
2013	5	SBE 19plus V 2.2c	6578	6578	6578	07/05/2010
2014	17	SBE 19plus V 5.37d	4375	4375	4375	08/04/2010
2014	18	SBE 19plus 2.2c	6578	6578	6578	07/05/2010
2015	3	SBE 19plus V 7.23.2	4897	4897	4897	09/04/2010
2015	4	SBE 25 CTD V 4.1c	0405	5059	3467	09/12/2011
2016	20	SBE 25 CTD V 4.1c	0405	5059	3467	14/06/2016
2017	8	SBE 11plus V 5.2	1125	5726	4081	

Tabla 2. Fecha, estación, ubicación geográfica, profundidad de fondo e instrumental utilizado correspondiente a las estaciones oceanográficas de CTD, realizadas durante la campaña de medición realizada desde el 6 al 18 de agosto de 2013.

Fecha	Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	CTD
06-08-2013	1	-43,50	-74,92	96	Roseta(SBE19p)
06-08-2013	2	-43,50	-75,25	910	Roseta(SBE19p)
06-08-2013	3	-43,75	-75,02	722	Roseta(SBE19p)
07-08-2013	4	-44,00	-75,28	694	Roseta(SBE19p)
08-08-2013	5	-44,00	-75,13	190	Roseta(SBE19p)
08-08-2013	6	-44,25	-75,07	502	Roseta(SBE19p) - SBE19p
10-08-2013	7	-44,50	-75,37	920	Roseta(SBE19p)
11-08-2013	8	-45,00	-75,57	676	Roseta(SBE19p)
11-08-2013	9	-45,00	-75,28	172	Roseta(SBE19p)
12-08-2013	10	-45,25	-75,03	500	Roseta(SBE19p) - SBE19p
13-08-2013	11	-45,50	-75,50	600	Roseta(SBE19p) - SBE19p
13-08-2013	12	-45,50	-75,38	153	Roseta(SBE19p)
16-08-2013	13	-46,00	-75,57	815	Roseta(SBE19p)
16-08-2013	14	-46,00	-75,40	180	Roseta(SBE19p)
17-08-2013	15	-46,33	-75,43	490	SBE19p
18-08-2013	16	-46,75	-75,70	1097	Roseta(SBE19p) - SBE19p



Tabla 3. Fecha, estación, ubicación geográfica, profundidad de fondo e instrumental utilizado correspondiente a las estaciones oceanográficas de CTD, realizadas durante la campaña de medición realizada desde el 7 al 19 de agosto de 2014.

Fecha	Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	CTD
07-08-2014	1	-43.500	-75.067	130	Roseta(SBE19p) - SBE19p
07-08-2014	2	-43.500	-74.517	198	Roseta(SBE19p) - SBE19p
08-08-2014	3	-43.767	-75.012	515	Roseta(SBE19p) - SBE19p
08-08-2014	4	-44.000	-74.998	230	Roseta(SBE19p) - SBE19p
08-08-2014	5	-44.000	-75.270	556	Roseta(SBE19p) - SBE19p
09-08-2014	6	-44.125	-75.212	593	Roseta(SBE19p) - SBE19p
09-08-2014	7	-44.208	-74.833	514	Roseta(SBE19p) - SBE19p
10-08-2014	8	-44.500	-75.365	970	Roseta(SBE19p) - SBE19p
10-08-2014	9	-44.250	-75.115	235	SBE19p
11-08-2014	10	-44.667	-75.350	503	Roseta(SBE19p)
11-08-2014	11	-44.500	-75.117	153	Roseta(SBE19p) - SBE19p
12-08-2014	12	-45.000	-75.570	620	Roseta(SBE19p) - SBE19p
13-08-2014	15	-45.167	-75.202	397	Roseta(SBE19p)
14-08-2014	16	-45.500	-75.567	703	SBE19p
15-08-2014	17	-45.667	-75.587	592	Roseta(SBE19p) - SBE19p
16-08-2014	18	-46.000	-75.567	815	Roseta(SBE19p) - SBE19p
16-08-2014	19	-46.000	-75.402	180	Roseta(SBE19p) - SBE19p
17-08-2014	22	-46.333	-75.500	1140	SBE19p
18-08-2014	23	-46.750	-75.683	690	SBE19p
18-08-2014	24	-47.000	-75.667	900	Roseta(SBE19p) - SBE19p
19-08-2013	25	-47.000	-75.517	130	Roseta(SBE19p)



Tabla 4. Fecha, estación, ubicación geográfica, profundidad de fondo e instrumental utilizado correspondiente a las estaciones oceanográficas de CTD, realizadas durante la campaña de medición realizada desde el 4 al 6 de agosto de 2015.

Fecha	Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	CTD
4-08-2015	1	-43.730	-75.067	300	Roseta(SBE19p)
5-08-2015	1A	-43.730	-75.067	380	Roseta(SBE19p)
6-08-2015	2	-44.212	-74.837	400	Roseta(SBE19p)
25-08-2015	16	-46.833	-75.658	366	SBE25
28-08-2015	17	-44.333	-75.358	311	SBE25
29-08-2015	18	-44.000	-75.215	259	SBE25
29-08-2015	19	-43.250	-75.200	392	SBE25

Tabla 5. Fecha, estación, ubicación geográfica, profundidad de fondo e instrumental utilizado correspondiente a las estaciones oceanográficas de CTD, realizadas durante la campaña de medición realizada desde el 7 al 17 de agosto de 2016.

Fecha	Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	CTD
07-08-2016	1	-43.572	-75.303	550	SBE25
07-08-2016	2	-43.690	-75.182	941	SBE25
08-08-2016	3	-43,835	-75.140	513	SBE25
08-08-2016	4	-44,125	-75.042	525	SBE25
08-08-2016	5	-44,226	-75.153	483	SBE25
09-08-2016	6	-44,403	-75,327	507	SBE25
09-08-2016	7	-44,585	-75.543	530	SBE25
10-08-2016	8	-44.837	-75.540	430	SBE25
10-08-2016	9	-45.002	-75.427	613	SBE25
11-08-2016	10	-45.275	-75.005	524	SBE25



Tabla 5 (cont.) Fecha, estación, ubicación geográfica, profundidad de fondo e instrumental utilizado correspondiente a las estaciones oceanográficas de CTD, realizadas durante la campaña de medición realizada desde el 7 al 17 de agosto de 2016.

11-08-2016	11	-45.102	-75.002	550	SBE25
12-08-2016	12	-45.252	-75.490	450	SBE25
12-08-2016	13	-45.170	-75.130	770	SBE25
13-08-2016	14	-45.735	-75.570	580	SBE25
13-08-2016	15	-46.050	-75.465	420	SBE25
14-08-2016	16	-46.257	-75.430	680	SBE25
15-08-2016	17	-46.662	-75.705	480	SBE25
16-08-2016	19	-46.833	-75.697	170	SBE25
17-08-2016	20	-46.537	-75.653	830	SBE25
17-08-2016	21	-47.000	-75.623	724	SBE25

Tabla 6. Fecha, estación, ubicación geográfica, profundidad de fondo e instrumental utilizado correspondiente a las estaciones oceanográficas de CTD, realizadas durante la campaña de medición realizada desde el 7 al 17 de agosto de 2017.

Fecha	Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	CTD
07-08-2017	1	-44.128	-75.028	700	SBE9 11
12-08-2017	2	-45.252	-75.493	420	SBE9 11
14-08-2017	3	-45.167	-75.130	700	SBE9 11
15-08-2017	4	-46.048	-75.465	380	SBE9 11
16-08-2017	5	-46.838	-75.690	1300	SBE9 11
16-08-2017	6	-47.002	-75.637	930	SBE9 11
17-08-2017	7	-46.543	-75.660	1400	SBE9 11
17-08-2017	8	-46.335	-75.520	1000	SBE9 11



Sección Plancton

Autor: Francisca Osorio Z.

