



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2016

Evaluación directa de merluza común, 2016

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2017



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2016

Evaluación directa de merluza común, 2016

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2017

REQUIRENTE

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

Subsecretaria de Economía y Empresas de Menor Tamaño:
Natalia Piergentili Domenech

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Leonardo Núñez Montaner

Jefe División Investigación Pesquera
Mauricio Gálvez Larach

JEFE DE PROYECTO

Sergio Lillo Vega



SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2017

AUTORES

Objetivo específico **1**

Biomasa, abundancia y distribución del stock

Sergio Lillo Vega
Javier Legua Delgado

Objetivo específico **2**

Composición de tallas, edad y sexo

Juan Olivares Cayul
Juan Carlos Saavedra Nievas
Esteban Molina Guerrero

Objetivo específico **3**

Índice gonadosomático, estadios de madurez, ojiva de madurez y fecundidad

Eduardo Díaz Ramos

Objetivo específico **4**

Fauna acompañante

Esteban Molina Guerrero
Manuel Rojas García

Objetivo específico **5**

Distribución espacial y batimétrica huevos y larvas, y condiciones bio-oceanográficas asociadas

Jorge Angulo Aros
Vivian Valenzuela Cuevas
Sergio Núñez Elías
Sebastián Vásquez Pastene
Rubén Luna Aguayo
Juan Carlos Saavedra Nievasd

Objetivo específico **6**

Caracterizar y analizar las agregaciones

Javier Legua Delgado



ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xix
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
3. ANTECEDENTES	2
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	5
4.1 Aspectos generales	5
4.2 Objetivo específico 1. Estimar el tamaño del stock de merluza común y su distribución espacial en el área y período de estudio.	5
4.2.1 Equipos.....	5
4.2.2 Muestreo acústico	6
4.2.3 Estimación del tamaño del stock	9
4.2.4 Distribución espacial de la merluza común	16
4.3 Objetivo Específico 2. Caracterizar la composición demográfica del stock evaluado mediante indicadores biológicos analizados en un contexto espacial.	17
4.3.1 Muestreos	17
4.3.2 Distribuciones de longitud por zona y estrato de profundidad	18
4.3.3 Determinación de la edad en merluza común mediante lectura de otolitos.....	22
4.3.4 Clave edad – talla.....	22
4.3.5 Estimación de la abundancia por grupo de edad.....	23
4.3.6 Peso medio a la edad	24
4.4 Objetivo Específico 3. Caracterizar la actividad reproductiva del stock evaluado de merluza común partir de los datos obtenidos en los lances de investigación.	24
4.4.1 Muestreo a bordo	24
4.4.2 Análisis de laboratorio	25



4.5	Objetivo Específico 4. <i>Caracterizar la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período de estudio, con especial énfasis en la jibia (<i>Dosidicus gigas</i>)</i>	29
4.5.1	Muestreo de fauna acompañante	29
4.5.2	Procesamiento de los datos	29
4.5.3	Análisis de la fauna acompañante	30
4.5.4	Caracterizaci3n de la presencia de merluza común en los est3magos de jibia ..	32
4.6	Objetivo específico 5. <i>Caracterizar la distribuci3n espacial y batimétrica del ictioplancton, huevos y larvas de merluza común y determinar las condiciones bio-oceanográficas presentes en el área y período de estudio.</i>	32
4.6.1	Toma de datos	32
4.6.2	Procesamiento de los datos	34
4.7	Objetivo específico 6. <i>Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común en el área y período de estudio.</i>	42
5.	RESULTADOS	45
5.1	Objetivo específico 1. <i>Estimar el tamaño del stock de merluza común y su distribuci3n espacial en el área y período de estudio.</i>	45
5.1.1	Biomasa y abundancia de merluza común	45
5.1.2	Distribuci3n espacial y batimétrica del stock de merluza común	45
5.2	Objetivo específico 2. <i>Caracterizar la composici3n demográfica del stock evaluado mediante indicadores biol3gicos analizados en un contexto espacial</i>	46
5.2.1	Muestreos	46
5.2.2	Proporci3n sexual	46
5.2.3	Relaci3n longitud peso	47
5.2.4	Frecuencias de longitud de merluza común	47
5.2.5	Comparaci3n de las estructuras de tallas de merluza común.....	48
5.2.6	Estructura de edades del stock.....	50
5.2.7	Estructura demográfica del stock.....	50
5.3	Objetivo específico 3. <i>Caracterizar la actividad reproductiva del stock evaluado de merluza común partir de los datos obtenidos en los lances de investigaci3n</i>	50
5.3.1	Indice gonadosomático (IGS)	51
5.3.2	Estadios de madurez sexual (EMS).....	51
5.3.3	Variable ndice gonadosomático con relaci3n al EMS microsc3pico	54
5.3.4	Ojiva de madurez.....	54
5.3.5	Fecundidad.....	55



5.4	Objetivo específico 4. <i>Caracterizar la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período de estudio, con especial énfasis en la jibia (<i>Dosidicus gigas</i>)</i>	56
5.4.1	Principales taxas presentes en la captura	56
5.4.2	Importancia relativa de los grupos taxonómicos	56
5.4.3	Análisis comunitarios	57
5.4.4	Análisis comunitarios para los lances de identificación realizados durante el 2014.	59
5.4.5	Caracterización de la jibia (<i>D. gigas</i>) en los cruceros de evaluación	60
5.5	Objetivo específico 5. <i>Caracterizar la distribución espacial y batimétrica del ictioplancton, huevos y larvas de merluza común y determinar las condiciones bio-oceanográficas presentes en el área y período de estudio.</i>	62
5.5.1	Condiciones meteorológicas.....	62
5.5.2	Variables hidrográficas: Análisis horizontal.....	63
5.5.3	Análisis de imágenes satelitales	67
5.5.4	Variables hidrográficas: Análisis vertical.....	67
5.5.5	Transectas longitudinales	68
5.5.6	Perfiles verticales.....	70
5.5.7	Diagramas Temperatura – Salinidad (T-S).....	71
5.5.8	Profundidad de la capa de mezcla (PCM), base de la termoclina (PBT) y profundidad mínima de oxígeno (PMO)	72
5.5.9	Abundancia relativa y distribución espacial y de huevos y larvas de merluza común	72
5.5.10	Caracterización del zooplancton.....	73
5.5.11	Modelamiento estadístico de la densidad de huevos de merluza común asociado a variables ambientales	74
5.5.12	Relación entre el recurso merluza común y las variables físicas.....	76
5.6.	Objetivo específico 6. <i>Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común en el área y período de estudio.</i>	78
5.6.1	Descriptores morfométricos y batimétricos y de energía en el área de estudio... ..	78
5.6.2	Descriptores según subzona de estudio	79
5.6.3	Descriptores de las agregaciones por rango batimétrico	79
5.6.4	Descriptores según pendiente del fondo.....	80
5.6.5	Resultados análisis componentes principales	80
6.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	82
7.	CONCLUSIONES	91
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93



FIGURAS

TABLAS

ANEXOS:

- Anexo 1.** Taller de Resultados.
- Anexo 2.** Secciones oceanográficas verticales.
- Anexo 3.** Densidad acústica de merluza común y su relación con las masas de agua presente en las costas de Chile.
- Anexo 4.** Base Datos merluza común 2016.



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Area de estudio. Se señala la zona de reserva artesanal, isóbata de 500 metros y distancia de 60 millas náuticas de la costa.
- Figura 2.** Desembarques de *M. gayi* entre 1940 y julio de 2016 (Fuente: Aguayo, 1996; SernaPesca, 2009, SubPesca, 2016).
- Figura 3.** Red de arrastre utilizada por el B/C “Abate Molina”.
- Figura 4.** Localización de: a) transectas de muestreo acústico y b) estaciones bio-oceanográficas.
- Figura 5.** Localización de los lances de pesca de identificación a) total y b) por profundidad menor y mayor de 200 m.
- Figura 6.** Frecuencia de tamaños de ovocitos por estadio de madurez sexual (EMS 4: Vitelogénesis tardía; EMS 5-a: Próximo hidratación temprana; EMS 5-b: Próximo hidratación tardía; EMS 6: Hidratadas).
- Figura 7.** Descriptores morfológicos y batimétricos de una agregación.
- Figura 8.** (a) Semivariogramas, dirección 90° subzona 1 (b) dirección Omnidireccional subzona 2, (c) dirección Omnidireccional subzona 3, (d) dirección 90° subzona 4. Crucero MERGAYI 1607.
- Figura 9** Distribución espacial de la biomasa de merluza común. Julio-agosto 2016.
- Figura 10.** Distribución espacial de la densidad local (kg/30min) de merluza común estimada a partir de los lances de identificación. Crucero de evaluación directa de merluza común (julio-agosto 2016).
- Figura 11.** Dispersión de la variable peso total (gr.) y longitud total (cm.), de merluza común, por zona en el área de evaluación durante julio-agosto 2016.
- Figura 12.** Distribución de la estructura de tallas de merluza común por rango de talla (cm), rango batimétrico (m) y zona total de estudio. Crucero de evaluación directa de merluza común, julio - agosto de 2016.
- Figura 13.** Distribución de la estructura de tallas de merluza común por rango de talla (cm), sexo y subzona de estudio. Profundidades menores a 200m. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, julio - agosto de 2016
- Figura 14.** Distribución de la estructura de tallas de merluza común por rango de talla (cm), sexo y subzona de estudio. Profundidades mayores a 200m. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, julio - agosto de 2016.
- Figura 15.** Distribución de la talla media de merluza común estimada a partir de los lances de pesca de identificación (julio-agosto 2016).
- Figura 16.** Composición de tallas estimada de machos en la captura por categoría de profundidad, separadas por subzona, crucero año 2016.



- Figura 17.** Composición de tallas estimada de hembras en la captura por categoría de profundidad, separadas por subzona, crucero año 2016.
- Figura 18.** Composición de tallas estimada de machos y hembras en la captura por subzona, separadas por categoría de profundidad, crucero año 2016.
- Figura 19.** Ojiva estimada de talla para machos en la captura por año de evaluación, separada por subzona en el periodo julio-agosto 2016.
- Figura 20.** Composición de tallas estimada de machos en la captura por año de evaluación, separadas por subzona en el periodo julio-agosto 2016.
- Figura 21.** Ojiva estimada de talla para hembras en la captura por año de evaluación, separadas por subzona en el periodo julio-agosto 2016.
- Figura 22.** Composición de tallas estimada de hembras en la captura por año de evaluación, separadas por subzona en el periodo julio-agosto 2016.
- Figura 23.** Abundancia por grupos de edad de merluza común, cruceros de evaluación, período 2002 – 2004 y 2012 - 2016.
- Figura 24.** Abundancia de merluza común por grupos de edad, diferenciado por sexo y zona. Crucero de evaluación, julio-agosto 2016.
- Figura 25.** Valor medio del Índice Gonadosomático para todos los ejemplares y por grupos de tamaños.
- Figura 26.** Valor medio del Índice Gonadosomático en ejemplares por zonas y grupos de tamaños.
- Figura 27.** Valor medio del Índice Gonadosomático para hembras \geq a 35 cm LT, en toda el área y por zonas.
- Figura 28.** Distribución de los valores medios de IGS de hembras \geq a 35 cm LT por grado de latitud y estrato de profundidad.
- Figura 29.** Frecuencia porcentual de fases macroscópicas de madurez gonadal en merluza común muestreadas en julio-agosto 2016.
- Figura 30.** Incidencia porcentual de fases microscópicas de madurez gonadal en merluza común en el área de estudio y por zonas.
- Figura 31.** Valor medio del índice gonadosomático de hembras mayores a 34 cm y la incidencia microscópica de hembras sexualmente activas, de la serie de cruceros de evaluación entre 2004 y 2016.
- Figura 32.** Incidencia de fases microscópicas de madurez gonadal por grupo de tamaños de los ejemplares en el área de estudio.
- Figura 33.** Incidencia de fases microscópicas de madurez gonadal por grupos de tamaños de los ejemplares por subzona.
- Figura 34.** Distribución de las fases ováricas de madurez por profundidad media y grado de latitud.



- Figura 35.** Distribución del IGS medio en relación a la fase microscópica de madurez gonadal.
- Figura 36.** Ojiva de madurez sexual para hembras en el área de estudio.
- Figura 37.** Estimados del parámetro de talla media de madurez sexual ($L_{50\%}$) en hembras efectuados en evaluaciones directas entre el 2001 y 2016.
- Figura 38.** Distribución de la fecundidad parcial en función del peso corporal de las hembras.
- Figura 39.** Distribución de la fecundidad parcial de las hembras en función de la longitud total.
- Figura 40.** Relaciones lineales anuales entre el Índice Gonadosomático y la fecundidad relativa de hembras con ovocitos $\geq 750 \mu\text{m}$ a partir de evaluaciones al recurso.
- Figura 41.** Importancia relativa, respecto captura total estandarizada, de los principales grupos taxonómicos capturados durante el crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.
- Figura 42.** Importancia relativa principales grupos taxonómicos presentes por subzona, respecto captura total estandarizada por subzona: **a)** total fauna (todas las especies) y **b)** total fauna acompañante (excluye merluza común). Crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.
- Figura 43.** Distribución latitudinal de los principales grupos taxonómicos y distribución batimétrica de las especies más representativas asociadas a cada grupo. Crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.
- Figura 44.** Resultado del análisis de clasificación de la abundancia relativa de la fauna presente en los cruceros de evaluación directa de merluza común realizados entre 1993 y 2016.
- Figura 45.** Resultado del análisis de ordenación de la abundancia relativa de la fauna presente en los cruceros de evaluación directa de merluza común realizados entre 1993 y 2016.
- Figura 46.** Resultado del análisis de clasificación de la abundancia relativa de la fauna presente por subzona durante los cruceros de evaluación directa de merluza común realizados entre 1993 y 2016.
- Figura 47.** Resultado del análisis de ordenación de la abundancia relativa de la fauna presente por subzona durante los cruceros de evaluación directa de merluza común realizados entre 1993 y 2016.
- Figura 48.** Resultado del análisis de clasificación de la abundancia relativa de la fauna presente por veril de profundidad durante los cruceros de evaluación directa de merluza común realizados entre 1993 y 2016.
- Figura 49.** Resultado del análisis de ordenación de la abundancia relativa de la fauna presente por veril de profundidad durante los cruceros de evaluación directa de merluza común realizados entre 1993 y 2016.



- Figura 50.** Resultado del análisis de clasificación de la abundancia relativa de las principales especies capturada por lance de identificación durante el crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.
- Figura 51.** Resultado del análisis de ordenación de la abundancia relativa de las principales especies capturadas por lance de identificación durante el crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.
- Figura 52.** Curvas de k-dominancia para la abundancia numérica y relativa (CPUA) de la fauna capturada en los lances de identificación realizados en el crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.
- Figura 53.** Participación (%) de jibia, respecto de la captura total por crucero de evaluación de merluza común.
- Figura 54.** Captura por unidad de área (CPUA [t/mn^2]) de jibia registrada durante los cruceros de evaluación de merluza común.
- Figura 55.** Participación (%) de jibia respecto de la captura total obtenida por subzona. Cruceros de evaluación de merluza común, 1993 a 2016.
- Figura 56.** Participación (%) de jibia respecto de la captura total por veril de profundidad. Cruceros de evaluación de merluza común, 1993 a 2016.
- Figura 57.** Distribución de frecuencia para la longitud de manto de jibia capturada en los lances de identificación. Crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.
- Figura 58.** Relación entre la longitud del manto y el peso total obtenida para ejemplares de jibia capturados durante los lances de identificación. Total (panel superior) y por sexo (panel inferior). Crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.
- Figura 59.** Relación entre la longitud del manto y el peso total por subzona y rango de profundidad para ejemplares de jibia capturados durante los lances de identificación. Crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.
- Figura 60.** Proporción sexual de jibia por subzona. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno 2016.
- Figura 61.** Proporción sexual de jibia por veril de profundidad. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno 2016.
- Figura 62.** Proporción del contenido estomacal de jibia por subzona, longitud del manto y veril de profundidad. Crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.
- Figura 63.** Índice de importancia relativa (*IIR*) del contenido estomacal de jibia por: **A)** grupo taxonómico y **B)** por especie identificada. Crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.
- Figura 64.** Variabilidad diaria de la presión atmosférica (Hpa), intensidad del viento (nudos) y la temperatura del aire (°C) durante el período de estudio. Crucero julio – septiembre 2016.