Abundancia y distribución espacial-vertical del zooplancton e ictioplancton en las aguas exteriores, entre los 43°30' y 47°S, año 2017.

RESUMEN

La abundancia y distribución espacial-vertical del zooplancton e ictioplancton de la zona de aguas exteriores fue analizada entre los paralelos 43°30'S y 47°S. Durante el mes de agosto se realizaron lances verticales estratificados diurnos, con una red multinet en cinco estratos de profundidad. Los resultados indicaron que los focos principales de abundancia y biomasa de zooplancton concordaron espacialmente con las mayores abundancias de huevos de merluza austral y del pez mesopelágico *Maurollicus parvipinnis*, en los alrededores de la península de Taitao (47°S). En la vertical, los huevos de merluza austral se registraron en el estrato de 300-400 m, coincidiendo con las profundidades en las que los adultos desovan. La distribución vertical de las mayores abundancias de copépodos y eufáusidos se observó entre los 100 a 300 m, profundidades acordes al periodo del día de acuerdo a las migraciones nictimerales de estos grupos, mientras que las larvas de eufáusidos se ubicaron en el estrato más superficial. Durante el periodo de estudio, la zona donde se encontraron los huevos de merluza austral (sector norte de la península de Taitao) se caracterizó por la presencia de organismos pequeños, principalmente larvas de eufáusidos y ostrácodos.

METODOLOGÍA

El área de estudio comprendió las aguas exteriores de la zona austral de Chile, entre las latitudes 43°30'S y 47°00'S. Se realizaron 8 estaciones bio-oceanográficas a bordo del buque AGS-61 Cabo de Hornos, en estas estaciones se realizaron 7 lances de red Multinet (Multiple Plankton Sampler Multinet, modelo midi, fabricada por Hydro-Bios), donde una de ellas fue suspendida por malas condiciones atmosféricas. En cada estación se obtuvieron muestras planctónicas, en cinco estratos de profundidad: 0-50 m, 50-100 m, 100-200 m, 200-300 y 300-400. La red utilizada posee una apertura de boca de 0,25 m², y tamaño de malla de 300 µm, provista de dos flujómetros. Todos los lances fueron realizados de día. Las muestras fueron fijadas en formalina al 5%, neutralizada con bórax y almacenadas en frascos de 250 ml, para luego ser trasladadas al laboratorio de plancton del Instituto de Fomento Pesquero para su análisis.

El procesamiento en laboratorio contempló los análisis de cuantificación e identificación de los diferentes grupos zooplanctónicos presentes en cada muestra, utilizándose en cada una de ellas microscopios estereoscópicos marca Nikon y Zeis con aumento de 8 a 40 veces, y utilizando un submuestreador Folsom (Smith & Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981) para realizar subdivisiones cuando las muestras fueron demasiado abundantes, efectuándose posteriormente la extrapolación de la subdivisión al total de la muestra.



La abundancia relativa del zooplancton cuantificado fue estandarizada y expresada como número de individuos presentes en 1.000 m³ de agua de mar filtrada y su representación gráfica se realizó según la escala métrica log² (Frontier, 1980), que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes, a su vez, la densidad y área geográfica de distribución de los grupos zooplanctónicos numéricamente más importantes, fue graficada en mapas a través del programa Surfer 10.

Los grupos zooplanctónicos se clasificaron en base al ordenamiento sistemático formulado por Bougis (1974) y Barnes (1995), utilizándose como ayuda descriptiva trabajos como los de Newell *et al.*, (1966), Vidal (1968), Arcos (1975), Boltovskoy (1981) y Palma & Kaiser (1993). En su análisis se consideraron indicadores como:

- Constancia numérica o frecuencia de ocurrencia, que corresponde al porcentaje entre el número de estaciones con presencia de cada especie y el número total de estaciones.
- Dominancia numérica de los grupos, que corresponde al porcentaje entre el número total de individuos de cada grupo y el número total de organismos zooplanctónicos capturados en la zona de estudio.
- Abundancia relativa, es el número total de individuos de un mismo grupo encontrados en la totalidad de las estaciones.
- Densidad media, corresponde a la suma de todos los individuos de cada grupo dividido por el número de estaciones.

Con posterioridad a la extracción de los estadios tempranos de peces y para evitar posibles daños a los huevos y larvas que pudieran dificultar su identificación y/o clasificación, se procedió a determinar el volumen de zooplancton como una medida estimativa de su biomasa, mediante el método de desplazamiento de volúmenes húmedos (Postel *et al.*, 2000). El volumen se determinó dos veces para cada muestra y el resultado corresponde al promedio de ambas determinaciones. Se excluyó de la medición sólo a los organismos cuyo volumen individual excedía los 5 ml.

La biomasa zooplanctónica se calculó como:

$$Y = 1000 * \left(\frac{Z_o}{V_F} \right)$$

donde:

- Y = ml de zooplancton en 1.000 m³
Z_o = ml de zooplancton
V_F = volumen de agua filtrada por la red (m³)

A partir de los datos de abundancia de los grupos del zooplancton e ictioplancton, se elaboraron gráficos de distribución vertical en los 5 estratos de profundidad, de los grupos más abundantes del zooplancton, además de los huevos y larvas de la especie objetivo del proyecto, incluyendo otras especies que fueran abundantes o dominantes.



En relación al análisis de clases de tamaño del mesozooplankton, los grupos mayores fueron contados, medidos y separados por rangos de tamaño, desde 0,25 mm a 19,85 mm de Diámetro Circular Equivalente (DCE) utilizando el software Zooimage. Para el desarrollo de esta actividad fue necesario teñir previamente una alícuota de la muestra original con Rosa de Bengala al 1%, la que posteriormente fue enjuagada con alcohol etílico al 70% y escaneada a una resolución de 800 dpi mediante un scanner HP modelo Scanjet G3110. Todas las imágenes fueron procesadas mediante software Zoolmage (<http://www.sciviews.org/zooimage/index.html>). Posteriormente, se determinó y graficó la pendiente derivada de la regresión lineal de Log 2 clase de talla (X) sobre el Log 2 de la densidad de partículas zooplanctónicas (Y) y se graficó la distribución por estación.



RESULTADOS

Los resultados de la componente zooplancton indicaron que las mayores abundancias tanto medias como medianas se encontraron en el estrato de 200-300 m de profundidad (media: 37.731 ind/1000m³; med: 32.920 ind/1000m³). Seguido de esta profundidad, la media indicó que el segundo estrato más abundante fue el de 100-200 m, mientras que la mediana señaló al estrato más profundo (300-400 m) (**Figura 1a**). Por otra parte, la biomasa media presentó el valor más alto en estrato más superficial (0-50 m), con 51,1 ml/1000m³ y el más bajo en los 100-200 m, con 24 ml/1000m³ (**Figura 1b**).

El análisis cualitativo de los grupos mayores del zooplancton indicó que los mayores porcentajes de participación en los cinco estratos de profundidad fueron los copépodos, quetognatos y ostrácodos (**Tablas 1 a 5**). En los copépodos se registró un gradiente en aumento de la dominancia numérica (DN%) desde la superficie hasta el estrato más profundo, encontrándose el valor más bajo en los 0-50 m (66,7%) y el mayor en el estrato de 300-400 m (86,6%). En contraste, los quetognatos presentaron una disminución de su dominancia desde el estrato más superficial al más profundo, variando de 12,2% a 2,6% respectivamente. En los ostrácodos se observó la mayor participación en estrato de 200-300 (6,5%) y la menor en los 0-50 m (2,6%). Los eufáusidos sólo presentaron una dominancia mayor a 1% en los 100-200 m (1,5%) (**Tablas 1 a 5**).

La distribución vertical de los grupos mayores del zooplancton presentó diferencias en los grupos analizados. Los copépodos y eufáusidos registraron las mayores abundancias en los estratos más profundos, principalmente entre los 100 y 300 m (**Figura 2a y 2b**). En los copépodos calanoideos se observó una abundancia máxima de 205.840 ind/1000m³ en el estrato de 200-300 m, mientras que en los eufáusidos el máximo se ubicó en los 100-200 m, con 2960 ind/1000m³. Por otra parte, los quetognatos y las larvas de eufáusidos concentraron las mayores abundancias en los 0-50 m (**Figura 2c y 2d**).

Con respecto a la composición del ictioplancton en la zona de estudio, los huevos identificados correspondieron a 5 taxa: *Maurolicus parvipinnis*, *Merluccius australis*, *Seriotelele punctata*, fam. Macrouridae y fam. Myctophidae. Las larvas pertenecieron a 3 taxa: *Lampanyctodes hectoris*, fam. Macrouridae y fam. Myctophidae.

En cuanto a la distribución vertical del ictioplancton en la zona austral, los huevos de *Maurolicus parvipinnis* concentraron su abundancia en los 200-300 m, con 480 huevos/10 m² (**Figura 3a**), mientras que los huevos de merluza austral se ubicaron exclusivamente en el estrato de 300-400 m, con 40 huevos/10 m² (**Figura 3b**). Las larvas de *Lampanyctodes hectoris* se observaron mayoritariamente en el estrato superficial (0-50 m), con 1040 larvas/10 m² (**Figura 3c**).

La distribución espacial de la abundancia total del zooplancton en los cinco estratos de profundidad presentó las mayores abundancias desde los 46°00' S hasta el sur de la península de Taitao (47°00' S) (**Figura 4**). En el estrato superficial se observó el mayor número de estaciones con abundancias entre 11.374 y 62.949 ind/1000 m³, las que se ubicaron entre las latitudes 45°00' S y 47°00' S (**Figura 4a**). En los estratos de 100-200 m y 200-300 m se encontraron focos de abundancia en torno a la península de Taitao, con 70.560 y 105.800 ind/1000 m³ respectivamente (**Figura 4c y 4d**). En el estrato profundo las abundancias fueron menores a 62.949 ind/1000 m³ y se encontraron alrededor de la península de Taitao (**Figura 4e**).



La biomasa zooplanctónica presentó los mayores valores (61-80 ml/1000m³) entre los 50 a 200 m. En el estrato superficial se registraron tres valores mayores de biomasa al norte y sur de la península de Taitao, con un máximo de 80 ml/1000m³, a 4 mn al sur de esta zona (47°S) (**Figura 5a**). En 100-200 m se registró también un foco de biomasa de 68 ml/1000 m³ a los 47°S (**Figura 5c**). En el resto de los estratos los valores no superaron los 60 ml/1000 m³ y se ubicaron principalmente en torno a la península de Taitao (**Figura 5b, 5d y 5e**).

La distribución espacial de los huevos de merluza austral se concentró en el estrato profundo (300-400 m), no identificándose huevos de esta especie en el resto de los estratos (**Figura 6**). En el estrato de 300-400 m los huevos se ubicaron en la latitud 46,3°S a 15 mn de la costa, con una abundancia de 40 huevos/10 m² (**Figura 6e**).

Los huevos de *Maurolicus parvipinnis* se distribuyeron en todas las profundidades, a excepción del estrato superficial, con focos de mayor abundancia alrededor de la península de Taitao (**Figura 7**). Las mayores abundancias (100-500 huevos/10 m²) se ubicaron en la latitud 46,3°S (200 huevos/10 m²) a 16 mn de la costa y en 46,5°S (360 huevos/10 m²) a 6 mn de la costa, en los estratos de 100-200 m y 200-300 m, respectivamente (**Figura 7c y 7d**).

La pendiente promedio de la relación abundancia-talla de los cinco estratos de profundidad obtenida a partir del análisis de partículas, indicó que las partículas más pequeñas se ubicaron en la estación 8 (**Figura 8**), en la cual también se registraron los huevos de merluza austral.

DISCUSIÓN

En este estudio, el muestreo zooplanctónico efectuado con la red multinet fue realizado de día, por lo cual las distribuciones de las mayores abundancias de copépodos y eufausidos en la columna de agua, entre los 100 a 300 m, concuerdan con lo esperado para el periodo según distintos autores (Boltovsky 1981, Verhey & Field 1992, Linacre & Palma 2004, Riquelme-Bugueño *et al.* 2012). Estos autores señalan que tanto los eufausidos como los copépodos son capaces de realizar migraciones verticales durante el ciclo día-noche, ubicándose durante el día a mayores profundidades producto de la utilización de alimento, ingiriendo materia orgánica y para evitación de depredadores, mientras que de noche se distribuyen en las aguas superficiales, donde se alimentan de microplancton.

En relación a la distribución vertical de las larvas de eufausidos (furchia y caliptopis), las abundancias se concentraron en el estrato superficial (0-50 m), profundidades similares a las descritas por otros autores para larvas de distintas especies de eufausidos, señalando que en estas también existen migraciones verticales diurnas, las cuales estarían limitadas por barreras físicas (Williams & Lindley 1982, Hirota *et al.* 1984).

La composición de especies de ictioplancton registrada durante agosto en la zona austral estuvo compuesta principalmente por huevos del pez mesopelágico *Maurolicus parvipinnis* y estadios tempranos de la familia Myctophidae, los cuales coinciden con los taxa descritos para aguas exteriores de la misma zona y periodo de estudio, durante los años 2013 y 2014 (Osorio-Zúñiga *et al.* 2018). En cuanto a los huevos de especies recurso se observaron huevos de cojinoba moteada (*Seriotelella punctata*), huevos de merluza austral, además de huevos y larvas de individuos de la familia Macrouridae, los que podrían pertenecer al género *Caelorinchus* (pejerrata), todos los cuales se ha reportado su presencia en la zona de la patagonia chilena (Osorio-Zúñiga *et al.* 2018).



La distribución de los focos principales de abundancia y biomasa de zooplancton, compuesto por más del 70% de copépodos en todas las profundidades analizadas se ubicaron en torno a la península de Taitao, coincidiendo espacialmente con las mayores abundancias de huevos de *Maurolicus parvipinnis* y merluza austral. En la vertical, los máximos de abundancias de copépodos calanoideos y de huevos de *Maurolicus parvipinnis* se encontraron en la misma profundidad (200-300 m). Lo anterior posiblemente debido a que, tanto para el desove de estos huevos como el desarrollo de las larvas, juveniles y adultos de esta especie, requiere alimentarse de estadios tempranos (huevos, nauplii y copepoditos) (Landaeta *et al.* 2011) y adultos de copépodos.

Con respecto al foco de abundancia de huevos de merluza austral ubicado al norte de la península de Taitao (47°S), se han señalado abundancias similares hacia el oeste y sur de esta zona, durante el mismo periodo en aguas exteriores de la zona austral (Osorio-Zúñiga *et al.* 2018). En la columna de agua, los huevos de esta especie se registraron en el estrato de 300-400 m, coincidiendo con las profundidades en las que los adultos desovan (Bustos *et al.* 2007), lo cual es respaldado por el estadio temprano de desarrollo embrionario observado en los huevos, por el presente estudio. Por otra parte, en la zona principal de desove de merluza austral, ubicada entre las islas Guafo y Guambín (43°30'S-45°S) (Bustos *et al.* 2007), no se registraron huevos ni larvas.