- Figura 65.** Variabilidad porcentual de la dirección del viento en el área de estudio comprendida entre 29°10' - 42°00'S. Crucero julio - septiembre 2016.
- Figura 66.** Distribución horizontal de la temperatura del mar (°C) para los estratos de a) 5, b) 50, c) 100, d) 200 y e) 300 metros de profundidad en el área de estudio. Crucero julio-septiembre de 2016.
- Figura 67.** Distribución horizontal de la salinidad (psu) para los estratos de a) 5, b) 50, c) 100, d) 200 y e) 300 de profundidad en el área de estudio. Crucero julio-septiembre de 2016.
- Figura 68.** Distribución horizontal de la densidad del agua de mar (σ_t) para los estratos de 5, 50, 100, 200 y 300 metros de profundidad en el área de estudio. Crucero julio-agosto de 2016.
- Figura 69.** Distribución horizontal de la concentración de oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) para los estratos de 5, 50, 100, 200 y 300 metros de profundidad en el área de estudio. Crucero julio-septiembre de 2016.
- Figura 70.** Diagramas espacio-tiempo (diagramas Hövmhøler) de a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) concentración de oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) para el estrato de 200 metros de profundidad en el área de estudio. Cruceros invernales para la serie 1997-2016.
- Figura 71.** Secciones oceanográficas latitudinales de temperatura (°C), salinidad (psu), y concentración de oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) para los cruceros invernales de la serie 1997-2016.
- Figura 72.** Distribución horizontal de la a) clorofila-a superficial ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) y b) clorofila-a integrada en la columna de agua ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$). Crucero Julio-Agosto de 2016.
- Figura 73.** Imágenes satelitales de a) temperatura (°C), b) clorofila ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$), c) corrientes geostroficas ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), consolidado para el período de estudio. Crucero Julio-Septiembre de 2016.
- Figura 74.** Secciones verticales de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) (d) oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) y (e) clorofila-a ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$), para la transecta latitudinal costera. Crucero julio – septiembre de 2016.
- Figura 75.** Secciones verticales de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), d) oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) y (e) clorofila-a ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) para la transecta latitudinal oceánica. Crucero julio – septiembre de 2016.
- Figura 76.** Perfiles verticales individuales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) y clorofila a ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) para las estaciones ubicadas en la zona norte. Crucero julio – septiembre de 2016.
- Figura 77.** Perfiles verticales individuales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) y clorofila a ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) para las estaciones ubicadas en la zona central. Crucero julio – septiembre de 2016.



- Figura 78.** Perfiles verticales individuales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) y clorofila a ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) para las estaciones ubicadas en la zona sur. Crucero julio – septiembre de 2016.
- Figura 79.** Diagrama TS para: (a) región norte, b) región centro y c) región sur. Crucero julio – septiembre de 2016.
- Figura 80.** Distribución horizontal de (a) profundidad capa de mezcla (m), (b) profundidad base de la termoclina (m), (c) profundidad de mínima de oxígeno. Crucero julio - septiembre de 2016.
- Figura 81.** Distribución y abundancia de huevos/ 10m^2 de merluza común en invierno de los años 1993 - 2016.
- Figura 82.** Distribución y abundancia de larvas/ 10m^2 de merluza común en invierno de los años 1993-2016.
- Figura 83.** Índice abundancia de huevos y larvas y la biomasa acústica *M. gayi* 1993 -2016.
- Figura 84.** a) Abundancia zooplanctónica promedio y b) densidad media de los principales grupos zooplanctónicos.
- Figura 85.** Distribución espacial y abundancia [individuos/ 1000m^3] del zooplancton total entre los paralelos $29^{\circ}10'S$ y $42^{\circ}00'S$, año 2016.
- Figura 86.** Distribución espacial de la abundancia, principales grupos zooplanctónicos, invierno 2016.
- Figura 87.** Distribución de biomasa zooplanctónica histórica 2006 – 2016 y rangos de concentración de la biomasa zooplanctónica, crucero 2016.
- Figura 88.** Densidad media de huevos para el total de estaciones y estaciones positivas y proporción de estaciones con presencia de huevos de merluza común, por año y total. Cruceros realizados entre la IV y X Región, desde los años 1993 al 2016.
- Figura 89.** Efectos de los predictores latitud, longitud, temperatura y salinidad superficial sobre la variable densidad de huevos de merluza común, ajustado un modelo poisson-compuesto (GAM). El cero en el eje vertical indica que no existe efecto del predictor sobre la variable respuesta, contorno achurado corresponde a las bandas de confianza y $s(X,P)$ corresponde a la función suavizadora spline para la variable X con P grados de libertad.
- Figura 90.** Tendencias de los índices por año para la densidad de huevos de merluza común. Líneas segmentadas corresponden a las bandas de confianza. Cruceros realizados entre la IV y X Región, desde los años 1993 al 2016.
- Figura 91.** Histograma de rangos de profundidad a los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen) (a) para el crucero invernal del año 2015 y (b) gráfico de caja para la profundidad a los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen) para el período 1997-2016.



- Figura 92.** Histograma de rangos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu) y concentración de oxígeno disuelto (ml L^{-1}) a los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen) para las zonas norte y sur del área de estudio. Crucero julio – septiembre de 2016.
- Figura 93.** Box-plot para los rangos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu) y concentración de oxígeno disuelto (ml L^{-1}) a los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen) para el período 1997-2016.
- Figura 94.** Relación entre la densidad de merluza común con las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad), y las variables ambientales temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Crucero julio – septiembre de 2016.
- Figura 95.** Distribución de los residuos establecidos para las relaciones entre la densidad de merluza común con las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad), y las variables ambientales temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Crucero julio – septiembre de 2016.
- Figura 96.** Relación entre la densidad de merluza común con las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad), y las variables ambientales temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. El análisis integra la información recolectada en los cruceros realizados entre 1997 y 2016.
- Figura 97.** Distribución de los residuos establecidos para las relaciones entre la densidad de merluza común con las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad), y las variables ambientales temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. El análisis integra la información recolectada en los cruceros realizados entre 1997 y 2016.
- Figura 98.** Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales ($f(t)$) y su ponderación con la variable pesquera ($g(t)$). Crucero julio – septiembre de 2016.
- Figura 99.** Box plot de las variables morfométricas, batimétricas y de energía por zona de estudio (rojo: mediana; azul: valores atípicos; negro: valores individuales).
- Figura 100.** Box plot de las variables morfométricas, batimétricas y de energía por rango de fondo (rojo: mediana; azul: valores atípicos; negro: valores individuales).
- Figura 101.** Box plot de las variables morfométricas, batimétricas y de energía por rango de pendiente de fondo (rojo: mediana; azul: valores atípicos; negro: valores individuales).
- Figura 102.** Gráfico de sedimentación.



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Estimaciones de biomasa (t) y abundancia (N°) de merluza común estimadas en las prospecciones acústicas efectuadas en el período 1993-2015.
- Tabla 2.** Principales características del B/C Abate Molina.
- Tabla 3.** Resumen operacional de los lances de pesca de identificación y capturas realizadas durante el crucero de evaluación directa de merluza común, julio - agosto de 2016.
- Tabla 4.** Escala macroscópica para determinar el estadio de madurez sexual de hembras de *M. gayi* (Balbontín y Fisher, 1981).
- Tabla 5.** Escala microscópica para determinar el estadio de madurez sexual en hembras de *M. gayi* (modificada) (Herrera *et al.*, 1988).
- Tabla 6.** Posición geográfica de las estaciones oceanográficas.
- Tabla 7.** Calibración del sistema de ecointegración.
- Tabla 8.** Estimados de biomasa total, límites de confianza y densidad de merluza común Crucero de Evaluación julio – agosto 2016.
- Tabla 9.** Biomasa (t) y abundancia (N°) de merluza común estimada por subzona. Crucero de Evaluación julio – agosto 2016.
- Tabla 10.** Biomasa y abundancia estimada en los cruceros de evaluación de merluza común realizados realizado entre los años 2000 y 2016.
- Tabla 11.** Resumen modelación geoestadística por zona total y subzona de estudio. Crucero julio-agosto 2016.
- Tabla 12.** Número de ejemplares por subzona medidos en los muestreos de frecuencia de longitud y biológicos de merluza común. Crucero de evaluación directa de merluza común, julio - agosto de 2016.
- Tabla 13.** Parámetros de la relación peso - longitud de merluza común, crucero julio-agosto 2016.
- Tabla 14.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y categorías de veriles sobre y bajo los 200 m. Crucero invierno 2016.
- Tabla 15.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y categorías de veriles sobre y bajo los 200 m. Crucero invierno 2016
- Tabla 16.** Bondad de ajuste y p-seudo r-cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para machos y hembras, considerando como factores las subzonas 2 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m. Crucero invierno 2016.



- Tabla 17.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p , para la comparación de estructuras de talla de machos, considerando las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m. Crucero invierno 2016.
- Tabla 18.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p , para la comparación de estructuras de talla de hembras, considerando las subzonas 2 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m. Crucero invierno 2016.
- Tabla 19.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año. Crucero invierno 2016.
- Tabla 20.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año. Crucero invierno 2016.
- Tabla 21.** Bondad de ajuste y p -*seudo* r -cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para machos y hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.
- Tabla 22.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p , para la comparación de estructuras de talla de machos, evaluaciones hidroacústicas año 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y del 2004 al 2016.
- Tabla 23.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p , para la comparación de estructuras de talla de hembras, evaluaciones hidroacústicas año 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y del 2004 al 2016.
- Tabla 24.** Clave edad talla de merluza común machos, crucero de evaluación julio-agosto 2016.
- Tabla 25.** Clave edad talla de merluza común hembras, crucero de evaluación julio-agosto 2016.
- Tabla 26.** Abundancia en número de merluza común (número y %) por grupo de edad y sexo. Crucero julio-agosto 2016.
- Tabla 27.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común machos. Zona 1, julio-agosto 2016.
- Tabla 28.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común machos. Zona 2, julio-agosto 2016.
- Tabla 29.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común machos. Zona 3, julio-agosto 2016.
- Tabla 30.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común machos. Zona 4, julio-agosto 2016.
- Tabla 31.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común hembras. Zona 1, julio-agosto 2016.
- Tabla 32.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común hembras. Zona 2, julio-agosto 2016.
- Tabla 33.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común hembras. Zona 3, julio-agosto 2016



- Tabla 34.** Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común hembras. Zona 4, julio-agosto 2016.
- Tabla 35.** Valor medio del Índice Gonadosomático para ejemplares \geq a 34 cm LT, en toda el área y por subzonas, en merluza común muestreada en julio-agosto de 2016.
- Tabla 36.** Valor medio del Índice Gonadosomático por área global y por subzonas para grupos de tamaños, en merluza común muestreada en julio-agosto de 2016.
- Tabla 37.** Incidencia de estadios macroscópicos de madurez. Crucero julio-agosto 2016.
- Tabla 38.** Talla media de madurez e intervalos de confianza de hembras de merluza común, para el área global y por subzonas, estimadas en el período 2001 al 2016.
- Tabla 39.** Resultados del ajuste de la fecundidad con el peso corporal y longitud total de ejemplares muestreados en el área de estudio. Crucero julio-agosto 2016.
- Tabla 40.** Estimados de fecundidad parcial y relativa de merluza común en el área de prospección a partir de evaluaciones entre 2004 y 2016.
- Tabla 41.** Especies capturadas durante el crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016. **CTest (kg*0,5h⁻¹):** Captura total estandarizada. **IRCT (%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada. **IRFA (%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada, fauna acompañante. **L-P (%):** Lances positivos.
- Tabla 42.** Especies capturadas por grupo taxonómico. Crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016. **CTest (kg*0,5h⁻¹):** Captura total estandarizada. **IRCT (%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada. **IRFA (%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada, fauna acompañante. **IRGT (%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada, grupo taxonómico.
- Tabla 43.** Especies capturadas por subzona y grupo taxonómico. Crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016. **CTest (kg*0,5h⁻¹):** Captura total estandarizada. **IRCTsz (%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada en la subzona. **IRFAsz (%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada de la fauna acompañante en la subzona.
- Tabla 44.** Listado de las especies más recurrentes en los cruceros de evaluación directa de merluza común realizados entre 1993 y 2016 y su importancia relativa respecto de la captura total estandarizada por crucero.
- Tabla 45.** Resultado del análisis del contenido estomacal de jibia (*Dosidicus gigas*) capturada durante el crucero de evaluación directa de merluza común, invierno de 2016.
- Tabla 46.** Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*, cruceros de invierno. Período 1993-2016.
- Tabla 47.** Estimaciones del Índice de abundancia de huevos y larvas. Cruceros Invierno 1993 - 2016.



- Tabla 48.** Grupos zooplanctónicos presentes en la zona de estudio, invierno 2016.
- Tabla 49.** Frecuencia de estaciones con presencia y ausencia de huevos por año, para estaciones sin registro de salinidades (Cero) y con registro de salinidades (Positiva).
- Tabla 50.** Síntesis por año del número de estaciones totales, número de estaciones sin y con presencia de huevos de merluza común y densidad media de huevos/10 m² de las estaciones positivas desde los años 1993 al 2016.
- Tabla 51.** Resumen de estadísticas descriptivas para las variables longitud, latitud, temperatura superficial, salinidad superficial y densidad de huevos de merluza común. Cruceros realizados entre la IV y X Región desde los años 1993 al 2016.
- Tabla 52.** Análisis de devianza para los efectos de las covariables en el ajuste del modelo GAM para la densidad de huevos de merluza común. 1993- 2016.
- Tabla 53.** Rango de las variables ambientales en áreas con presencia de recurso, medidas en superficie (5 m) y a la profundidad promedio del cardumen. Entre paréntesis se destaca el promedio \pm la desviación estándar para cada una de las macrozonas consideradas en el estudio. Crucero julio-agosto de 2016.
- Tabla 54.** Modelos Aditivos Generalizados ensayados para explicar la densidad acústica de merluza común.
- Tabla 55.** Test F para analizar la significancia estadística de las variables participantes en cada uno de los modelos ensayados (cruceros 1997 a 2016).
- Tabla 56.** Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry y Smith, 1994) para el Crucero Julio-Agosto de 2016, considerando las macrozonas norte y sur, y el total del área prospectada. S= distancia máxima entre las distribuciones de frecuencia acumulativas de f(t) y de g(t). P=significancia estadística ($p < 0,01$). Rango máximo de la variable ambiental a la distancia entre las funciones. SP= sin preferencia.
- Tabla 57.** Estadísticos descriptivos globales de las variables morfológicas, batimétricas y energía. Agregaciones de merluza común crucero 2016.
- Tabla 58.** Estadísticos descriptivos de las variables morfológicas, batimétricas y energía según zona de estudio. Agregaciones de merluza común crucero 2016.
- Tabla 59.** Prueba estadística no paramétrica de Kruskal – Wallis y Mood, valores Chi cuadrado y significancia asintótica para las variables morfométricas, batimétricas y energía según zona de estudio. Agregaciones de merluza común crucero 2016.
- Tabla 60.** Estadísticos descriptivos de las variables morfológicas, batimétricas y energía según rango de fondo. Agregaciones de merluza común crucero 2016.
- Tabla 61.** Prueba estadística no paramétrica de Kruskal – Wallis y Mood, valores Chi cuadrado y significancia asintótica para las variables morfométricas, batimétricas y energía según rango de fondo. Agregaciones de merluza común crucero 2016.



- Tabla 62.** Estadísticos descriptivos de las variables morfológicas, batimétricas y energía según pendiente de fondo. Agregaciones de merluza común crucero 2016.
- Tabla 63.** Prueba estadística no paramétrica de Kruskal – Wallis y Mood, valores Chi cuadrado y significancia asintótica para las variables morfométricas, batimétricas y energía según pendiente de fondo. Agregaciones de merluza común crucero 2016.
- Tabla 64.** Matriz de correlaciones no paramétricas de Spearman para las variables morfométricas, batimétricas y de energía.
- Tabla 65.** Prueba de esfericidad de Bartlett y Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).
- Tabla 66.** Comunalidades de las variables morfométricas, batimétricas y de energía.
- Tabla 67.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes.
- Tabla 68.** Correlación de las variables originales con los componentes principales.



ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Taller de Resultados.
- Anexo 2.** Secciones oceanográficos verticales.
- Anexo 3.** Densidad acústica de merluza común y su relación con las masas de agua presente en las costas de Chile.
- Anexo 4.** Base Datos merluza común 2016.



RESUMEN EJECUTIVO

Se entregan los resultados finales correspondientes al estudio “Evaluación directa de merluza común, año 2016”, el que tuvo como objetivo central determinar la distribución y abundancia del stock y determinar las características biológicas, pesqueras y oceanográficas relevantes de la merluza común (*Merluccius gayi gayi*). Este estudio se desarrolló en el marco del Convenio de Desempeño 2016 con la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño.

Para obtener los datos requeridos para dar cumplimiento a los objetivos del estudio, se realizó un crucero de prospección a bordo del B/C “Abate Molina” en el período comprendido entre el 25 de julio y 06 de septiembre de 2016, crucero que abarcó la plataforma continental comprendida desde la latitud 29°10’S a los 42°00’S y entre los veriles de 50 y 500 metros de profundidad. Se realizaron 145 lances de pesca de identificación con red de arrastre de fondo, 78 transectas de muestreo acústico orientadas de Oeste a Este con un espaciamiento de 10 millas náuticas y 91 estaciones bio-oceanográficas.

Los resultados indican que merluza común estuvo asociada a la plataforma continental. El estudio abarcó una superficie total de 11.200 mn², de las cuales, merluza común ocupó 8.761 mn². La abundancia, calculada mediante el método geoestadístico, se estimó en 1126.077.0739 ejemplares, compuesta por 530.143.970 (47,1%) machos y 595.933.769 (52,9%) hembras.

La biomasa se estimó en 242.920 toneladas ($LC_{\alpha=5\%} = 239.026 - 246.814$) por el método geoestadístico, valor que estadísticamente fue ~13% superior al obtenido en el año 2015. Mientras que por el estimador de razón, la biomasa se estimó en 244.550 toneladas ($LC_{\alpha=5\%} = 237.433 - 251.6670$.)

La distribución de la merluza común abarcó latitudinalmente toda el área de estudio y longitudinalmente estuvo asociada a la plataforma y parte superior del talud continental, con el centro de gravedad localizado en la latitud 35°52’S.

Demográficamente el stock de merluza común mantiene una estructura etaria compuesta por un rango estrecho de edades, siendo los grupos de edad más importantes el GE I a GE III en machos y los GE I a IV en hembras.

La merluza común se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, principalmente en fases de maduración ovárica (79%) y con baja incidencia de desove (11%). La talla media de madurez ($L_{50\%}$) de las hembras en el área prospectada fue 30 cm LT. El potencial de fecundidad parcial promedio fue 77.706 ovocitos (cv 110%) y la fecundidad relativa promedio de 113 ovocitos (cv 44%), resultando 8% y 16% menor respecto del promedio estimado en el año 2015.



Los peces aportaron la mayor proporción de fauna capturada durante la evaluación. La captura estuvo compuesta, en gran porcentaje, por merluza común, chancharro, jibia y camarón nailon, especies que en conjunto representan más del 95% de la captura realizada durante el estudio.

Durante el crucero se observó un descenso en los niveles de abundancia de huevos y larvas, mientras que la abundancia zooplanctónica se mantuvo dentro de los niveles históricos con predominio de copépodos y eufaúsidos en toda la zona.

La distribución horizontal de la TSM reveló ausencia de gradientes zonales y leve variación meridional ($\sim 2,5^{\circ}\text{C}$), con presencia de aguas frías ($<12^{\circ}\text{C}$) al sur de los 38°S , y aguas comparativamente más cálidas ($\sim 14^{\circ}\text{C}$) al norte de los 32°S . En profundidades mayores de 100 m se verifica la virtual ausencia de variaciones zonales y meridionales, con predominio de isotermas en torno a 11°C . La salinidad y densidad superficial mostraron cambios meridionales y zonales importantes, con presencia de aguas más salinas y densas al norte de los 35°S y, menos salinas y densas, al sur de los 38°S , destacando núcleos de bajas densidades asociados a mezcla con aguas continentales.

Se identificó la presencia de tres tipos de agua: las Aguas Subantárticas (ASAA), Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y la presencia de Aguas Intermedia Antártica (AIA) hacia las máximas profundidades de muestreo. Los distintos enfoques metodológicos como: análisis de rangos de preferencia ambiental y modelación GAM revelan, tanto para el presente Crucero, como para la serie histórica, la asociación del recurso con un hábitat de aguas frías, salinas y baja concentración de oxígeno, lo que caracteriza a las AESS y que se verifica principalmente entre los 100 y los 300 metros de la columna de agua para el área de estudio.



1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el stock de merluza com3n, a trav3s del m3todo hidroac3stico, entre el l3mite norte de la IV Regi3n y la X Regi3n, a3o 2016.

2. OBJETIVOS ESPEC3FICOS

- 2.1 Estimar el tama3o del stock de merluza com3n y su distribuci3n espacial en el 3rea y per3odo de estudio.
 - 2.2 Caracterizar la composici3n demogr3fica del stock evaluado mediante indicadores biol3gicos analizados en un contexto espacial.
 - 2.3 Caracterizar la actividad reproductiva del stock evaluado de merluza com3n partir de los datos obtenidos en los lances de investigaci3n.
 - 2.4 Caracterizar la fauna acompa3ante en la pesca dirigida a merluza com3n en el 3rea y per3odo de estudio, con especial 3nfasis en la jibia (*Dosidicus gigas*).
 - 2.5 Caracterizar la distribuci3n espacial y batim3trica del ictioplancton, huevos y larvas de merluza com3n y determinar las condiciones bio-oceanogr3ficas presentes en el 3rea y per3odo de estudio.
 - 2.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza com3n en el 3rea y per3odo de estudio.
-



3. ANTECEDENTES

Entre las pesquerías demersales, el género *Merluccius*, es uno de los grupos más explotados en el mundo con alta demanda para el consumo humano directo, principalmente, fresco y productos congelados (Arancibia 2015). Las especies pertenecientes a este género habitan frentes oceánicos de alta variabilidad ambiental y sus pesquerías alcanzan relevancia socioeconómica de importancia (Alheit y Pitcher, 1996). En el Océano Pacífico suroriental se reconocen dos subespecies de *Merluccius gayi* que dominan el ecosistema demersal, *Merluccius gayi peruanus* en el centro-norte del Perú y *Merluccius gayi gayi* en el centro-sur de Chile (Ginsburg, 1954; Espino *et al.*, 1996; Lloris *et al.*, 2003).

Neira *et al.* (2014) plantean que en el sistema de Humboldt se distinguen, entre 1970 y 2004, dos períodos ambientalmente diferentes, uno que abarca entre 1979 y 1985 caracterizado como un período moderadamente cálido con bajos niveles de surgencia y productividad primaria y el otro que se extiende entre 1985 y 2004, descrito como relativamente frío con aumento de la surgencia y productividad primaria. Esta variabilidad ambiental, unida al impacto de la pesca, explicaría algunos cambios experimentados en el sistema de Humboldt.

En Chile, merluza común es la especie más abundante y desde el punto de vista social y económico la pesquería demersal más importante (Ginsburg, 1954). Es una especie demersal que se alimenta principalmente de eufáusidos, anchoveta y canibalismo en las tallas mayores y cumple, además, un importante rol ecológico en el ecosistema de Chile central. Su distribución se extiende entre Antofagasta (23°38'S) y el canal Cheap (47°08'S) y desde los 20 m hasta los 500 m de profundidad (Martínez, 1976; Aguayo, 1996; Ojeda *et al.*, 2000). Su hábitat está caracterizado por bajo contenido de oxígeno y alta salinidad, características que describen las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales. Vidal *et al.* (2012) analizaron la variación genética de ejemplares de *Merluccius gayi* obtenidos en Coquimbo, Valparaíso, Corral y norte de Perú evidenciando la presencia de a lo menos 3 unidades genéticas diferentes, la primera asociada a Perú, la segunda a Valparaíso-Coquimbo y la tercera a Corral.

La pesquería de la merluza común abarca, administrativamente, desde el límite norte de la Cuarta Región (29°10'S) hasta Punta Puga (41°28,6'S) en la X Región y hasta 60 millas náuticas de la costa (**Fig. 1**). Esta pesquería se inició en 1928 y en su desarrollo se destacan dos períodos: el primero desde mediados de la década del 50 hasta 1970, con desembarques entre 75 mil y 128 mil toneladas en 1968 y el segundo desde mediados de 1990 hasta 2004 con desembarques entre 60 mil y 114 mil toneladas, alcanzando niveles similares a los observados a fines de la década del 60 y una severa disminución a partir del año 2004 (**Fig. 2**).

La declinación del desembarque observada en la década del 70 fue resultado de la progresiva disminución de los reclutamientos de merluza común, abundancia de sus principales presas como sardina común (*Strangomera bentincki*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), aumento de competidores como el jurel (*Trachurus murphyi*) (Aguayo y Young, 1982; Aguayo y Robotham, 1984)



y aumento de la intensidad de pesca entre 1971 y 1980 (Cubillos y Arancibia, 1992). Posteriormente, reclutamientos exitosos de las clases anuales 1982-83, 1990-93 y 1996-97 habrían permitido aumentar el tamaño del stock a niveles muy superiores a los registrados en los años previos (Cubillos y Arancibia, 1992; Payá, 2005) y habrían sido las causas de la recuperación experimentada por la pesquería desde mediados de la década de los 80.

Hasta el año 2002 el stock de merluza común presentaba un estado adecuado con una estructura poblacional robusta, pesos medios a la edad estables y tendencia creciente de los indicadores de abundancia relativa (Payá, 2006). La declinación observada en el tamaño del stock con posterioridad al año 2002, y que Arancibia *et al.* (2010) la ubican a partir del 2001, se debería a diversos factores, como: alto grado de canibalismo de la merluza común adulta (Jurado-Molina *et al.*, 2006), sobreestimación del tamaño del stock (Arancibia y Neira, 2008) y alta predación de ésta por parte de la jibia (*Dosidicus gigas*) (Payá 2006; Alarcón-Muñoz *et al.*, 2008). Estos factores llevaron al stock a una condición crítica con reducción de la fracción vulnerable a la pesca (similar a lo observado en la década del 70 e inicios de los 80 (Payá, 2006)), estructura demográfica deteriorada con predominio de ejemplares juveniles y disminución de las tallas promedio de captura y de madurez sexual (Gálvez *et al.*, 2012). La suma de estos factores a llevado al recurso a declararlo en estado de sobreexplotación (Subpesca, 2012) y riesgo de colapso (Subpesca, 2013; Tascheri, 2013).

En 2005 la alta proporción de ejemplares juveniles presentes en las capturas instó a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura a establecer bajo dictamen de Resolución N° 2808 de 2005 un tamaño mínimo de malla de 100 milímetros para las redes de arrastre utilizadas en la pesca industrial dirigida al recurso merluza común y que, además, deben ser equipadas con mallas cuadradas sin nudos y con luz de malla de al menos 90 milímetros en el panel superior del copo. El tamaño de malla de 100 mm está asociado a una talla de retención ($L_{50\%}$) de 39,3 cm (Gálvez y Rebolledo, 2005), aunque Queirolo *et al.* (2012) re-analizaron la misma data y estiman una talla de retención ($L_{50\%}$) de 30,9 cm.

Las evaluaciones directas (métodos acústicos) del stock de la merluza común han reflejado variaciones en el tamaño de éste (**Tabla 1**). Variaciones que también reflejan en los rendimientos de pesca asociados a esta pesquería. Para el sector industrial, Gálvez *et al.* (2012) analizaron la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) expresada en toneladas por hora de arrastre (t/h.a) clasificando las naves en dos tamaños, las primeras son naves con potencia superior a 1.200 HP y las segundas con potencia inferior a 1.200 HP. Los resultados mostraron que la CPUE estandarizada fluctuó entre 2 y 5,5 t/h.a en el período 1983-1993, aumentando en 1994 a 6 t/h.a. Posteriormente, estos rendimientos alcanzaron máximos históricos de 14 t/h.a entre 1997 y 1999 para luego disminuir en los años posteriores llegando a un mínimo de 6 t/h.a en 2003. Las embarcaciones menores también mostraron un aumento en la CPUE con un promedio de 1,2 t/h.a en el período 1983-1993, aumentando a niveles de 2,8 y 3,5 t/h.a entre 1994-2001, seguidamente, el año 2002 se alcanzó un máximo de 5,5 t/h.a valor que disminuye a 2 t/h.a el 2004. A partir del año 2007 se ha registrado un leve incremento de los rendimientos de pesca, sin embargo, se mantiene el estado de deterioro del recurso observado en los últimos períodos.

En el sector artesanal el desembarque de merluza común se incrementó de 11 mil a 32,5 mil t en el período 1997-2001, casi duplicando su contribución relativa al desembarque total. En los dos años



siguientes el desembarque alcanzó a 27 y 26 mil t que representaron el 24% de los desembarques totales de este recurso, pero el 2004 experimentaron una drástica caída a 16 mil t, descenso que continuó hasta niveles inferiores a 5 mil toneladas entre el 2005 y 2007. Signos de recuperación se evidenciaron a partir del año 2008 con desembarques cercanos a 15 mil toneladas en los años 2011-2014.

Desde el año 2002 en la costa centro sur de Chile se ha registrado alta presencia de jibia (*Dosidicus gigas*) convirtiéndose en los años 2005 y 2006 la principal especie componente del sistema demersal, desplazando de ese lugar a la merluza común. El desembarque de jibia se incrementó de 15 mil toneladas el 2003 a máximos que variaron entre 56 mil y 297 mil toneladas en el período 2005-2013 (Sernapesca 2011; Subpesca, 2013). La alta abundancia de jibia habría alterado el patrón normal de comportamiento de la merluza común lo que, probablemente, afectó su disponibilidad y abundancia afectando en una primera instancia la pesquería artesanal, con una caída en los indicadores del rendimiento de pesca a partir del año 2001 y, a partir del año 2003 al sector industrial con una caída en los rendimientos de pesca y un desplazamiento hacia el sur de las operaciones de la flota industrial en los años 2005 y 2006 (Gálvez, 2006; Rebolledo, 2006). Paralelamente, Arancibia y Neira (2006) a través de un modelo ecotrófico y bajo el supuesto de un control trófico tipo top-down concluyeron que el incremento en abundancia de jibia en Chile central entre los años 2000 y 2005 habría tenido un impacto importante en la biomasa de merluza común, lo que concuerda con lo reportado por Alarcón-Muñoz *et al.* (2008), quienes indican que la predación de merluza común por parte de la jibia favoreció la disminución de la biomasa de la primera. Respecto de lo anterior, Ibáñez *et al.* (2013) señalan la necesidad de estudiar la relación entre la disminución de la abundancia poblacional de merluza común y su tamaño corporal, y los cambios ambientales y/o la sobrepesca, evaluando los impactos que estos factores pudieran tener sobre el recurso merluza común y poder descartar otros factores.

De acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura esta unidad de pesquería fue declarada en estado de plena explotación. Su manejo está orientado a mantener controlado el acceso a la pesquería y la aplicación, a partir de 1992, de cuotas globales anuales de capturas asignadas bajo el sistema de límite máximo de captura por armador (LMCA) que, actualmente, se asignan como Licencias Transables de Pesca (LTP). Las cuotas globales anuales se establecen considerando las estimaciones de capturas totales permisibles (CTP), las que en su proceso de estimación son calibradas con información auxiliar, considerándose gravitante la evaluación directa del stock, pues permite obtener de manera independiente de la actividad pesquera antecedentes acerca del tamaño, distribución y características biológicas del stock.



4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Aspectos generales

a) Período y área de estudio

El crucero se prolongó entre el 25 de julio y el 6 de septiembre de 2016, iniciándose la prospección en el límite norte de la zona de estudio el 26 de julio y finalizando el 4 de septiembre en el límite sur. La zona de estudio fue acotada al área de la plataforma continental comprendida entre la primera milla de la costa, habida consideración de las condiciones de seguridad de la nave, hasta el veril de los 500 m de profundidad o 7 mn cuando la isóbata de los 500 m se encuentre a menos de esa distancia de la costa (**Fig. 1**).