La zona donde se encontraron los huevos de merluza austral se caracterizó por la presencia de partículas pequeñas, debido a la participación y abundancia de organismos pequeños, principalmente larvas de eufausidos y ostrácodos. Durante el periodo de estudio, se evidenció un acople de los procesos reproductivos de merluza austral y de los eufausidos, debido a la abundancia de las larvas de este grupo en la zona, no obstante, a diferentes profundidades de la columna de agua.

CONCLUSIONES

- Se registraron huevos de tres especies recurso: cojinoba moteada (*Seriotelella punctata*), merluza austral, además de huevos y larvas del género *Caelorinchus* (pejerrata), aunque con abundancias bajas (entre 40 a 80 ind/10 m²).
- Los huevos de merluza austral se registraron en el estrato de 300-400 m, coincidiendo con las profundidades en las que los adultos de la especie desovan.
- La distribución espacial de los focos principales de abundancia de zooplancton coincidió con las mayores abundancias de huevos de *Maurolicus parvipinnis* y merluza austral, en los alrededores de la península de Taitao.
- La composición de especies de ictioplancton observada durante agosto en la zona austral abarcó principalmente huevos del pez mesopelágico *Maurolicus parvipinnis* y estadios tempranos de la familia Myctophidae.
- La distribución vertical de las mayores abundancias de copépodos y eufausidos se encontró entre los 100 a 300 m de profundidad, concordante con el periodo del día.



REFERENCIAS

- Arcos D.F. 1975. Copepodos calanoideos de la Bahía de Concepción, Chile. Conocimiento sistemático y variación estacional. *Gayana Zool.* 32,1 – 31.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino (No. C/592 S6/1981). Mar del Plata, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- Bustos, C. A., Balbontín, F., & Landaeta, M. F. 2007. Spawning of the southern hake *Merluccius australis* (Pisces: Merlucciidae) in Chilean fjords. *Fisheries Research* 83(1), 23-32.
- Frontier, S. 1980. Métodos de análisis rápido en muestras pláctónicas. *Acta Oceanografica Pacífico*, 1(1): 137 – 145.66. Zooplacton de la región de Nosy-Be I) Programa des recortes et techniques d'etude II) Placton de Surface aux strations 5 et 10 Cah Orstom (oceanogra.), 4(3): 3-37.
- Hirota, Y., Nemoto, T., & Marumo, R. 1984. Vertical distribution of larvae of *Euphausia nana* and *E. similis* (Crustacea: Euphausiacea) in Sagami Bay and Suruga Bay, central Japan. *Marine Biology* 81(2), 131-137.
- Landaeta, M. F., Suárez-Donoso, N., Bustos, C. A., & Balbontín, F. 2011. Feeding habits of larval *Maurollicus parvipinnis* (Pisces: Sternoptychidae) in Patagonian fjords. *Journal of Plankton Research* 33(12), 1813-1824.
- Linacre, L., & Palma, S. 2004. Variabilidad espacio-temporal de los eufáusidos frente a la costa de Concepción, Chile. *Investigaciones marinas* 32(1), 19-32.
- Osorio-Zúñiga F., Landaeta M.F., Angulo-Aros J. & Balbontín F. 2018. Spatio-temporal variability of ichthyoplankton and its relationship with oceanographic conditions at the shelf break off Chilean Patagonia (43°S-51°S). *Marine Biology Research*. DOI: 10.1080/17451000.2017.1406663
- Palma, S. & Kaiser, K. 1993. Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Valparaíso.
- Postel L, H Fock & W Hagen. 2000. Biomass and abundance. En: Harris RP, PH Wiebe, J Lenz, HR Skjoldal & M Huntley (eds). ICES zooplankton methodology manual, pp. 83-174. Academic Press, San Diego.
- Riquelme-Bugueño, R., Núñez, S., Jorquera, E., Valenzuela, L., Escribano, R., & Hormazábal, S. 2012. The influence of upwelling variation on the spatially-structured euphausiid community off central-southern Chile in 2007–2008. *Progress in Oceanography* 92, 146-165.



Smith P. E. & S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. Documento técnico de pesca 175, FAO, 107 pp.

Verheye, H. M., & Field, J. G. 1992. Vertical distribution and diel vertical migration of *Calanoides carinatus* (Krøyer, 1849) developmental stages in the southern Benguela upwelling region. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 158(1), 123-140.

Vidal J. 1968. Copepodos calanoideos epipelagicos de la expedición Marchile II, *Gayana Zool.*, 15,1 – 98.

Williams, R., & Lindley, J. A. 1982. Variability in abundance, vertical distribution and ontogenetic migrations of *Thysanoessa longicaudata* (Crustacea: Euphausiacea) in the north-eastern Atlantic Ocean. *Marine Biology* 69(3), 321-330.



FIGURAS

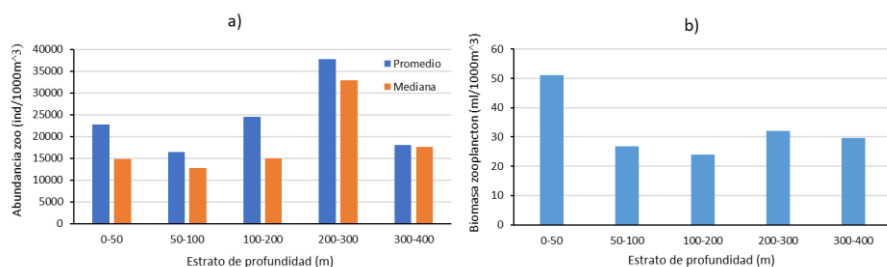


Figura 1. Abundancia media y mediana del zooplancton por estrato de profundidad (a) y biomasa media por estrato de profundidad (b), durante agosto de 2017 en la zona austral.

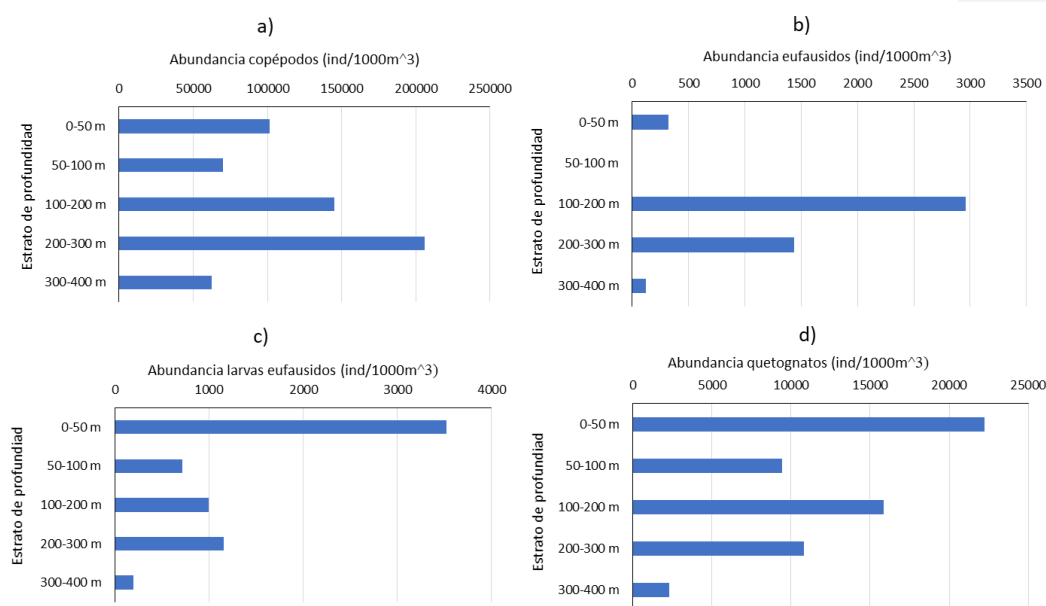


Figura 2. Distribución vertical de la abundancia total de copépodos calanoideos (a), eufausidos (b), larvas de eufausidos (c) y quetognatos (d) durante el agosto de 2017, en la zona austral de Chile.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