El área de estudio abarcó entre las latitudes 29°10'S y 42°00'S que para efectos del análisis de los datos fue dividida en cuatro zonas, según la siguiente numeración:

Zona	Latitud (Sur)
Zona 1	29°10' - 31° 24'
Zona 2	31°25' - 35° 30'
Zona 3	35°31' - 38°40'
Zona 4	38°41' - 42°00'

b) Embarcación

La prospección se realizó a bordo del B/C "Abate Molina" (**Tabla 2**), arrastrero con rampa, equipado para operar con redes de arrastre y dotado de un sistema de ecointegración y equipamiento oceanográfico pertinente a los objetivos del estudio.

4.2 Objetivo específico 1. *Estimar el tamaño del stock de merluza común y su distribución espacial en el área y período de estudio.*

4.2.1 Equipos

4.2.1.1 Sistema de ecointegración

El sistema acústico de evaluación, estuvo compuesto por un ecoinTEGRADOR Simrad® modelo EK60 y transductores de haz dividido de 18, 38, 120 y 200 KHz. Toda la información fue almacenada en unidades externas (1 Tb) hasta su posterior proceso mediante el paquete de procesamiento de datos acústicos Sonar Data Echoview®.



La evaluación se realizó utilizando la frecuencia de 38 kHz, operando el sistema con una potencia de 2 kW y una duración del pulso acústico de 1,024 ms. El sistema de eointegración fue calibrado de acuerdo al procedimiento estándar (Foote *et al.*, 1987; Simrad, 2008) utilizando blancos estándares (esferas de cobre) específicos para cada frecuencia.

4.2.1.2 Red de arrastre

La obtención de muestras biológicas se logró mediante la utilización de una red de arrastre de fondo de dos paneles fabricada por Engel® modelo Star Balloon, de 666 mallas por 90 milímetros (**Fig. 3**). Para disminuir la capacidad selectiva de la red el copo de ésta fue armado con una malla interior de 40 mm (calcetín).

El funcionamiento del arte de pesca durante los lances fue monitoreado con sensores de altura, abertura, contacto con el fondo, profundidad y volumen de captura, ajustado a ~300 kg.

4.2.2 Muestreo acústico

4.2.2.1 Diseño de muestreo

La prospección acústica se realizó bajo un diseño de muestreo sistemático homogéneo el cual ha sido señalado como el más adecuado para estudios dirigidos a estimar abundancia y distribución de un recurso pesquero (Petitgas, 1991; Rivoirard *et al.*, 2000; Harbitz y Aschan, 2003; Askland, 2011). En este diseño, las transectas son dispuestas en forma paralela en dirección este-oeste con una distancia entre ellas de 10 mn.

Durante el crucero se recolectaron de manera georreferenciada continua los datos acústicos correspondientes a: coeficiente de dispersión por área náutica (s_A), valores de intensidad de blanco (TS) y la profundidad del fondo del mar.

a) Transectas de muestreo acústico

Se realizaron 78 transectas con orientación este-oeste con extensiones que variaron entre 5,5 y 35,5 mn. La distancia recorrida promedio se estimó en 14,9 mn (**Fig. 4a**). Las transectas fueron realizadas entre las 19 horas de un día y las 07 horas del día siguiente y que corresponde al período de oscuridad. En este período, merluza común se aleja del fondo permaneciendo en la columna de agua, experimentando el proceso inverso al inicio del período de luz solar, es decir, desplazándose hacia el fondo. Este comportamiento nictemeral, descrito por Vestnes *et al.* (1966), favorece su evaluación mediante métodos acústicos.



b) Lances de identificaci3n de ecotrazos

Durante la fase de evaluaci3n se efectuaron 145 lances de pesca de identificaci3n en profundidades del fondo que fluctuaron entre 40 y 480 m (**Fig. 5** y **Tabla 3**). Para los efectos de identificaci3n de especies, estimaci3n de la proporci3n de éstas y muestreos biol3gicos, la unidad muestral fue el lance de pesca. En cada uno de éstos se registraron las principales característicás operacionales, mientras que la informaci3n de especies capturadas se obtuvo mediante el siguiente procedimiento:

- i) Luego de depositada la captura en la cubierta se separaron los individuos de merluza com3n de la fauna acompaÑante.
- ii) Se llenaron 10 cajas, si la captura lo permite, con merluza com3n cajas plásticás de 42 litros y se pesaron en una balanza electr3nica con mecanismo de compensaci3n del movimiento del barco. Se estim3 el peso de cada caja y posteriormente su peso promedio.
- iii) El resto de la captura de merluza com3n fue encajonada en cajas similares, contabilizada y devuelta al mar. La captura se estim3 como el producto del n3mero total de cajas por el peso promedio.
- iv) Se obtuvo muestras para muestreo de longitudes y biol3gico-específico de merluza com3n (longitud total, determinaci3n del sexo y estadios de madurez sexual, recolecci3n de otolitos y g3nadas).
- v) Para la fauna acompaÑante, en el caso de especies representadas por individuos gran tamaÑo o aquellas escasamente representadas, los ejemplares fueron separados, identificados, contados y pesados, conjunta o individualmente.

4.2.2.2 Identificaci3n de los ecotrazos de merluza com3n

Los datos acústicos se analizaron utilizando los métodos aplicados en ecointegraci3n (Simmonds y MacLennan, 2005, Kalikhman y Yudanov, 2006). En primer lugar, los ecogramas se inspeccionaron visualmente para detectar y corregir errores asociados a la posici3n geográfica, integraci3n del fondo, interferencia, ruidos y zona muerta.

El procedimiento utilizado para corregir los datos, en la secci3n del ecograma con interferencia o p3rdida de seÑal, fue clasificarla como secci3n no integrable. La correcci3n del eco proveniente del plancton se efectu3 siguiendo el método propuesto por Simmonds y MacLennan (2005), quienes para corregir la presencia de plancton en una regi3n a ecointegrar (RI), estiman la densidad acústica en una regi3n contigua pero sin la presencia de la especie objetivo (RP), es decir, donde se registra s3lo la presencia de plancton. El factor de correcci3n (fc_1) se estim3 como:

$$fc_1 = \frac{s_A(RI) - s_A(RP)}{s_A(RI)}$$



Para corregir el efecto de zona muerta en el fondo (fcf) o ciega del haz acústico, se aplicó el método propuesto por Ona y Mitson (1996), que lo estima como:

$$S_{A(cf)} = S_{A(0)} + S_{A(0)} \left(\frac{h_{eq} + h_{bs} + h_{\tau}}{h_0} \right)$$

Siendo h_{eq} la altura equivalente ó fracción no muestreada debido al ángulo del haz del ecosonda, h_{bs} la altura no muestreada debido al backstep y h_{τ} la pérdida de señal debido a la longitud del pulso.

La ecointegración de la región con presencia de la especie objetivo corregida (S_{Ac}) se estimó aplicando los factores de corrección (fc_1 y fcf) sobre la ecointegración asignada a la región de altura cero (h_0) con presencia de peces (S_{AA}) como:

$$S_{Ac} = S_{AA} * fc_1 * fcf$$

Una vez efectuadas las correcciones a los ecogramas se procedió a la asignación de las unidades de ecointegración, para lo cual, se consideró simultáneamente la información del ecograma como tipo de cardumen, profundidad y morfología del ecotrazo, conjuntamente con la información proveniente de los lances de pesca de identificación como son la proporción de captura de las especies que contribuyen a la señal acústica. Otras especies como *Hipoglossina macrops*, *Libidoctaea granaria*, *Cervimunida johni* y *Heterocarpus reedi*, entre otras, se consideraron como especies bentodemersales y acústicamente no vulnerables.

Asumiendo que la composición de la captura y la talla de las especies es representativa de la estructura de especies presentes en el área, la asignación de las unidades de ecointegración se efectuó mediante la estimación de proporción acústica propuesta por Simmonds y MacLennan (2005) y Bodholt (1991), la cual plantea que la contribución de la especie objetivo ($S_{A(j)}$) a las unidades de ecointegración ($S_{A(m)}$), es proporcional a su aporte en la captura en número (C_j) y su coeficiente de dispersión acústica (σ_j) en relación al total de especies:

$$S_{A(j)} = \frac{C_j * \bar{\sigma}_j * S_{A(m)}}{\sum (C_i * \bar{\sigma}_i)}$$

Las relaciones TS-longitud utilizadas para las principales especies fueron:



Merluza com3n	TS = 20,0*log (L) – 68,5	(Lillo <i>et al.</i> , 1996)
Jibia	TS = 20,0*log (LM) – 92,8	(Rosas <i>et al.</i> , 2011)
Congrio	TS = 18,5*log (L) – 64,6	(McClatchie <i>et al.</i> , 2003)
Granaderos	TS = 21,2*log (L) – 81,4	(McClatchie <i>et al.</i> , 2003)
Merluza de cola	TS = 20,2*log (L) – 73,1	(Lillo <i>et al.</i> , 2005)

En lo que se refiere a la resoluci3n espacial y temporal utilizada para la estimaci3n del coeficiente de dispersi3n ac3stica de las diferentes especies, se utilizaron las capturas en n3mero de aquellos lances de pesca m3s cercanos al sector de la transecta en an3lisis. Lo anterior, llev3 en promedio a una resoluci3n espacial y temporal inferior a las cinco millas n3uticas ni superior a las 24 horas.

4.2.3 Estimaci3n del tama1o del stock

La estimaci3n de la abundancia y biomasa del stock a partir de los datos ac3sticos se realiz3 utilizando dos tipos de estimadores, uno de raz3n bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y otro geoestadístico (Rivoirard *et al.*, 2000).

El proceso de estimaci3n se inicia con un an3lisis exploratorio de datos, el que permite identificar: el tipo de distribuci3n de los datos, la presencia de valores extremos y su ubicaci3n geogr3fica, la evaluaci3n de la forma de la distribuci3n, el c3lculo de medidas de localizaci3n, variabilidad y correlaci3n, elementos que permiten establecer el procedimiento m3s adecuado (Giraldo, 2002). Para lo anterior, se realiz3 un an3lisis gr3fico exploratorio (Hoaglin *et al.*, 1983) y adem3s se estim3 el estadístico *I* de Moran (Moran, 1950) que mide la autocorrelaci3n espacial de las observaciones *Z* (*x_i*), asumiendo que valores observados en 3reas geogr3ficas adyacentes son m3s similares que los esperados bajo el supuesto de independencia espacial. Valores positivos (entre 0 y 1) indican autocorrelaci3n directa (similitud entre valores cercanos) y valores negativos (entre -1 y 0) indican autocorrelaci3n inversa (disimilitud entre las 3reas cercanas). Valores del coeficiente cercanos a cero apoyan la hip3tesis de aleatoriedad espacial:

El estadístico *I* se estima como:

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (Z(x_i) - \bar{Z})(Z(x_j) - \bar{Z})}{\sum_{i=1}^n (Z(x_i) - \bar{Z})^2}$$

Donde *n* significa el n3mero de unidades (i.e. 3reas o puntos) en el mapa, *W_{ij}* es la matriz de distancias que define si las 3reas o puntos geogr3ficos, *i* y *j* son o no vecinos (*Z(x_i)*) es la densidad ac3stica en la localizaci3n *x_i*.



4.2.3.1 Estimador bootstrap

La densidad acústica promedio (\hat{Z}_R) y su varianza $\hat{V}(\hat{Z}_R)$ se estiman como:

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

Siendo Z_j un estimador de raz3n obtenido de la j -ésima iteraci3n de muestra de tamaño “ n ” seleccionada con reposici3n, de la muestra original y “ G ” representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

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

$$\hat{A}_R = a_R * \frac{\hat{Z}_R}{\bar{\sigma}} \quad ; \quad \hat{B}_R = \hat{A}_R * \bar{w}$$

Donde,

- $\bar{\sigma}$ = $4 * \pi * 10^{\frac{TS}{10}}$ coeficiente de retrodispersi3n acústica promedio.
- \hat{A}_R = abundancia (en númeru).
- a_R = área de distribuci3n del recurso (mn²).
- \bar{w} = peso promedio (t).
- \hat{B}_R = biomasa (t).

La varianza de la abundancia ($\hat{V}_1(\hat{A}_R)$) y biomasa ($\hat{V}_1(\hat{B}_R)$) se estimaron como:

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

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

4.2.3.2 Estimador geoestadístico

La estimaci3n geoestadística se inicia con la determinaci3n de la dependencia espacial entre los datos provenientes del muestreo acústico, también conocido como análisis estructural y que comprende la estimaci3n y ajuste de los variogramas experimental y teórico.



a) Variograma experimental

En la geoestadística los datos son interpretados como una representaci3n muestral de un proceso aleatorio dentro del 1rea de estudio a trav3s de un variograma, el que mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales $(Z(x_i) - Z(x_i + h))^2$ en funci3n de una distancia h , mediante la ecuaci3n $2\gamma(x, h) = E[Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$ (Rivoirard *et al.*, 2000; Isaaks y Srivastara, 1989; Cressie, 1991). Bajo el supuesto de estacionaridad de segundo orden, es decir, que la media y la varianza de los incrementos sean constantes, se estim3 el variograma experimental $2\gamma^*(h)$ como (Matheron, 1971):

$$2\gamma^*(h) = \frac{1}{N(h)} \cdot \sum_{i=1}^{N(h)} (Z(x_i) - Z(x_i + h))^2$$

Este estimador, aunque es insesgado, es poco robusto y muy sensible a la presencia de valores atípicos. Cressie y Hawkins (1980) propusieron una alternativa m1s robusta y se define como:

$$2\gamma^*(\mathbf{h}) = \left(\frac{1}{N(\mathbf{h})} \cdot \sum_{i=1}^{N(\mathbf{h})} |Z(x_i) - Z(x_i + \mathbf{h})|^{1/2} \right)^4 / \left(0,457 + \frac{0,494}{|N(\mathbf{h})|} \right)$$

Ambos estimadores se calcularon para un vector h dado de modo que, fijada la direcci3n unitaria se consideran los pares de datos que distan $||h||$ unidades en esa direcci3n. Se model3 cuatro direcciones (0° , 45° , 90° y 135°) y de existir anisotropía se modela el grado de anisotropía en el modelo de covarianza. En caso de isotropía, se evalu3 el estimador sobre una distancia $|h|$ y se consideraron todos los pares de datos distanciados h unidades, con independencia de la direcci3n del vector que les separa.

Para el c1lculo del semivariograma se consideraron elementos que permiten elevar la eficiencia y la calidad de la estimaci3n, independientemente del tipo de estimador que se utilice, como son: a) suavizar o regularizar el variograma agrupando los pares de observaciones seg1n la distancia dentro de un intervalo $h = |h|$ con una tolerancia $\pm \Delta h/2$ y dentro de una direcci3n θ con una tolerancia $\pm \Delta \theta/2$; b) El semivariograma muestral debe ser considerado solamente para pequeñas distancias por lo que generalmente, se estima para valores de h menores que la mitad de la distancia m1xima; c) La elecci3n del n1mero de intervalos es arbitraria. No obstante se considera que 25 intervalos es suficiente para cualquier prop3sito, y un m1nimo de 10 debe ser usado para determinar con precisi3n el rango y la meseta del semivariograma; d) El tamaño de los intervalos debe ser elegido de forma tal que el n1mero de pares en cada intervalo sea lo suficientemente grande para que el estimado del semivariograma sea relativamente estable. Se considera que entre 30 y 50 pares satisfacen este requerimiento (Journel y Huijbregts, 1978).



b) Modelos de Semivariograma

Para caracterizar la estructura espacial de la variable en estudio se estimó un modelo teórico de variograma. Estos modelos pueden dividirse en no acotados (lineal, logarítmico, potencial) y acotados (esférico, exponencial, gaussiano) y ambos tienen tres parámetros comunes que son:

- Efecto nugget o pepita: representa una discontinuidad puntual del semivariograma en el origen y puede indicar que parte de la estructura espacial se concentra a distancias inferiores a las observadas.
- Sill o meseta: es el límite del semivariograma cuando la distancia h tiende al infinito.
- Rango: corresponde a la distancia a partir de la cual dos observaciones no presentan dependencia espacial, también se conoce como zona de influencia.