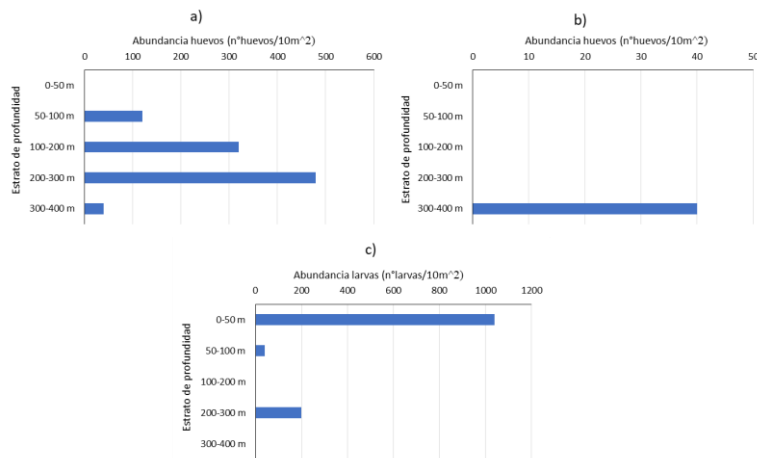


Figura 3. Distribución vertical de la abundancia total de huevos de (a) *Maurolicus parvipinnis*; (b) huevos de *Merluccius australis*, y (c) y larvas de *Lampanycotodes hectoris*, durante agosto de 2017, en la zona austral de Chile.

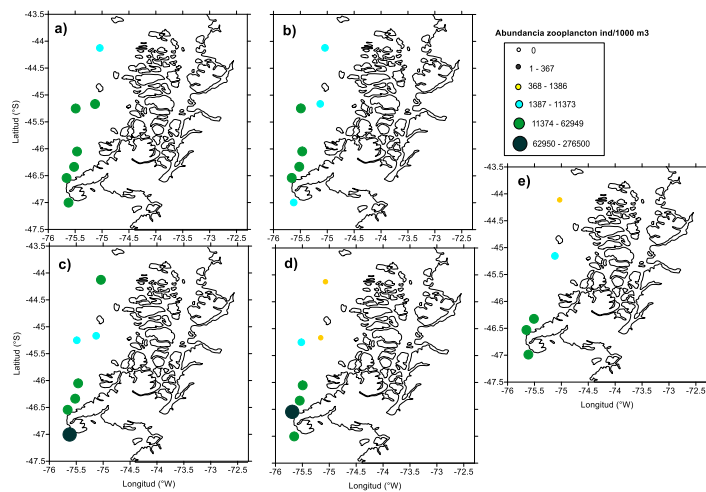


Figura 4. Distribución espacial de la abundancia total de zooplancton (ind/1000m³) por estrato de profundidad: a) 0-50 m, b) 50-100 m, c) 100-200 m, d) 200-300 m y e) 300-400 m durante agosto de 2017, en la zona austral de Chile.

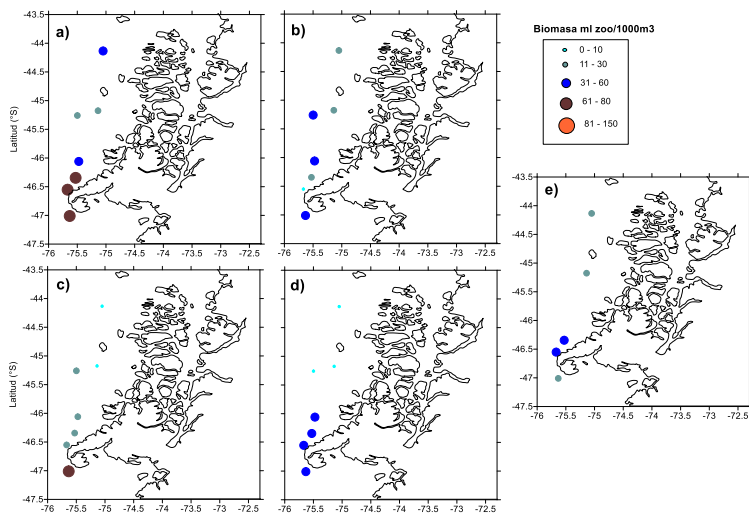


Figura 5. Distribución espacial de la biomasa de zooplancton ($\text{ml}/1000 \text{ m}^3$) por estrato de profundidad: a) 0-50 m, b) 50-100 m, c) 100-200 m, d) 200-300 m y e) 300-400 m durante agosto de 2017, en la zona austral de Chile.

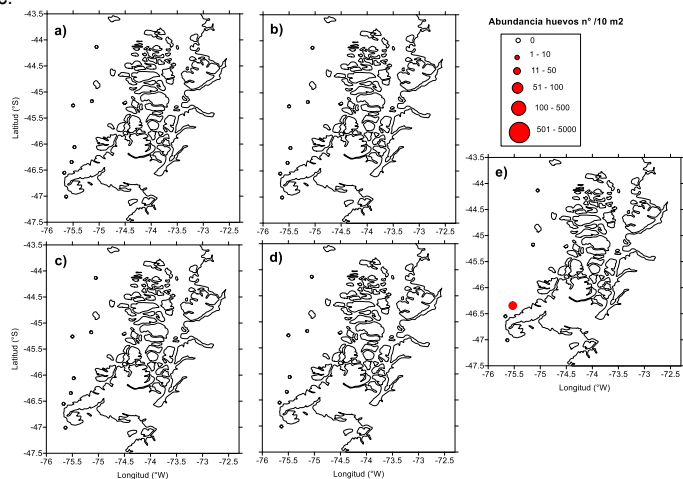


Figura 6. Distribución espacial de huevos de merluza austral (huevo/10 m^2) por estrato de profundidad: a) 0-50 m, b) 50-100 m, c) 100-200 m, d) 200-300 m y e) 300-400 m durante agosto de 2017, en la zona austral de Chile.

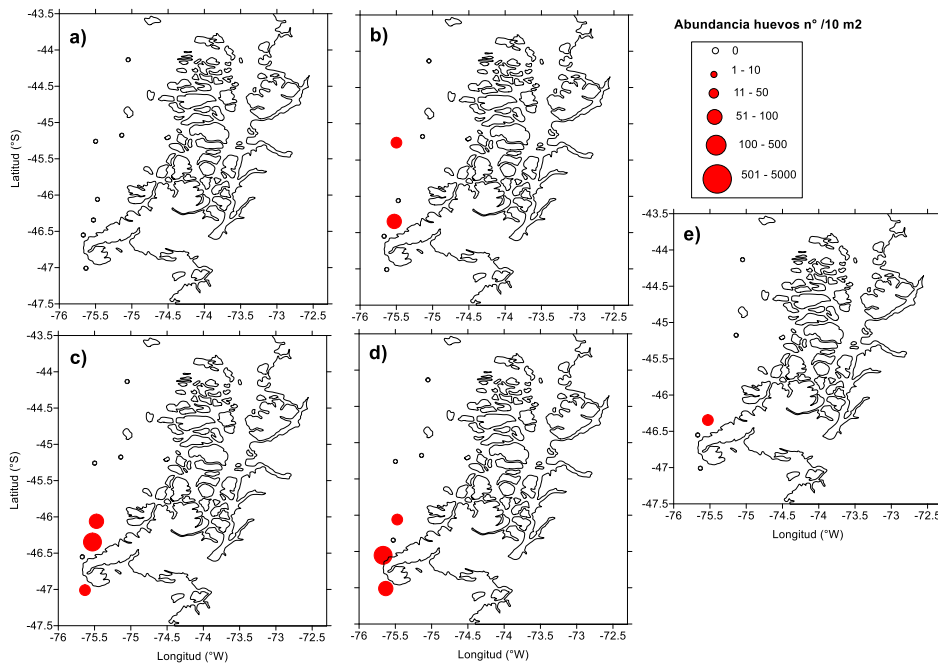


Figura 7. Distribución espacial de huevos de *Maurolicus parvipinnis* (huevos/10 m²) por estrato de profundidad: a) 0-50 m, b) 50-100 m, c) 100-200 m, d) 200-300 m y e) 300-400 m durante agosto de 2017, en la zona austral de Chile.

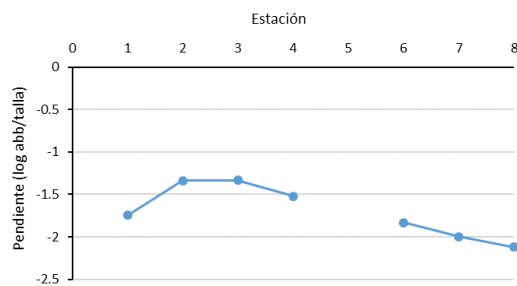


Figura 8. Distribución de la pendiente promedio de la relación abundancia-talla linealizada, de los cinco estratos de profundidad por estación de muestreo, en la zona austral.



TABLAS

Tabla 1. Resumen de los parámetros: estaciones positivas, total de estaciones analizadas, abundancia media (ind/1000m³), mediana, suma, dominancia numérica (DN%) y frecuencia de ocurrencia (FO%) para los grupos del zooplancton, en el estrato de 0-50 m de profundidad.

Abundancia 0-50 m	Est (+)	Total est	PROM	MED	SUMA	DN %	FO %
Eufáusidos	2	7	40	0	320	0.18	28.57
Furcilia	4	7	210	80	1680	0.92	57.14
Calyptopis	7	7	230	120	1840	1.01	100.00
Copepoda	7	7	3800	120	121600	66.70	100
Nauplii	3	7	17	0	400	0.22	42.86
Ostracoda	6	7	590	200	4720	2.59	85.71
Cladocera	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Anfípodo	1	7	20	0	160	0.09	14.29
Isopoda	3	7	40	0	320	0.18	42.86
Larva cypris	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Estomatopoda	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Larva decapoda	3	7	30	0	240	0.35	42.86
Medusae	6	7	980	720	7840	4.30	85.71
Siphonophora	4	7	280	160	2240	1.23	57.14
Ctenofora	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Quetognatha	7	7	2780	2240	22240	12.20	100.00
Poliqueto	4	7	90	40	720	0.39	57.14
Heteropoda	2	7	30	0	240	0.13	28.57
Pteropoda	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Larvas gasteropoda	2	7	20	0	160	0.09	28.57
Larvas bivalvo	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Salpas	1	7	790	0	6320	3.47	14.29
Doliolida	6	7	280	320	2240	1.23	85.71
Apendicularia	4	7	210	80	1680	0.92	57.14
Radiolaria	4	7	100	40	800	0.44	57.14
Foraminifera	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Larva cifonauta	6	7	590	560	4720	2.59	85.71
Larva brachiopoda	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Larva equinodermo	4	7	180	80	1440	0.79	57.14



Tabla 2. Resumen de los parámetros: estaciones positivas, total de estaciones analizadas, abundancia media (ind/1000m³), mediana, suma, dominancia numérica (DN%) y frecuencia de ocurrencia (FO%) para los grupos del zooplancton, en el estrato de 50-100 m de profundidad.

Abundancia 50-100 m	Est (+)	Total est	PROM	MED	SUMA	DN %	FO %
Eufáusidos	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Furcilia	1	7	34	0	240	0.21	14.29
Calyptopis	4	7	69	80	480	0.42	57.14
Copopoda	7	7	4152	880	87200	76.12	100.00
Nauplii	3	7	51	0	720	0.63	42.86
Ostracoda	7	7	869	560	6080	5.31	100.00
Cladocera	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Anfípodo	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Isopoda	4	7	46	80	320	0.28	57.14
Larva cypris	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Estomatopoda	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Larva decapoda	2	7	23	0	160	0.14	28.57
Medusae	6	7	160	80	1120	0.98	85.71
Siphonophora	5	7	126	80	880	0.77	71.43
Ctenofora	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Quetognatha	7	7	1349	720	9440	8.24	100.00
Poliqueto	2	7	34	0	240	0.21	28.57
Heteropoda	4	7	91	80	640	0.56	57.14
Pteropoda	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Larvas gasteropoda	1	7	11	0	80	0.07	14.29
Larvas bivalvo	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Salpas	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Doliolida	5	7	389	160	2720	2.37	71.43
Apendicularia	5	7	171	80	1200	1.05	71.43
Radiolaria	2	7	114	0	800	0.70	28.57
Foraminifera	2	7	23	0	160	0.14	28.57
Larva cifonauta	5	7	183	160	1280	1.12	71.43
Larva brachiopoda	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Larva equinodermo	4	7	114	80	800	0.70	57.14



Tabla 3. Resumen de los parámetros: estaciones positivas, total de estaciones analizadas, abundancia media (ind/1000m³), mediana, suma, dominancia numérica (DN%) y frecuencia de ocurrencia (FO%) para los grupos del zooplancton, en el estrato de 100-200 m de profundidad.

Abundancia 100-200 m	Est (+)	Total est	PROM	MED	SUMA	DN %	FO %
Eufáusidos	5	7	370	80	2960	1.51	71.43
Furcilia	1	7	10	0	80	0.04	14.29
Calyptopis	5	7	115	60	920	0.47	71.43
Copepoda	7	7	6613	440	158760	81.15	100
Nauplii	4	7	10	0	320	0.16	57.14
Ostracoda	7	7	755	480	6040	3.09	100.00
Cladocera	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Anfípodo	2	7	10	0	80	0.04	28.57
Isopoda	3	7	15	0	120	0.06	42.86
Larva cypris	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Estomatopoda	0	7	5	0	40	0.02	0.00
Larva decapoda	2	7	85	0	680	0.37	28.57
Medusae	5	7	100	80	800	0.41	71.43
Siphonophora	4	7	200	60	1600	0.82	57.14
Ctenofora	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Quetognatha	7	7	1980	1480	15840	8.10	100.00
Poliqueto	3	7	55	0	440	0.22	42.86
Heteropoda	2	7	40	0	320	0.16	28.57
Pteropoda	2	7	20	0	160	0.08	28.57
Larvas gasteropoda	3	7	30	0	240	0.12	42.86
Larvas bivalvo	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Salpas	1	7	10	0	80	0.04	14.29
Doliolida	6	7	115	120	920	0.47	85.71
Apendicularia	3	7	90	0	720	0.37	42.86
Radiolaria	7	7	135	140	1080	0.55	100.00
Foraminifera	4	7	40	20	320	0.16	57.14
Larva cifonauta	7	7	355	120	2840	1.45	100.00
Larva brachiopoda	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Larva equinodermo	3	7	30	20	240	0.12	42.86



Tabla 4. Resumen de los parámetros: estaciones positivas, total de estaciones analizadas, abundancia media (ind/1000m³), mediana, suma, dominancia numérica (DN%) y frecuencia de ocurrencia (FO%) para los grupos del zooplancton, en el estrato de 200-300 m de profundidad.