Los modelos de variogramas más utilizados son:

Esférico (Cressie, 1991)

$$\gamma(\mathbf{h}; \theta) = \begin{cases} 0, & \|\mathbf{h}\| = 0 \\ c_0 + c_1 \cdot \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{\|\mathbf{h}\|}{\alpha_x} - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\|\mathbf{h}\|}{\alpha_x} \right)^3 \right), & 0 < \|\mathbf{h}\| \leq \alpha_x \\ c_0 + c_1, & \|\mathbf{h}\| \geq \alpha_x \end{cases}$$

Exponencial (Cressie, 1991)

$$\gamma(\mathbf{h}; \theta) = \begin{cases} 0, & \|\mathbf{h}\| = 0 \\ c_0 + c_1 \cdot (1 - e^{-\|\mathbf{h}\|/\alpha_x}), & \|\mathbf{h}\| \neq 0 \end{cases}$$

Gaussiano (Cressie, 1991)

$$\gamma(\mathbf{h}; \theta) = \begin{cases} 0, & \mathbf{h} = 0 \\ c_0 + c_1 \cdot (1 - e^{-\|\mathbf{h}\|^2/\alpha_x^2}), & \mathbf{h} \neq 0 \end{cases}$$

Matern (Matern, 1960; Guttorp y Gneiting, 2006)

$$\gamma(\mathbf{h}; \theta) = c_0 + c_1 \cdot \left(1 - \frac{2^{1-\nu}}{\Gamma(\nu)} \cdot \left(\frac{\|\mathbf{h}\|}{\alpha_x} \right)^\nu \cdot K_\nu \cdot \left(\frac{\|\mathbf{h}\|}{\alpha_x} \right) \right); \quad c_0, c_1, \nu > 0$$



Donde:

- c_0 = Parámetro nugget.
- c_1 = Parámetro sill.
- α_x = Parámetro rango.
- $\|\mathbf{h}\|$ = Norma del vector de distancia.
- ν = Parámetro de forma.
- $\Gamma(\cdot)$ = Función gamma.
- $K_\nu(\cdot)$ = Función Bessel modificada de segunda clase.

c) Métodos de estimación de parámetros

- **Mínimos cuadrados** (Cressie, 1985)

Los parámetros del semivariograma teórico estimados, son aquellos que minimizan la diferencia entre el modelo teórico y el experimental:

$$\hat{\boldsymbol{\theta}} = \underset{\boldsymbol{\theta}}{\operatorname{arg\,min}} \left(\hat{\mathbf{G}} - \mathbf{G}(\boldsymbol{\theta}) \right)^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \left(\hat{\mathbf{G}} - \mathbf{G}(\boldsymbol{\theta}) \right)$$

Donde $\boldsymbol{\theta}$ es vector $p \times 1$ de los parámetros del semivariograma (rango, varianza del nugget y sill); $\hat{\boldsymbol{\theta}}$ es vector $p \times 1$ de los parámetros del semivariograma estimados o argumentos del mínimo, esto es, el valor que minimiza la función objetivo $\left(\hat{\mathbf{G}} - \mathbf{G}(\boldsymbol{\theta}) \right)^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \left(\hat{\mathbf{G}} - \mathbf{G}(\boldsymbol{\theta}) \right)$; $\hat{\mathbf{G}}$ es el vector $(n(n-1)/2) \cdot 1$ de valores del semivariograma experimental, esto es el semivariograma de nubes; $\mathbf{G}(\boldsymbol{\theta})$ es el vector $(n(n-1)/2) \cdot 1$ de los valores del semivariograma teórico para la misma distancia que el semivariograma de nubes. Estos valores dependen de $\boldsymbol{\theta}$, vector de parámetros del semivariograma; $\boldsymbol{\Sigma}$ es la matriz $(n(n-1)/2) \cdot (n(n-1)/2)$ en la que los elementos son definidos por el método utilizado como mínimos cuadrados ordinarios (OLS), mínimos cuadrados ponderados (WLS) o mínimos cuadrados generalizados (GLS). El superíndice T denota la traspuesta del vector o matriz y el superíndice -1 indica la inversa de la matriz.

- **Máxima verosimilitud**

La estimación de máxima verosimilitud (ML) de los parámetros del modelo de semivariograma son aquellos que minimizan la función negativa de log-verosimilitud (Kitanidis y Lane, 1985; Mardia y Marshall, 1984):

$$L((\boldsymbol{\theta}|\mathbf{z})) = \frac{n}{2} \ln(2\pi) + \frac{1}{2} \ln|\mathbf{C}| + \frac{1}{2} (\mathbf{z} - \mathbf{m})^T \mathbf{C}^{-1} (\mathbf{z} - \mathbf{m})$$



Donde \mathbf{z} es un vector $n \times 1$ de los datos experimentales; \mathbf{C} es la matriz de covarianza $n \times n$ de los datos experimentales. El t3rmino general es $[\mathbf{C}]_{ij} = cov(z(u_i), z(u_j)) = \sigma_z^2 - \gamma(h_{ij})$; \mathbf{m} es el vector $n \times 1$ de elementos id3nticos igual a la media global de \mathbf{z} : \mathbf{m}_z ; σ_z^2 es la varianza de la funci3n aleatoria e igual al par3metro sill.

d) Bondad de ajuste para los modelos de semivariograma

La bondad de ajuste entre el variograma experimental y el te3rico se estim3 mediante el procedimiento propuesto por Rivoirard *et al.* (2000). Este procedimiento no requiere de una hip3tesis en la funci3n de distribuci3n de errores. Al dividir la suma de los valores experimentales al cuadrado se obtiene un 3ndice independiente de la escala vertical, lo que hace posible la comparaci3n de la bondad de ajuste (*gof*) de diferentes variogramas estimados. El 3ndice *gof* toma valores entre 0 y 1, cuanto m3s cercano a cero el *gof* el ajuste es mejor, ya que al tomar el valor igual a 1 $\gamma(h)$ es cero (Rivoirard *et al.*, 2000).

$$gof = \frac{\sum_h w(h)(\gamma(h) - \gamma^*(h))^2}{\sum_h w(h)(\gamma^*(h))^2}$$

El ponderador $w(h)$ es el n3mero de pares utilizados para calcular $\gamma^*(h)$.

e) Validaci3n cruzada

Utilizada para seleccionar una combinaci3n de par3metros del variograma te3rico y para su uso en el kriging. El m3todo consiste en eliminar uno a uno los puntos muestreados y utilizar el resto de los datos para estimar el valor en ese punto, utilizando el modelo de variograma y los par3metros del kriging seleccionados. La diferencia entre el valor medido y el estimado en ese punto con el resto de los datos, permite estimar el error de predicci3n (Isaaks y Srivastava, 1989).

f) Estimaci3n de kriging y su varianza

Las estimaciones locales de densidad ac3stica ($Z^*(x_0)$) en cada uno de los nodos de la grilla de interpolaci3n se estimaron mediante kriging ordinario utilizando m3dulos disponibles en las librer3as de R (R Core Team, 2014). La densidad ac3stica promedio del 3rea de estudio (\hat{Z}_g), se estima promediando las estimaciones locales calculadas en cada uno de los nodos de la grilla en el 3rea de distribuci3n del recurso. La estimaci3n local, global y su varianza se estimaron como:



$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i)$$

$$\hat{Z}_g = \frac{1}{m} \sum Z^*(x_0)$$

$$\sigma_k^2 = \sigma^2 - \sum_{i=1}^n \lambda_i C_{i0} - \mu$$

- σ^2 = varianza del proceso o sill ($c_0 + c_1$).
 λ_i = Pesos o ponderaciones de los valores originales.
 C_{i0} = Matriz varianza-covarianza entre $Z^*(x_0)$, $Z(x_0)$.
 μ = Media del proceso kriging ordinario.
 m = N3mero de nodos de la grilla de interpolaci3n.

Los λ_i representan los pesos o ponderaciones de los valores originales, que se calcularon en funci3n de la distancia entre los puntos muestreados y el punto donde se va hacer la correspondiente predicci3n. La suma de los pesos debe ser igual a uno para que la esperanza del predictor sea igual a la esperanza de la variable, esto es un requisito de no sesgo.

g) Estimaci3n del 3rea

El 3rea efectiva de distribuci3n corresponde a la zona ocupada efectivamente por el recurso, esta consider3 la digitalizaci3n de un pol3gono a partir de las observaciones positivas de merluza com3n y su 3rea de influencia, previamente determinada mediante la distancia de m3xima correlaci3n espacial. El 3rea de presencia del recurso objetivo se comput3 mediante la funci3n calcArea del paquete PBSmapping (Schnute, 2004) y estimada como (Rokne, 1996).

$$A = \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

Donde (x_i, y_i) son los v3rtices del pol3gono para $i = 1, \dots, n$ y donde los v3rtices 1 y n corresponden al mismo punto: $(x_1, y_1) = (x_n, y_n)$. Esta f3rmula asume unidades id3nticas para x e y (relaci3n de aspecto 1).



h) Estimación de abundancia y biomasa

Una vez realizado el análisis estructural, la estimación de la densidad acústica mediante kriging y estimado del área de distribución o presencia efectiva del recurso, se procedió a estimar la abundancia (\hat{A}_g), biomasa (\hat{B}_g) y sus respectivas varianzas como:

$$\hat{A}_g = a_g \cdot \hat{Z}_g \cdot \frac{1}{\bar{\sigma}}$$
$$(\hat{V}(\hat{A}_g)) = a_g^2 \cdot \left[\left(\frac{1}{\bar{\sigma}^2} \right)^2 \cdot \hat{V}(\hat{Z}_g) + \hat{Z}_g^2 \cdot \hat{V} \left(\frac{1}{\bar{\sigma}} \right) - \hat{V}(\hat{Z}_g) \cdot \hat{V} \left(\frac{1}{\bar{\sigma}} \right) \right]$$
$$\hat{V} \left(\frac{1}{\bar{\sigma}} \right) = \frac{1}{\bar{\sigma}^4} \cdot \hat{V}(\bar{\sigma}) = (4 \cdot \pi)^2 \cdot \hat{V}(10^{0,1 \cdot \overline{TS}})$$
$$\hat{B}_g = \hat{A}_g \cdot \bar{w}$$
$$(\hat{V}(\hat{B}_g)) = \hat{V}(\hat{A}_g) \cdot \bar{w}^2 + \hat{V}(\bar{w}) \cdot \hat{A}_g^2 - \hat{V}(\hat{A}_g) \cdot \hat{V}(\bar{w})$$

\hat{A}_g = abundancia (en número)

a_g = área de distribución efectiva del recurso (mn²).

\hat{Z}_g = Densidad promedio de la especie.

\bar{w} = peso promedio de la especie en el área de estudio.

\hat{B}_g = Biomasa (t).

$\bar{\sigma} = 4 \times \pi \times 10^{0,1 \times \overline{TS}}$

\overline{TS} = Fuerza de blanco promedio de la especie estimada para la estructura de tallas en el lance más cercano

4.2.4 Distribución espacial de la merluza común

La distribución espacial de la merluza común en el área prospectada se presenta como una carta de contornos, representando curvas que unen isolinias de igual densidad, permitiendo ver de manera clara las áreas de mayor concentración (Simmonds y MacLennan, 2005). La carta de distribución espacial de merluza común se confeccionó mediante el método de kriging, el que utilizó los parámetros del modelo de variograma para la interpolación de la densidad del recurso, las isolinias de densidad quedan determinadas entonces, por los parámetros de correlación espacial definidos a través de la estructura espacial presentada por las agregaciones de merluza durante el periodo de estudio. Para efecto de lo anterior, se utilizó el software computacional GS+.



Para describir la distribución espacial de merluza común se estimó su centro de gravedad (CG), definido como el indicador de la posición media de la distribución en el área de estudio (Woillez *et al.*, 2009):

$$CG = \frac{\sum x_i \cdot z(x_i)}{\sum z(x_i)}$$

Donde: x_i representa la posición geográfica de una unidad básica de muestreo y $z(x_i)$ su densidad local correspondiente.

La distribución espacial del stock de merluza común se analizó mediante un índice cuantitativo como es el Índice de Gini (Myers y Cadigan, 1995), el que permite describir el grado de agregación del recurso en el área de estudio. Este indicador se basa en la curva de Lorenz, que corresponde a un histograma de frecuencias acumuladas de la biomasa en el eje de la abscisa y la proporción acumulada del área en el eje de la ordenada. Si el recurso se distribuye homogéneamente, entonces la curva de Lorenz es una recta bisectriz desde el origen (función identidad), y una curva cóncava si el recurso presenta algún grado de concentración.

El índice se estima como el doble del área comprendida entre la función identidad (distribución homogénea) y la curva de Lorenz, puede fluctuar entre 0 (distribución homogénea) a valores cercano a 1 (alta concentración).

4.3 Objetivo Específico 2. *Caracterizar la composición demográfica del stock evaluado mediante indicadores biológicos analizados en un contexto espacial.*

4.3.1 Muestreos

De la captura obtenida mediante el arte de pesca se seleccionó 3 cajas, 2 de ellas son destinadas al muestreo de longitud y la tercera para el muestreo biológico-específico. Este último, es un muestreo no aleatorio dirigido a construir la edad de la captura, por tanto se establecen los siguientes criterios:

- i) Durante el llenado de las cajas, la detección y colecta de ejemplares con énfasis en las tallas superiores es un procedimiento que permite suplir la ausencia de clases en la estructura de tallas, asegurando contar con todo el rango de tallas disponible para su posterior análisis.
- ii) En el caso que la captura fue inferior a 3 cajas, se prioriza el muestreo biológico-específico registrando longitud total y sexo del total de individuos presentes en la captura.

El procedimiento anterior consideró reducir el tiempo de manipulación de la captura y los aspectos señalados por Gunderson (1993) y Westerheim (1967) en orden de prevenir problemas de representatividad de muestreo.



En cada lance de pesca se procedi3 a realizar los siguientes muestreos:

- **Muestreo de longitud:** Muestreo aleatorio orientado a obtener la composici3n de talla por sexo. Se midi3 la longitud total de cada ejemplar de la muestra con una precisi3n de 1 mm y se determin3 su sexo.
- **Muestreo biol3gico-específico:** Muestreo orientado a obtener la longitud y el peso de los ejemplares por sexo y la estructura de edades de la captura. Se extrajeron los otolitos, se midi3 la longitud total y se determin3 el sexo de los ejemplares, peso total, peso eviscerado y estado de madurez sexual macrosc3pico seg3n los criterios descritos en la **tabla 4** (Balbontín y Fischer, 1981).

4.3.2 Distribuciones de longitud por zona y estrato de profundidad

Para comparar las distribuciones de talla entre subzonas y a3os, se utiliz3 un procedimiento estadístico dise3ado para comparar distribuciones multinomiales el cual utiliza como base un modelo lineal generalizado (GLM), aplicando regresi3n logística ordinal.

Para cada sexo se realizaron comparaciones entre las estructuras de talla por subzona y profundidad. Para ésto, se consider3 un factor subzona-profundidad con ocho niveles correspondientes a las cuatro subzonas evaluadas separadas cada una en dos profundidades, veril menor a 200 m y otro sobre esta profundidad. Esta estratificaci3n obedece a la baja representatividad que se observa en algunas profundidades, lo cual tiene un impacto en el ajuste del modelo y por ende en el contraste de hip3tesis a realizar.

En el modelo de distribuci3n de longitudes la variable respuesta es de tipo categ3rica, entonces la teoría basada en GLM puede ser utilizada como una generalizaci3n de la regresi3n logística para respuestas dicot3micas (Dobson, 2002). Con esta generalizaci3n es posible hacer uso de todas las herramientas de la inferencia existente para este tipo de modelo.

El modelo utilizado corresponde a Modelo Logit de Raz3n Continua (*Continuation ratio logit*), definido por:

$$\Omega : P_k^* = \log \left(\frac{P_k}{P_{k+1} + \dots + P_K} \right) = \mathbf{x}_k^T \beta_k$$

Donde se modela la proporci3n de la respuesta que est3 en la categoría k, condicionada a todas las superiores k+1,...,K. (Rindorf y Lewy, 2001; Dobson, 2002).



El modelo propuesto permite docimar simultáneamente el efecto de los factores a través del estadístico de Wald, con la prueba χ^2 de significancia. Las hipótesis acerca de los parámetros $\hat{\beta}$, pueden ser probadas usando la distribución muestral aproximada del estimador máximo verosímil o equivalentemente el estadístico de Wald. Este estadístico, tiene como finalidad determinar si los coeficientes asociados son distintos o iguales de cero y por ende si las distribuciones difieren o no de la subzona, veril o el año de referencia (Glantz y Slinker, 1990; Venables y Ripley, 1997).

4.3.2.1 Estimación de la composición de longitudes de la captura

La estimación de la composición de longitudes de la captura, diferenciada por sexo y estrato (latitudinal o de profundidad), se realizó mediante una combinación lineal de la estimación de captura en número y de la proporción de ejemplares a la talla para cada lance de pesca.

Notación:

Índices:

- i : ejemplares $i = 1, 2, \dots, n$
- j : Lance $j = 1, 2, \dots, M$
- h : Estrato $h = 1, 2, \dots, L$
- k : Longitud del ejemplar $k = 1, \dots, K$
- s : Sexo $s = 1$ (macho), 2 (hembra)

Variables y Parámetros:

- n : Número de ejemplares en la muestra.
- Y : Captura en peso.
- \hat{Y} : Estimador de la captura en peso.
- \hat{X} : Estimador de la captura en número.
- m : Número de lances muestreados.
- \hat{p}_k : Estimador de la proporción a la talla en la captura.
- \hat{p}_s : Estimador de la proporción sexual
- L : Longitud del ejemplar.
- \hat{W} : Estimador del peso de un ejemplar.



a) Estimador de la composición de talla de la captura por estrato, sexo y su varianza.

$$\hat{p}_{hsk} = \sum_{j=1}^{m_{hs}} \frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}} \cdot \hat{p}_{hsjk},$$

Donde,

$$\hat{p}_{hsjk} = \frac{n_{hsjk}}{n_{hsj}}; \quad \hat{X}_{hsj} = \frac{\hat{Y}_{hsj}}{\hat{W}_{hsj}}; \quad \hat{X}_{hs} = \sum_{j=1}^{m_{hs}} \hat{X}_{hsj}.$$

$$\hat{V}[\hat{p}_{hsk}] = \sum_{j=1}^{m_{hs}} \hat{V}\left[\left(\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right) \hat{p}_{hsjk}\right],$$

Donde,

$$\hat{V}\left[\left(\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right) \hat{p}_{hsjk}\right] = \hat{p}_{hsjk}^2 \hat{V}\left[\left(\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right)\right] + \left(\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right)^2 \hat{V}[\hat{p}_{hsjk}] - \hat{V}\left[\left(\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right)\right] \hat{V}[\hat{p}_{hsjk}],$$

Y las varianzas de $\left(\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right)$ y \hat{p}_{hsjk} dadas por,

$$\hat{V}\left[\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right] = \frac{1}{\hat{X}_{hs}^2} \hat{V}[\hat{X}_{hsj}] + \frac{\hat{X}_{hsj}^2}{\hat{X}_{hs}^4} \hat{V}[\hat{X}_{hs}] - \frac{1}{\hat{X}_{hs}^4} \hat{V}[\hat{X}_{hsj}] \hat{V}[\hat{X}_{hs}];$$

$$\hat{V}[\hat{p}_{hsjk}] = \left[1 - \frac{n_i}{N_i}\right] \frac{1}{n_i - 1} \hat{p}_{hsjk} [1 - \hat{p}_{hsjk}].$$

b) Estimador de la captura en número por estrato y sexo al lance y su varianza.

$$\hat{X}_{hsj} = \frac{\hat{Y}_{hsj}}{\hat{W}_{hsj}},$$

Donde,

$$\hat{Y}_{hsj} = \hat{Y}_{hj} \hat{p}_{hsj}; \quad \hat{W}_{hsj} = \sum_{k=1}^K \hat{W}_{hsk} \hat{p}_{hsjk}$$

Y el estimador de la varianza del estimador \hat{X}_{hsj}



$$\hat{V}(\hat{X}_{hsj}) = \frac{\hat{Y}_{hsj}^2}{\hat{W}_{hsj}^4} \hat{V}(\hat{W}_{hsj}) + \frac{1}{\hat{W}_{hsj}^2} \hat{V}(\hat{Y}_{hsj}) - \frac{1}{\hat{W}_{hsj}^4} \hat{V}(\hat{W}_{hsj}) \hat{V}(\hat{Y}_{hsj})$$

c) Estimador de la captura en peso por estrato y sexo al lance y su varianza.

$$\hat{Y}_{hsj} = Y_{hj} \hat{p}_{hsj}$$

$$\hat{V}(\hat{Y}_{hsj}) = Y_{hj}^2 \hat{V}(\hat{p}_{hsj})$$

d) Estimador de la proporción sexual en peso por estrato y sexo al lance y su varianza.

$$\hat{p}_{hsj} = \frac{\sum_{k=1}^K \hat{W}_{hsjk} n_{hsjk}}{\sum_{k=1}^{K_1} \hat{W}_{h1jk} n_{h1jk} + \sum_{k=1}^{K_2} \hat{W}_{h2jk} n_{h2jk}}$$

El estimador de la varianza del estimador de la proporción sexual en peso (\hat{p}_{hsj}) se estimó utilizando remuestreo, específicamente el estimador bootstrap (Efron y Tibshirani, 1986).

$$\hat{V}(\hat{W}_{hsj}) = \sum_{k=1}^K \hat{V}(\hat{W}_{hsk} \hat{p}_{hsjk})$$

$$\hat{W}_{hsj} = \sum_{k=1}^K \hat{W}_{hsk} \hat{p}_{hsjk} ; \hat{W}_{hsk} = \hat{a}_{hs} L_{hsk}^{\hat{b}_{hs}} ; \hat{p}_{hsjk} = \frac{n_{hsjk}}{n_{hsj}}$$

$$\hat{V}(\hat{W}_{hsk} \hat{p}_{hsjk}) = \hat{W}_{hsk}^2 \hat{V}(\hat{p}_{hsjk}) + \hat{p}_{hsjk}^2 \hat{V}(\hat{W}_{hsk}) - \hat{V}(\hat{W}_{hsk}) \hat{V}(\hat{p}_{hsjk})$$

Con varianzas de \hat{W}_{hsk} dada por,

$$\hat{V}(\hat{W}_{hsk}) = \frac{1}{n_{hsk}(n_{hsk} - 1)} \sum_{i=1}^{n_{hsk}} (w_{hski} - \hat{W}_{hsk})^2 ; \quad \hat{W}_{hsk} = \frac{1}{n_{hsk}} \sum_{i=1}^{n_{hsk}} w_{hski}$$



4.3.3 Determinación de la edad en merluza común mediante lectura de otolitos

En las especies del género *Merluccius* se han empleado los otolitos *sagitta* con buenos resultados para la determinación de la edad. Estos otolitos revelan una secuencia de bandas de crecimiento susceptibles de ser analizadas y cuya resolución dependerá de la técnica de preparación empleada (Dark, 1975, Chilton y Beamish, 1982; ICSEAF, 1983; Ojeda y Aguayo, 1986). En este caso, el par de otolitos se somete a un proceso de hidratación en agua por un mínimo de 12 horas. Este proceso permite devolver al otolito cierto grado de nitidez para su posterior estudio. Si se necesita mayor transparencia, la inmersión en glicerina o aceite por tiempos breves, dan buenos resultados. En la observación se emplean lupas estereoscópicas con aumento 10X y luz transmitida para facilitar la ubicación del núcleo.

Siguiendo a Aguayo y Ojeda (1987), durante el año se formarían dos grandes zonas, una opaca, en las que se puede apreciar un número variable de marcas hialinas secundarias, y una zona translúcida ancha con características propias de intensidad y continuidad, cuya adecuada discriminación se logra tras analizar numerosas muestras.

En la determinación de la edad las muestras se clasifican de acuerdo al grado de dificultad que presenten. Dentro de un conjunto de muestras se encontrarán algunas clasificadas como “buenas”, las que presentan anillos nítidos facilitando su lectura y muestras “regulares”, las que en diferente grado presentarán dificultades para identificar los anillos anuales y seguir su secuencia. En estos casos, se presentan alternativas como: seguir los anillos por el lado convexo de la muestra, jugar con las sombras (lo que en ocasiones permite destacar mejor los anillos), emplear diferentes enfoques y posiciones de la muestra, utilizar otros líquidos de inmersión, pulir ligeramente la zona convexa o bien consultar una segunda opinión con otro lector experimentado. Si aun así persiste la duda, la muestra es descartada de los procesos. Las mediciones se realizan desde el foco hacia el rostro de la estructura, por el lado cóncavo (cara externa) del otolito.

La distribución de muestras al azar en el proceso de hidratado permite que al momento de la lectura bajo el microscopio estereoscópico sólo se conozca un número de orden, sin asociar en esa oportunidad ningún dato biológico del pez, situación que permite una observación imparcial sin sesgos.

4.3.4 Clave edad - talla

La asignación de los grupos de edad (GE) comprende todos los peces nacidos en un mismo año (clase anual) y corresponde a un número entero de años y se basa en el número de anillos observado en la estructura, tipo de borde y la época del año en que se obtuvo la muestra. Se emplea una fecha arbitraria de nacimiento, la cual, en el caso de las pesquerías chilenas es el primero de enero facilitando la identificación de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado, restando al año de la captura el GE asignado.



Las claves edad talla de merluza común muestreada en el crucero se procesaron por intervalos de clase de edad-tallas cada 2 cm, para un total de 14 grupos de edad. En la matriz clave edad-talla (CET), los grupos de edad (GE) mayores o iguales a catorce años se agrupan en el GE 14+, representado generalmente por las hembras que alcanzan mayor longevidad.

La clave edad - talla cuenta con la clasificación de las lecturas de cada otolito por grupo de edad, de esta clasificación, se estima la probabilidad (q_{rk}) de que individuos de longitud "k" pertenezcan a un GE. Lo anterior, se entiende como la razón entre el número de individuos de edad "r" con longitud "k" sobre número total de individuos de longitud k.

4.3.5 Estimación de la abundancia por grupo de edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud fueron asignados a las diferentes edades según una clave talla-edad, que indica las probabilidades de pertenencia de un individuo de una determinada longitud a cada una de las diferentes edades. Las claves edad-talla utilizadas correspondieron a las elaboradas con los datos obtenidos durante el crucero.

El número de individuos perteneciente a cada GE, según intervalo de talla, fue estimado como:

$$N_k = \hat{N}_r \hat{p}_k$$

$$N_{rk} = \hat{p}_{rk} N_k$$

$$N_r = \sum N_{rk}$$

Donde:

- N_k : número estimado de individuos a la longitud k
- N_{rk} : número estimado de longitud k que pertenecen a la edad r
- N_r : número estimado de individuos a la edad r.
- p_k : proporción de ejemplares de longitud k
- p_{rk} : proporción de ejemplares de longitud k pertenecientes a la edad r

La proporción relativa de cada GE en la estructura demográfica del stock se obtiene estimando la razón entre N_r y la abundancia total.



4.3.6 Peso medio a la edad

La estimación del peso medio a la edad, se realiza a partir de la longitud promedio según sexo, empleando las relaciones longitud – peso, lo cual tiene un sesgo sistemático para cada longitud promedio dada. Este sesgo se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958). Pienaar y Ricker (1968) abordaron este tema presentando un método que permite corregirlo.

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 para merluza, se indica el uso de 3 términos en esta expresión, siendo:

- a = valor del intercepto de la relación longitud- peso ajustada por sexo
- b = valor de la pendiente de la relación longitud- peso ajustada por sexo
- μ = valor 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 señalada en Pienaar y Ricker 1968.

4.4 **Objetivo Específico 3.** *Caracterizar la actividad reproductiva del stock evaluado de merluza común partir de los datos obtenidos en los lances de investigación.*

4.4.1 Muestreo a bordo

Se analizó la condición reproductiva del stock de merluza común a partir de muestras obtenidas en los lances efectuados durante el crucero de prospección. Los ejemplares se obtuvieron aleatoriamente para estimar los indicadores de la proporción de estados de madurez y el índice gonadosomático. En cada lance con captura de merluza común se consideró realizar un muestreo al azar de 15 hembras como mínimo, atendiendo al comportamiento que presenta el índice de error en la estimación de la proporción de estados de madurez, donde un incremento del tamaño de muestra al interior del lance no aumenta de manera significativa la precisión de la estimación, registrándose 2.733 hembras para el análisis de indicadores macroscópicos, de los cuales, 540 ovarios fueron destinados para el examen histológico de la condición de madurez.



A cada ejemplar se le registró la longitud total, el peso total y el peso eviscerado. El ovario extraído se pesó y se clasificó en su fase de madurez según los criterios macroscópicos de la merluza común (**Tabla 4**), siendo posteriormente fijado en formalina al 10% tamponada (introducidos completamente en el fijador) para su procesamiento histológico en el laboratorio. La fijación es una etapa esencial de la técnica histológica, de gran importancia la velocidad de penetración del fijador en los diversos tejidos para conservarlo lo más parecido al estado vivo y protegerlo de la autólisis y del ataque bacteriano, evitando las distorsiones y retracciones que sobrepasen los límites compatibles con la obtención de cortes (Santander *et al.*, 1984 y Hunter, 1985).

4.4.2 Análisis de laboratorio

a) Estadio de madurez sexual (EMS)

Los ovarios fijados fueron procesados histológicamente para análisis microscópico del parénquima gonadal en base a los criterios básicos señalados por Wallace y Selman (1981), Selman y Wallace (1989) y Hunter y Macewicz (1985), los que fueron clasificados en su fase de madurez según la escala microscópica apreciativa de madurez sexual específica para hembras de merluza común (Herrera *et al.*, 1988) (**Tabla 5**). El método microscópico se basa en la observación interna de la gónada y su aplicación permite confirmar las apreciaciones efectuadas en forma macroscópica, dado que confiere una información precisa y detallada de las distintas transformaciones morfológicas que acontecen durante el ciclo de maduración gonadal.

b) Estimación del índice gonadosomático (\hat{IGS}) y su varianza

El Índice Gonadosomático individual (\hat{IGS}_i) se estimó como la proporción del peso de la gónada (W_g) con respecto al peso eviscerado (W_i). Posteriormente se obtiene el IGS promedio por lance (\hat{IGS}).

$$\hat{IGS}_i = \frac{W_{g_i}}{W_i} 100 \quad ; \quad \hat{IGS} = \sum_{i=1}^n \hat{IGS}_i / n$$

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

c) Estimación de estadios de madurez

El diseño de muestreo para estimar la proporción de estadios de madurez (P_{EM}) correspondió a un muestreo aleatorio bi-etápico, donde las unidades de primera etapa correspondieron a los lances y de segunda etapa a la selección de ejemplares al interior del lance. Los estimadores utilizados fueron:



$$\hat{P}_{EM} = \frac{n_{EMi}}{n}$$

$$\hat{V}[\hat{P}_{EM}] = \frac{\hat{P}_{EM} [1 - \hat{P}_{EM}]}{n-1}$$

Donde \hat{P}_{EM} : proporción del estado de madurez sexual, n_{EMi} : número de individuos en el estado de madurez sexual i ; n : número total de individuos muestreados.

Los resultados se analizaron, además de la subdivisión del área de estudio, se consideró también de grupos de longitud de: < 30; 30-39; 40-49; 50-59, 60-69 y > 70 cm. El grupo 30-39 cm fue separado en dos subgrupos de 30-34 y 35-39, que contienen la mayoría de las estimaciones de talla media de madurez.

La información generada permite determinar la condición reproductiva de la población parental de *M. gayi* y evaluar diferencias latitudinales en el proceso.

d) Ojiva de madurez y talla media de madurez (L_{50%}) de las hembras.

Este análisis tiene dos procedimientos secuenciales. Primero está el ajuste de un modelo para la probabilidad de madurez sexual (P) dependiente de la talla del pez, y luego está la estimación de la talla del pez dado una cierta probabilidad de estar maduro \hat{L}_P , generalmente la talla de $P=50\%$ de madurez sexual (Roa *et al.*, 1999).

En el ajuste del modelo de madurez sexual a la talla, la variable predictora es continua y la variable respuesta es dicotómica. El modelo se expresa como:

$$P(k) = \frac{\alpha}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 k}}$$

Donde $P(k)$ es la probabilidad de estar maduro a la talla (k), α , β_0 y β_1 son parámetros a estimar de asíntota, posición y pendiente, respectivamente. Los estimados son elegidos, dado un conjunto de datos, desde el punto en el cual el producto de las probabilidades binomiales de todos los datos (la verosimilitud del modelo) es un máximo, o más convenientemente desde el punto en el cual el negativo del logaritmo de la función de verosimilitud del modelo es un mínimo.

$$-\ell(\alpha, \beta_0, \beta_1) = -\sum_i [(h_i) \ln(P(k)) + (n_i - h_i) \ln(1 - P(k))]$$

Donde h es el número de individuos maduros, n es el tamaño de muestra y la sumatoria es a través de todas las longitudes y el parámetro α de la ecuación tiene un valor conocido e igual a 1. Dada la



naturaleza no lineal de las ecuaciones normales, el m3nimo es encontrado mediante un algoritmo iterativo. Los par3metros estimados al minimizar la ecuaci3n son estimadores de m3xima verosimilitud (EMV) (Welch y Foucher, 1988).

Los resultados de los ajustes el modelo son un vector de par3metros estimados, que representa un valor medio y una matriz de covarianza, que representa a la incerteza asociada a los valores medios (Roa *et al.*, 1999). Con esos dos elementos (vector medio y matriz de covarianza) es posible estimar el modelo inverso.

$$l_{P\%} = \frac{1}{\beta_1} \ln \left[\frac{1}{P} - 1 \right] - \frac{\beta_0}{\beta_1}$$

$$\hat{l}_{50\%} = - \frac{\hat{\beta}_0}{\hat{\beta}_1}$$

Se consideraron los diagn3sticos histol3gicos de la fase de desarrollo del ovario para la clasificaci3n de individuos maduros e inmaduros, teniendo como criterio el estado de crecimiento de alv3olos corticales como indicador del proceso de maduraci3n (Brown-Peterson *et al.*, 2011; Leal y D3az, 2012). Seg3n la escala apreciativa propuesta, se clasificaron como sexualmente maduras las hembras en EMS II al IX y como inmaduras, aquellas en los EMS I.

e) Fecundidad modal

La fecundidad se estim3 de acuerdo al m3todo gravim3trico descrito por Hunter y Goldberg (1980), Santander *et al.* (1984) y Hunter *et al.* (1985). Para este efecto se consider3 analizar al menos 50 ejemplares por zona para alcanzar un nivel de error del 5% en la estimaci3n de la fecundidad promedio (Young *et al.*, 2003).

En el c3lculo de fecundidad parcial se us3 el m3todo de la distribuci3n modal de tama3os de los ovocitos. De cada ovario se obtiene una submuestra de la regi3n media que se pesa con una precisi3n de 0,1 mg. Los ovocitos contenidos se disgregan mec3nicamente mediante un lavado con agua bajo presi3n en un aparato tamizado (250µm). Posteriormente los ovocitos son digitalizados con un scanner para ser analizados con el programa ImageJ (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>) y obtener la frecuencia de tama3os, previa calibraci3n de las unidades de p3xeles a micras. Las distribuciones de tama3os de los ovocitos son analizados en sus componentes modales con la rutina MPA (An3lisis de Progresi3n Modal) del m3todo Batthacharya y la subrutina NORMSEP (separaci3n de la normalidad por m3xima verosimilitud) del Fisat II para la identificaci3n de la moda avanzada.

Se seleccionaron microsc3picamente s3lo ovarios en desarrollo avanzado que garantizaban la formaci3n de la tanda de ovocitos a ser desovada (**Fig. 6**). En el caso de las hembras hidratadas se descartaron aquellas con fol3culos postovulatorios recientes. Los ovarios hidratados tienen la ventaja porque los ovocitos ser3n ovulados en corto tiempo y el n3mero de 3stos refleja la fecundidad parcial,



caracterizándose los ovocitos hidratados por presentar una clara disgregación por el incremento en su tamaño.

El número de ovocitos en la moda avanzada de la submuestra se utilizó para la estimación del número total de ovocitos en el ovario (potencial de fecundidad modal), la fecundidad promedio y su varianza de acuerdo a las expresiones:

$$\hat{F}_j = \frac{1}{v} \sum_{v=1} \left[\frac{H_{vi}}{WS_{vi}} \right] * PG_i ; \quad \hat{F} = \frac{\sum_{i=1}^{n^*} \hat{F}_i}{n^*} ; \quad \hat{V}(\hat{F}) = \frac{\sum_{i=1}^{n^*} (\hat{F}_i - \hat{F})^2}{n^*(n^* - 1)}$$

Donde:

- \hat{F}_i = Fecundidad modal de la hembra j .
- H_{vi} = Número de ovocitos en la submuestras v del ovario de la hembra i .
- WS_{vi} = Peso de la submuestra v del ovario de la hembra i .
- PG_i = Peso del ovario de la hembra i .
- v = Número de submuestras del ovario
- n^* = Número de hembras analizadas.

Los datos de fecundidad parcial se relacionaron con el peso corporal y con el tamaño de las hembras para determinar el modelo que mejor explique la relación, para lo cual se probaron mediante análisis de regresión los siguientes modelos:

$$\hat{F}_{ij}^* = \alpha + \beta X_{ij}^* ; \quad \hat{F}_{ij}^* = \alpha (X_{ij}^*)^\beta ; \quad \hat{F}_{ij}^* = \alpha \varepsilon^{\beta X_{ij}^*}$$

Siendo \hat{F}_{ij}^* la fecundidad parcial estimada de la hembra i , α y β los parámetros de los modelos y X_{ij}^* la variable corporal de la hembra i en el lance j .



4.5 Objetivo Específico 4. *Caracterizar la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período de estudio, con especial énfasis en la jibia (*Dosidicus gigas*).*

Este objetivo se dividió en los siguientes aspectos:

- Proporción en la captura de los diferentes componentes de la fauna acompañante.
- Comparación por zona geográfica de las proporciones de los principales componentes de la fauna acompañante, observadas en los cruceros de evaluación acústicas de merluza común de los años 1993, 1995, 1997, 1999-2002 y 2004-2016. En los años 1994, 1996, 1998 y 2003 no hubo crucero.
- Caracterización biológica y presencia de merluza común en estómagos de *D. gigas*.

4.5.1 Muestreo de fauna acompañante

La fauna acompañante obtenida en los lances de pesca fue clasificada por especie y se le efectuó un muestreo de estructura de tallas. En el caso particular de la jibia, se determinó su sexo mediante la disección del manto y el exámen directo de las gónadas, registrándose también la presencia o ausencia de merluza común en el contenido estomacal.

4.5.2 Procesamiento de los datos

Dado que el diseño de muestreo y el arte de pesca utilizado fueron dispuestos para la evaluación de merluza común, el análisis de la fauna acompañante buscó caracterizar la composición e importancia relativa de las especies representadas en la captura de los lances de identificación y los cambios que ésta ha experimentado entre los años en que se han realizado estos cruceros. Desde este punto de vista, se ha evitado la estimación de la abundancia de fauna acompañante en el área de estudio, dada la incertidumbre involucrada en este tipo de extrapolación y a que los contrastes que este objetivo persigue, en rigor no la requiere.

La importancia relativa de las especies que componen la fauna acompañante en las capturas de los lances de identificación de merluza común, se representó en función de su proporción en la captura y su captura por unidad de área (*CPUA*), de acuerdo con las siguientes expresiones:

$$P_{ek} = \frac{\sum_{l=1}^{n_l} C_{ekl}}{\sum_{l=1}^{n_l} \sum_{e=1}^{n_e} C_{ekl}}$$



- P = proporci3n de la especie en la captura.
 C_{ekl} = captura de la especie e en el lance l del estrato k .
 n_l = n3mero de lances en el estrato k .
 n_e = n3mero de especies capturadas en el estrato k .

$$\overline{CPUA}_e = \frac{\sum_{l=1}^{n_{le}} C_{le}}{Ab * \sum_{e=1}^{n_e} D_{le}}$$

- \overline{CPUA}_e = captura por unidad de 3rea de la especie e componente de la fauna acompa1ante expresada en (kg/km²).
 Ab = promedio de la "apertura entre punta de alas" medida mediante sensores (km).
 n_{le} = n3mero de lances con presencia de la especie e .
 D_{le} = distancia en kil3metros recorrida durante el lance.

4.5.3 An3lisis de la fauna acompa1ante

Se compar3 la importancia relativa de las principales especies de la fauna registrada en las capturas de los lances de identificaci3n de los cruceros de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n. Estos cruceros se realizaron en los a1os 1993, 1995, 1997, 1999-2002 y 2004-2016. Los cruceros de 1993 y 2010 fueron incorporados en el an3lisis, advirtiendole en la posterior interpretaci3n de los resultados que el 3rea prospectada fue menor en estos periodos, destacando la ausencia del 3rea 1 (29°10' - 31°24' L.S.) definida en el presente crucero de evaluaci3n y que forma parte de la zona norte de distribuci3n del recurso. Los principales componentes de la fauna capturada durante el crucero corresponden a aquellas especies que representaron una proporci3n mayor al 0,1% de la captura total registrada durante el crucero de evaluaci3n.

4.5.3.1 An3lisis comunitarios

Estos an3lisis consideran dividir el 3rea de estudio en cuatro macro zonas y cada una de ellas en rangos batim3tricos de 100 m de profundidad.

a) An3lisis de clasificaci3n

Estos an3lisis consisten b3sicamente en establecer e identificar agrupaciones espec3ficas que se obtienen a partir de la aplicaci3n de m3todos de an3lisis multivariados basados en la clasificaci3n y ordenaci3n de las especies. El an3lisis de la fauna acompa1ante a trav3s de estos m3todos num3ricos, seg3n Acuña *et al.* (2005), permite distinguir asociaciones espec3ficas, ya que entregan una visi3n global de como se estructura la comunidad a la cual est3 asociada la especie objetivo merluza com3n

b) Identificaciones de agrupaciones espec3ficas



Para la identificación de agrupaciones faunísticas el área de estudio en cada caso se dividió según los criterios descritos anteriormente. El análisis consiste 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 *NMDS* (*Non Metric Multidimensional Scaling*) (Clifford y Stephenson, 1975).

Ambos métodos requieren la construcción de una matriz simétrica de similitud, cuyos datos de entrada son una matriz de captura por unidad de esfuerzo (CPUA[kg/km²]) de las principales especies capturadas, agrupadas por crucero de evaluación, crucero de evaluación-macrozona y crucero de evaluación-rango batimétrico. La comparación entre pares de datos se realiza utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis (**BC**; Bray y Curtis, 1957), el cual tiene la ventaja de no ser afectado por las ausencias (valores cero) y 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 ” y rango batimétrico “ z ”, y X_{ikz} es la abundancia relativa de la especie “ i ” en la macro zona “ k ” y rango batimétrico “ z ”.

Para equilibrar los valores atípicos (especies raras o poco comunes) con los valores comunes o muy altos (especies recurrentes). Los valores de la matriz original de abundancia relativa (CPUA) son transformados con la aplicación de raíz cuarta ($\sqrt[4]{}$), de acuerdo con Clarke y Warwick, (1994).

c) Comparación abundancia/biomasa (método gráfico)

Complementariamente, las agrupaciones resultantes se comparan a través del método gráfico de *Abundancia/Biomasa* (ABC) (Warwick, 1986), que consiste en la construcción de una curva de *k*-dominancia (Lambsead *et al.*, 1983), clasificando de manera decreciente la abundancia (numérica) y la biomasa (abundancia relativa) de las principales especies que componen la fauna presente en los distintos cruceros de evaluación, en escala logarítmica. Según la forma que muestren las curvas en cada crucero y macro zona, es indicativo de comunidades sin perturbación (curva biomasa sobre la curva de abundancia), moderadamente perturbadas (curvas biomasa abundancia similares) y altamente perturbadas (curva de abundancia sobre la de biomasa).



4.5.4 Caracterizaci3n de la presencia de merluza com3n en los est3magos de jibia

Se analiza el contenido estomacal en un total de est3magos de jibias, fijados en formaldehido al 10%. Durante el proceso de an3lisis se trat3 de llegar al nivel taxon3mico m3s especifiko posible para, posteriormente, realizar el an3lisis cuantitativo del contenido estomacal a partir de los m3todos:

- Num3rico: n3mero de ítem presa encontrado en cada est3mago revisado.
- Gravim3trico: Se pesa cada ítem presa encontrada en los est3magos.
- Frecuencia: n3mero de veces en que fue encontrado cada ítem presa en el total de est3magos revisados.

Luego se procedió a estimar la importancia relativa de cada tax3n presa, a partir del Índice de Importancia Relativa (%IIR) (Pinkas *et al.*, 1971), definido por:

$$\%IIR = [(\%N + \%P) * \%F]$$

Donde:

- N : N3mero de ítem presa encontrado en cada est3mago, expresado como porcentaje en n3mero (%)
- P : Peso de cada tax3n presa, expresado como porcentaje (%)
- F : Frecuencia de aparici3n de cada tax3n presa expresado como porcentaje (%).

4.6 Objetivo especifiko 5. *Caracterizar la distribuci3n espacial y batim3trica del ictioplancton, huevos y larvas de merluza com3n y determinar las condiciones bio-oceanogr3ficas presentes en el 3rea y perikodo de estudio.*

Este objetivo se relaciona con: *i*) las condiciones bio-oceanogr3ficas (oceanografía ffsica e ictioplancton) asociadas a la distribuci3n de la merluza com3n; y *ii*) el an3lisis de las relaciones entre las condiciones oceanogr3ficas y la distribuci3n espacial y batim3trica de la merluza com3n.

4.6.1 Toma de datos

Durante el crucero se realizaron 91 estaciones distribuidas sobre 25 transectas de muestreo ac3stico (**Fig 4b, Tabla 6**). La separaci3n de las transectas en que se realiz3 el muestreo oceanogr3fico fue de 30 millas n3uticas.

a) Perfiles verticales

En cada una de las estaciones oceanogr3ficas se obtuvo perfiles verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), oxígeno disuelto (ml/l) y fluorescencia (volts) mediante una sonda oceanogr3fica CTDO-F marca SeaBird modelo SBE-911 y eventualmente (en condiciones de mal tiempo) un CTDO



de reemplazo marca SeaBird modelo SBE 19Plus v2. Las unidades de CTDO estuvieron adosadas a un muestreador tipo roseta General Oceanics equipado con 12 botellas Niskin de 5 L de capacidad. Además, en cada una de las estaciones realizadas, se colectó agua de mar a las profundidades de 0, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400 y 500 m como profundidad máxima, para la cuantificación de niveles de oxígeno disuelto y concentración de clorofila-a. En estaciones seleccionadas se tomaron muestras de agua de mar para el análisis de salinidad, para la eventual corrección de la salinidad obtenida desde el sensor de conductividad del CTDO. El análisis de salinidad se realizó en un salinómetro de inducción AutoSal Guidelines, utilizando agua de mar estándar, en el Laboratorio de Calibración de Instrumentos Oceanográficos de la Universidad de Concepción.

b) Muestreo de zooplancton

El muestreo cuantitativo del zooplancton se realizó con una red Bongo complementada con medidores de flujo TSK, previamente calibrados, para cuantificar el volumen de agua filtrado en cada lance. La red Bongo es de diseño cónico, posee una boca de 60 cm de diámetro (0,28 m² área de boca), una longitud total de 250 centímetros y está confeccionada con malla sintética monofilamento de 300 micras de abertura, presentandoun área efectiva de filtración de 2,788 m² y una relación área filtrante/área de la boca (R) de 4,6.

El muestreo cuantitativo del zooplancton se realizó a través de pescas oblicuas desde profundidades desde 10 m sobre el fondo hasta la superficie, con una profundidad máxima de 210 m. La red fue calada a velocidad de 0,4 m/s e izada a 0,6 m/s con una velocidad del buque de 1,6 nudos, lo que permite disminuir el deterioro de los especímenes muestrados en velocidades altas como la evasión en velocidades bajas. El cable operó en un ángulo de $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ con respecto a la vertical, controlado a través de las lecturas del inclinómetro, registrándose éstas cada 10 m de cable izado, obteniendo de esta manera la profundidad real de muestreo (Smith y Richardson, 1979).

Para la determinación de la distribución vertical de huevos y larvas de merluza común, en cada una de las transectas del muestreo bio-oceanográfico y en la línea de estaciones más próxima al veril de los 200 m se realizó un muestreo cuantitativo estratificado con una red modelo WP-2 de 300 μ m de abertura de malla provista de un sistema de cierre por estrangulación el cual se activa mediante el envío de un mensajero. Este muestreo contempló 26 estaciones en las que se efectuaron pescas entre los rangos batimétricos de: 200 -150; 150 – 75 y 75 – 0 metros de profundidad.

Las muestras colectadas con ambas redes, se fijaron inmediatamente después de extraídas de los copos colectores con una solución de formalina al 5% neutralizada con disodio tetraborato y almacenadas en frascos plásticos rotulados con los datos de la estación.



c) Información meteorológica

Fue registrada en cada una de las estaciones de muestreo y consistió en las siguientes variables: temperatura del aire (bulbo seco y húmedo), presión atmosférica, intensidad y dirección del viento, altura y dirección de olas. Para su registro se utilizaron las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

d) Imágenes satelitales

Para reforzar la descripción oceanográfica de la región del crucero, se analizó información satelital de la temperatura superficial del mar, la clorofila-a, el patrón de vientos superficiales y la anomalía del nivel del mar para el cálculo de corrientes. Los datos semanales de la anomalía del nivel del mar provienen de los datos combinados de altimetría satelital de $\frac{1}{4}$ de grado de resolución de las misiones TOPEX-Poseidon y ERS, distribuidos por AVISO (www.aviso.oceanobs.com). La temperatura superficial del mar y la clorofila provienen de MODIS-Aqua con una resolución espacial de 4x4 km y temporal diaria (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/ftp.html>). Las imágenes de clorofila fueron escaladas y corregidas atmosféricamente con el software Matlab 10 para obtener finalmente valores de clorofila (mg m^{-3}) para la región oceánica frente a Chile central. Los vientos superficiales correspondieron al producto ASCAT procesados por el programa NOAA/NESDIS utilizando mediciones obtenidas desde el satélite EUMETSAT METOP. Los datos fueron obtenidos desde el sitio de IFREMER (<ftp://ftp.ifremer.fr/>) y correspondieron a datos de resolución espacial $\frac{1}{4}$ de grado y temporal diaria.

4.6.2 Procesamiento de los datos

4.6.2.1 Datos de oceanografía física

El análisis de las muestras se realizó a través de procedimientos estándares, como el método de Winkler (Parsons *et al.*, 1984). La densidad del agua de mar, expresada como sigma-t, fue calculada a partir de la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero y Poisson, 1981; UNESCO 1981).

Las masas de agua presentes en el área y período de estudio se determinaron a través del análisis de diagramas temperatura-salinidad (diagramas TS) de cada una de las estaciones de muestreo oceanográfico. Se presentan cartas de distribución horizontal de: a) las variables oceanográficas temperatura, salinidad, densidad y concentración de oxígeno disuelto para los niveles de 5, 50, 100, 200 y 300 metros de profundidad, de la clorofila-a superficial como estimador de la biomasa fitoplanctónica en el área de evaluación, y la clorofila-a integrada en los primeros 50 metros de la columna de agua; así como también las estructuras oceanográficas verticales: profundidad de la capa de mezcla, profundidad base de la termoclina, espesor de la termoclina y profundidad de la concentración mínima de oxígeno.



La distribución vertical se analizó tanto a partir de perfiles verticales individuales para cada una de las transectas realizadas, como por secciones (transectas) perpendiculares (n=27) y paralelas (n=2) a la costa, evaluando latitudinal y longitudinalmente toda el área de estudio.

4.6.2.2 Datos de Ictioplancton

El procesamiento de las muestras en el laboratorio contempló cuatro etapas, utilizándose en ellas microscopios estereoscópicos marca Nikon, Zeiss y Olympus con aumento de 8 a 40 veces:

- a.- Extracción de cada una de las muestras, la totalidad de estadíos tempranos de peces;
- b.- Identificación taxonómica de huevos y larvas de merluza común;
- c.- Cuantificación de huevos y larvas de merluza común.
- d.- Cuantificación y agrupación del resto de las especies bajo la denominación de “otras especies”.

La determinación taxonómica de la especie objetivo se realizó mediante la ayuda de descripciones de desarrollo embrionario publicadas por diversos investigadores, utilizando de preferencia las de: Bigelow y Schroeder (1953); Fischer (1958); Sauskan y Serebriakov (1968); Moser *et al.* (1984), Boltovskoy (1981); Fahay (1983); Pequeño (1984), Zama y Cárdenas (1984), Matarese *et al.* (1989), Neira (1994); Pool *et al.* (1996), Bernal *et al.* (1997), Vargas y Castro (2001) y Balbontín *et al.* (2004).

a) Estimación de la densidad local de huevos y larvas

El número de huevos y larvas obtenidos en los diferentes lances de pesca “*i*”, se estandarizó en términos de número de huevos y larvas presentes en una unidad de área estándar de 10 m² mediante la expresión:

$$\hat{C}_i = 10 * \frac{S_i * \cos(\Theta)}{v_i * A_R * t_i} * c_i$$

Donde:

- \hat{C}_i = densidad local de huevos o larvas (Nº/10 m²).
 S_i = longitud de cable arriado (m).
 v_i = velocidad promedio de virado de la red (m/s).
 A_R = área de la boca de la red (m²).
 t_i = duración del arrastre (s)
 c_i = número de huevos o larvas en la muestra.
 Θ = ángulo promedio entre la vertical y el cable de cala. En un lance oblicuo es medido a intervalos de 10 metros durante el virado de la red y al inicio del virado de la red en los lances verticales.



b) Estimaci3n de 3ndices de abundancia de huevos y larvas

Como indicadores de la magnitud, intensidad y extensi3n del desove de la merluza com3n se estimaron los 3ndices de abundancia de huevos (Lh) y larvas (Ll) utilizando la metodolog3a propuesta por Smith y Richardson (1979) mediante las siguientes expresiones:

$$L = a \cdot \bar{c}$$

$$Var(L) = a^2 \cdot Var(\bar{c})$$

$$Var(\bar{c}) = \left(\frac{1}{n-1} \right) \sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2$$

Siendo: L el 3ndice de abundancia de huevos o larvas, seg3n corresponda, a el factor de 3rea, \bar{c} el n3mero promedio de huevos o larvas por estaci3n, n el n3mero total de estaciones y c_i el n3mero de huevos 3 larvas en la estaci3n i .

Para la confecci3n de mapas de distribuci3n, abundancia y asignaci3n de categor3as de densidad para huevos y larvas de merluza com3n se utiliz3 la escala m3trica de Frontier (1980), que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes.

c) Centros de gravedad (CG) de huevos y larvas de merluza com3n

Se consideraron los archivos de la base de datos correspondientes a los cruceros de invierno realizados entre los a3os 1993-2014 y estimados como:

$$CG_n = \frac{\sum_{i=1}^m (Lat(Long_{in}) * Den_{in})}{\sum_{i=1}^m (Den_{in})}$$

Donde:

CG_n = Centro de gravedad del n -3simo crucero.
 $Lat (Long)_{in}$ = Latitud (Longitud) de la i -3sima estaci3n.
 Den_{in} = Densidad de huevos y larvas de la i -3sima estaci3n.

d) Estimaci3n de la abundancia y distribuci3n del zooplancton en la zona de estudio

Se emplearon microscopios estereosc3picos marca Nikon y Zeiss con aumentos de 8 a 50 veces. El conteo de los organismos poco abundantes se realiz3 sobre la muestra total, mientras que para la cuantificaci3n de muestras con concentraci3n muy elevada se subdividieron utiliz3ndose para este



efecto el submuestreador Folsom (Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981 y Griffiths *et al.*, 1984). La fracci3n de la muestra subdividida sobre la que se realiza el recuento y clasificaci3n de los organismos fue extrapolada al total de la muestra.

La abundancia relativa del zooplancton cuantificado fue estandarizada a n3mero de individuos presentes en 1.000 m³ de agua de mar filtrada y su representaci3n gr3fica se realiz3 seg3n la escala m3trica de Frontier (1980).

Los grupos zooplanct3nicos se clasificaron en base al ordenamiento sistem3tico formulado por Bougis (1974) y Barnes (1995), utiliz3ndose como ayuda descriptiva trabajos como los de Newell *et al.* (1966), Arcos (1975), Boltovskoy (1981) y Palma y Kaiser (1993). En su an3lisis se consideraron indicadores como:

- Constancia num3rica o frecuencia de ocurrencia, que corresponde al porcentaje entre el n3mero de estaciones con presencia de cada especie y el n3mero total de estaciones.
- Dominancia num3rica de los grupos, que corresponde al porcentaje entre el n3mero total de individuos de cada grupo y el n3mero total de organismos zooplanct3nicos capturados en la zona de estudio.
- Abundancia relativa, es el n3mero 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 n3mero de estaciones.
- Densidad, n3mero de individuos bajo una unidad de volumen (/1.000 m³).
- Min (m3nimo), Max (m3ximo), menor y mayor n3mero de individuos de un grupo encontrado en una estaci3n.

La constancia y dominancia de los grupos se clasific3 de acuerdo a la escala propuesta por Bodenheimer (1955) que considera, seg3n su constancia y dominancia, las categor3as de accidental (0-25%; 0-2,5%), accesorio (21,1-50%; 2,6-5%) y constante/dominante (50,1-100%; 5,1-100%), donde el primer rango corresponde a la constancia y el segundo a la dominancia.

e) **Biomasa zooplanct3nica total**

La determinaci3n del volumen del zooplancton se realiz3 con posterioridad a la extracci3n de los estadios tempranos de peces para evitar posibles daos a los huevos y larvas que pudieran dificultar su identificaci3n y/o clasificaci3n. Para la medici3n de los biovol3menes se utiliz3 el m3todo de desplazamiento de volumen h3medo (Postel *et al.*, 2000) y los resultados se expresaron en ml de plancton h3medo por 1000 m³. El volumen se determin3 dos veces para cada muestra y el resultado



es el promedio de ambas mediciones. Se excluyeron de la medición los organismos cuyo volumen individual excediera 5 ml. La abundancia relativa de la biomasa zooplanctónica se estimó como:

$$Y=1.000*(Z_0/V_F)$$

Donde: Y, Z₀ y V_F son los mililitros de zooplancton por 1.000 m³, los mililitros de zooplancton en la muestra y el volumen de agua filtrada por la red (m³), respectivamente.

f) Estructuras comunitarias del zooplancton

En el análisis de la estructura comunitaria del zooplancton se consideraron la descripción de la comunidad zooplanctónica en función de los índices ecológicos (índices comunitarios) y otro mediante el análisis de partículas zooplanctónicas (White *et al.*, 2007).

- **Índices comunitarios**

Se estimaron los índices de: riqueza específica de Margalef (R1), diversidad de Shannon-Weaver (H') y uniformidad de Pielou (E1) (Ludwig y Reynolds, 1988).

El índice de Margalef (R1) mide la riqueza de especies de manera independiente del tamaño de la muestra, por lo que resulta apropiado para establecer comparaciones entre estas. Toma el valor 0 cuando el número de especies en la muestra es 1 y su valor es máximo mientras mayor sea el número de especies en la muestra.

$$R1 = \frac{S - 1}{Ln(n)}$$

S representa el número total de especies presentes en la muestra y n el número total de individuos de todas las especies presentes en la muestra.

El Índice de Shannon-Weaver (H') refleja la diversidad de una comunidad sobre la base de dos factores que son el número de especies presentes y su abundancia relativa. Su valor es cero cuando el número de especies en la muestra es 1 y es máximo cuando todas las especies están representadas con el mismo número de individuos (distribución uniforme). El índice se aplicó sobre una matriz constituida por 27 grupos zooplanctónicos, por lo que su valor máximo teórico es de 3,33 nits/ind.

$$H' = - \sum_{i=1}^{S^*} (p_i \cdot Ln(p_i))$$

Siendo *p_i* la abundancia proporcional y S* las especies presentes en la muestra.



El índice de Pielou (E1) permite estimar el grado de uniformidad o similitud presente en una comunidad biológica o en un hábitat; tiende a 0 cuando existe una máxima dominancia de una especie o grupo, y a 1 cuando todas las especies en una muestra son igualmente abundantes.

$$E1 = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

- H' = índice de Shannon- Weaver
- S = número total de especies presentes en la muestra

- **Partículas del mesozooplancton**

Los grupos mayores fueron contados, medidos y separados por rangos de tamaño desde 0,25 a 19,85 mm de diámetro circular equivalente (DCE) mediante el paquete informático Zoolmage (www.sciviews.org/zoolmage).

Para el desarrollo de esta actividad, una alícuota de la muestra original fue teñida con Rosa de Bengala al 1%, luego enjuagada con alcohol etílico al 70% y escaneada a una resolución de 800 dpi. Posteriormente, se graficó la distribución espacial de los valores de abundancia de las partículas zooplantónicas por rangos de tamaños, a fin de facilitar la observación de las variaciones latitudinales en su distribución.

- **Pendiente m**

Este valor se obtuvo a partir de la ecuación de regresión lineal de los valores de densidad (ind/m) (eje Y) con transformación logarítmica (\log^2) a la clase de talla (197 clases). Este parámetro, como descriptor del tamaño individual en una comunidad, ha sido ampliamente usado en ecología acuática (Sheldon *et al.*, 1972, McClain, 2004) y en cierto modo ilustra el modo en que se distribuyen los recursos por tamaño corporal (White *et al.*, 2007).

g) Densidad de huevos de merluza común asociado a variables ambientales

Los datos que se analizan se caracterizan por presentar una proporción importante de estaciones nulas (muestras en las cuales no se observan huevos), la que puede ser modelada considerando dos alternativas, una distribución delta (Pennington, 1986), donde los valores ceros son tratados separadamente y los valores positivos se ajustan a una distribución log-normal, o la distribución poisson-compuesta (Jorgensen, 1997; Shono, 2008) que permite modelar de manera conjunta variables que poseen una mezcla de observaciones positivas y una presencia recurrente de valores cero. En este trabajo se usó ésta última alternativa.



La distribución poisson-compuesta puede ser modelada como función de factores o covariables a través de modelos lineales generalizados (McCullagh y Nelder, 1983; Candy, 2004 y Tascheri *et al.*, 2010) y/o modelos aditivos generalizados (Hastie y Tibshirani, 1990; Gordon *et al.*, 1992, Augustin *et al.*, 1998 y San Martín *et al.*, 2013).

El análisis se orienta a estimar la relación entre las variables oceanográficas y la distribución de huevos de merluza común, se hizo uso de estos últimos modelos, atendiendo a la naturaleza no lineal de los predictores de localización y oceanográficos considerados. El GAM es un método estadístico, similar al de regresión clásica, pero con supuestos distribucionales más generales, además de no suponer linealidad en las covariables y tiene la siguiente forma general (Hastie y Tibshirani, 1990).

$$E(y) = g^{-1} \left(\beta_0 + \sum_k S_k(x_k) \right)$$

La función $g(\cdot)$ es la función de enlace, la cual define la relación entre la respuesta y el predictor aditivo $\beta_0 + \sum S_k(x_k)$. La respuesta y , se asume que se distribuye de acuerdo a una amplia familia de distribuciones estadísticas (la familia exponencial de distribuciones). El término x_k es el valor de la k -ésima covariable. El término β_0 es un intercepto, y $S_k(\cdot)$ es una función de suavizamiento unidimensional para la k -ésima covariable.

La variable densidad de huevos (número/ 10 m²) fue modelada en función de variables de localización (latitud, longitud) y oceanográficas (salinidad y temperatura), las cuales fueron introducidas en el modelo a través de funciones no-paramétricas suaves, de la forma de los suavizadores splines (Hastie y Tibshirani, 1990); además, se incorporó un predictor lineal correspondiente al año, factor que permite conocer la tendencia del índice, en un contexto interanual.

4.6.2.3 Relaciones recurso - ambiente

La relación entre la distribución espacial de la densidad de merluza común (t/mn²) evaluada en el área de estudio versus las variables ambientales medidas se indagó a través de:

- a) La identificación de rangos de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto en que se encontró merluza común en el espacio (variaciones latitudinales, longitudinales y batimétricas). Los resultados del presente crucero fueron contrastados con la serie histórica 1997-2014 de cruceros anuales realizados al término del período invernal en la región centro-sur de Chile. Esta contrastación fue realizada a través de análisis box-plot, utilizando la mediana como estadígrafo de tendencia central