Abundancia 200-300 m	Est (+)	Total est	PROM	MED	SUMA	DN %	FO %
Eufáusidos	5	7	206	160	1440	0.55	71.43
Furcilia	5	7	34	40	240	0.09	71.43
Calyptopis	4	7	131	40	920	0.35	57.14
Copepoda	7	7	8113	2160	227160	86.01	100.00
Nauplii	2	7	11	0	80	0.03	28.57
Ostracoda	5	7	2451	120	17160	6.50	71.43
Cladocera	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Anfípodo	2	7	11	0	80	0.03	28.57
Isopoda	3	7	29	0	200	0.08	42.86
Larva cypris	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Estomatopoda	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Larva decapoda	4	7	29	0	400	0.18	57.14
Medusae	0	7	137	40	960	0.36	0.00
Siphonophora	5	7	183	160	1280	0.48	71.43
Ctenofora	3	7	0	0	0	0.00	42.86
Quetognatha	0	7	1549	1160	10840	4.10	0.00
Poliqueto	0	7	69	0	480	0.18	0.00
Heteropoda	1	7	0	0	0	0.00	14.29
Pteropoda	1	7	0	0	0	0.00	14.29
Larvas gasteropoda	0	7	6	0	40	0.02	0.00
Larvas bivalvo	3	7	6	0	40	0.02	42.86
Salpas	4	7	0	0	0	0.00	57.14
Doliolida	6	7	29	0	200	0.08	85.71
Apendicularia	2	7	51	40	360	0.14	28.57
Radiolaria	5	7	120	160	840	0.32	71.43
Foraminifera	0	7	51	0	360	0.14	0.00
Larva cifonauta	0	7	149	80	1040	0.39	0.00
Larva brachiopoda	0	7	0	0	0	0.00	0.00
Larva equinodermo	0	7	0	0	0	0.00	0.00



Tabla 5. Resumen de los parámetros: estaciones positivas, total de estaciones analizadas, abundancia media (ind/1000m³), mediana, suma, dominancia numérica (DN%) y frecuencia de ocurrencia (FO%) para los grupos del zooplancton, en el estrato de 300-400 m de profundidad.

Abundancia 300-400 m	Est (+)	Total est	PROM	MED	SUMA	DN %	FO %
Eufáusidos	3	5	24	40	120	0.13	60.00
Furcilia	1	5	8	0	40	0.04	20.00
Calyptopis	2	5	32	0	160	0.18	40.00
Copepoda	5	5	5216	1760	78240	86.59	100.00
Nauplii	0	5	0	0	0	0.00	0.00
Ostracoda	4	5	880	760	4400	4.87	80.00
Cladocera	0	5	0	0	0	0.00	0.00
Anfípodo	2	5	32	0	160	0.18	40.00
Isopoda	3	5	32	40	160	0.18	60.00
Larva cypris	1	5	16	0	80	0.09	20.00
Estomatopoda	0	5	0	0	0	0.00	0.00
Larva decapoda	0	5	0	0	0	0.00	0.00
Medusae	3	5	104	160	520	0.58	60.00
Siphonophora	2	5	136	0	680	0.75	40.00
Ctenofores	0	5	0	0	0	0.00	0.00
Quetognatha	5	5	464	520	2320	2.57	100.00
Poliqueto	3	5	72	40	360	0.40	60.00
Heteropoda	0	5	0	0	0	0.00	0.00
Pteropoda	0	5	0	0	0	0.00	0.00
Larvas gasteropoda	0	5	0	0	0	0.00	0.00
Larvas bivalvo	0	5	0	0	0	0.00	0.00
Salpas	0	5	0	0	0	0.00	0.00
Doliolida	3	5	40	40	200	0.22	60.00
Apendicularia	1	5	8	0	40	0.04	20.00
Radiolaria	3	5	440	400	2200	2.43	60.00
Foraminifera	2	5	56	0	280	0.31	40.00
Larva cifonauta	4	5	72	40	360	0.40	80.00
Larva brachiopoda	0	5	0	0	0	0.00	0.00
Larva equinodermo	1	5	8	0	40	0.04	20.00

A N E X O 2

Talleres



1 Taller de Coordinación

De acuerdo a las bases administrativas del proyecto, se realizó el taller de coordinación con la finalidad de presentar el plan de trabajo, metodologías y procedimientos relevantes para fines del estudio. Este taller se realizó el martes 25 de julio de 2017 en instalaciones del Instituto de Fomento Pesquero. La lista de asistentes se presenta a continuación:



Martes 25 julio, 2017.
Lugar: Sala de Reuniones 2do piso IFOP Valparaíso

Nº	Nombre	Institución	Firma
01	Carla Falcón Smorandini	Minicon	
02	Francisco Raza	IFOP	
03	Sergio Lillo	IFOP	
04	Alfonso Flores	SUBPESCA	
05	Roberto Riquelme	SSPA	
06	Rene A. Vargas S.	IFOP	
07			
08			
09			



2 Taller de Presentación y Discusión de resultados

De acuerdo a las bases administrativas del proyecto se realizó un taller de presentación y discusión de resultados, el que tuvo lugar en Valparaíso en el auditorium "Marcos Espejo Vidal" del Instituto de Fomento Pesquero, el día martes 27 de marzo de 2018. La asistencia al taller tuvo una alta concurrencia y estuvo constituida por personas pertenecientes al entorno del sector pesquero industrial, científicos y técnicos relacionados con el tema, integrantes del comité científico de la PDA, profesionales sectorialistas de la contraparte técnica y encargados de la administración de estas pesquerías. El programa que se desarrolló en esa oportunidad, la lista de participantes y las principales observaciones y comentarios se presentan a continuación:

2.1.- Programa del Taller de Resultados.



TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS
Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones, año 2017.
CONVENIO DE DESEMPEÑO 2017 - IFOP/SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT

Martes 27 de marzo, 2018
Auditorio IFOP, Blanco Encalada 839, Valparaíso, Chile

9:00 hrs. Bienvenida a los asistentes, antecedentes del proyecto y del crucero de evaluación. René Vargas, IFOP (10'). Sección 1. BIOMASA Y COMPOSICIÓN DE TALLAS 09:10 hrs. Biomasa y distribución de merluza de cola y merluza el sur. Javier Legua - René Vargas, IFOP (30'). 09:40 hrs. Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas. René Vargas, IFOP (20'). 10:00 hrs. Composición de tallas y proporción sexual de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas. Renato Céspedes, IFOP (30'). 10:30 hrs. Consultas y discusión resultados Sección 1 (45'). 11:15 hrs. Coffee-Break ☕	Sección 2. EDAD, ASPECTOS REPRODUCTIVOS E ÍTEMS ALIMENTARIOS 11:30 hrs. Composición de edad de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas. Vilma Ojeda, IFOP (30'). 12:00 hrs. Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, óvula de madurez y fecundidad de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas: • Erika López, U. Valparaíso (25'). • Marianne Lichtenberg, IFOP (15'). 12:40 hrs. Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas en el área de estudio. Sebastián Klarian, U. Andrés Bello (20'). 13:00 hrs. Consultas y discusión de resultados Sección 2 (45'). 13:45 hrs. Cierre del Taller.
---	--

Expositores:
IFOP - Javier Legua - René Vargas - Renato Céspedes - Vilma Ojeda - Marianne Lichtenberg.
ACADEMICOS NACIONALES: Erika López, Universidad de Valparaíso - Sebastián Klarian, Universidad Andrés Bello.



2.2. - Listado de participantes al taller:

TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS
Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones, año 2017.
CONVENIO DE DESEMPEÑO 2017 - IFOP/SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT

MARTES 27 DE MARZO, 2018

N°	Nombre	Institución	Correo	Firma
1	Paula Falcon Simeoni	Minercon	pfalcon@minercon.cl	[Firma]
2	Valeria Canajale	FIPES	valeria.canajale@fipes.cl	[Firma]
3	Sergio Lillo	IFOP	sergio.lillo@ifop.cl	[Firma]
4	Enika Lopez	U. Valpo	enikalopez@uvalpo.cl	[Firma]
5	Paula Tejada	U. Valpo	ptejada@uvalpo.cl	[Firma]
6	Valeria Ojeda	IFOP	valeria.ojeda@ifop.cl	[Firma]
7	Heitor Tomuvels P	ENDGES	htomuvels@endges.cl	[Firma]
8	ALVARO SAAVEDRA LOPEZ	IFOP	[Firma]	[Firma]
9	Grimme Eiriksson	FRIOSUR	geiriksson@friosur.cl	[Firma]
10	ANDRES FRANCO	CEPES	af franco@cepes.cl	[Firma]
11	William Cigedo V	FRIOSUR	wcigedo@friosur.cl	[Firma]
12	Diego Rivas	SUBPESCA	drivas@subpesca.cl	[Firma]
13	Esteban Molina	IFOP	esteban.molina@ifop.cl	[Firma]
14	Sarah Hoff	CEPOS	shoff@cepos.cl	[Firma]
15	Marianne Lichtenberg	IFOP	marianne.lichtenberg@ifop.cl	[Firma]

www.ifop.cl



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS
Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones, año 2017.
CONVENIO DE DESEMPEÑO 2017 - IFOP/SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT

MARTES 27 DE MARZO, 2018

N°	Nombre	Institución	Correo	Firma
16	Ignacio Flores	Ambera	iflores@seja.cl	[Firma]
17	Fernando Balbontin	U. de Valpo.	fernando.balbontin@ucv.cl	[Firma]
18	Juan Carlos Pizarro	IFOP	juan.carlos.pizarro@ifop.cl	[Firma]
19	Francisco Leiva	IFOP	francisco.leiva@ifop.cl	[Firma]
20	Francisco Contreras	IFOP	francisco.contreras@ifop.cl	[Firma]
21	M ^a Cristina Pérez	IFOP	macristina.perez@ifop.cl	[Firma]
22	Jorge Castillo	IFOP	jorge.castillo@ifop.cl	[Firma]
23	Rene A. Vargas S.	IFOP	RENE.VARGAS@ifop.cl	[Firma]
24	Francisca Osorio Z	IFOP	francisca.osorio@ifop.cl	[Firma]
25				
26				
27				
28				
29				
30				

www.ifop.cl



2.3. - Resumen de los principales comentarios del taller:

- En relación con merluza del sur se consulta respecto a la posibilidad de realizar una revisión y nueva estimación del valor de TS, el cual se cree necesario actualizar para las futuras estimaciones de abundancia y biomasa de esta especie, si bien se acoge la propuesta, se explica que para tomar datos que permitan una re-evaluación in situ, del TS, se deben invertir al menos 6 días más de crucero, lo cual no está considerado dentro del presupuesto actual asignado para el proyecto.
- Se consulta respecto a la alta presencia de individuos de merluza del sur, y si se considera que pudiese estar ocurriendo un proceso de juvenización de este recurso. Se responde a esta pregunta argumentando que esta alta presencia de juveniles, ha sido observada en los cruceros de investigación de los años 2007, 2008 y 2013. Al menos ya 10 años desde que se realiza este estudio (2007 a 2017), observándose una alta presencia de modas juveniles, la cual es más intensa en los años 2016 y 2017, cuando se registró un importante aporte de ejemplares juveniles con una moda entre los 30-49 cm y 35-59 cm, aporte principalmente de machos por sobre hembras.
- En merluza de cola destacó la alta presencia de individuos juveniles presentes en el área de evaluación, suponiéndose una mayor presencia de ellos, producto de una drástica disminución de los individuos adultos, a lo cual se argumento con que este proceso se viene observando desde el año 2008, pero de forma más moderada, siendo el año 2017, el mejor de la serie.
- En relación con merluza de cola, llamó la atención de los asistentes la presencia de hembras de talla mayor a 50 cm que no aparecen como desovantes, al momento de analizar la talla media de madurez, y se solicita investigar acerca de este proceso observado en las hembras presentes en el área de estudio de las cuales se sospecha, han suprimido el proceso de desove durante la presente temporada.

Para ello las investigadoras de la U. de Valparaíso, encargadas de realizar este análisis respondieron con posterioridad de la siguiente manera.

Los resultados obtenidos son despreciables dentro de la cantidad total de hembras desovantes, presentándose para los años 2015, 2016 y 2017, los siguientes resultados por rango de talla.

LT	Total hembras maduras	Desove omitido	
		n	%
50 - 59	606	2	0,3
60 - 69	302	9	3,0
70 - 79	192	3	1,6
80 - 89	86	1	1,2



Este proceso detectado en la observación macroscópica de gónadas podría corresponder a un estado de reposo o “resting”, una de las categorías del proceso denominado “skipped spawning” (Rideout *et al.*, 2005), lo que implicaría que algunas hembras estudiadas no desovarían en la temporada de desove en estudio, aunque se hayan encontrado en la zona mientras ocurre este proceso

- En relación con merluza de tres aletas, las opiniones se dirigieron a conocer cual, es su estado actual y determinar si existe, una mejora o un deterioro en el stock desovante evaluado. Respecto a esto se dio respuesta, argumentando que lo observado en el periodo de evaluación de este periodo fue similar a los últimos años, en donde se observaron cardúmenes en concentraciones muy densas, y aunque estos son de gran tamaño, se observan en muy poca cantidad. Manteniéndose las interrogantes de años previos, respecto a la causa del retardo en la concentración del recurso en la zona de desove y a la disminución de la fracción de ejemplares de mayor tamaño que aportaban históricamente al desove y que serían parte de la fracción migratoria que habría sufrido una importante disminución en su tamaño, quizás siendo ahora la fracción residente la que mantendrá el stock, destacando además la actual proporción sexual, donde la presencia mayoritaria es de machos por sobre hembras, siendo el año 2017, mejor que los anteriores, pero manteniéndose una mayor presencia de machos por sobre las hembras.
- En relación con la alimentación se destacó la información entregada por el análisis isotópico y el análisis de vertebras para conocer la historia de vida de estas tres especies en relación con su alimentación desde estadios juveniles hasta su adultez. Sin embargo, llama la atención la posición trófica de merluza de tres aletas, especie la cual estaría bajando su nivel trófico y alimentándose de especies nuevas, evidenciando cambios en el comportamiento de la especie.
- Las presentaciones realizadas en el taller están disponibles permanentemente, para consulta en el siguiente sitio de Google Drive:

https://drive.google.com/drive/folders/1Tqjn6Rb-oOJ_cEOBmwZuZY8jRizCuZO7?usp=sharing



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl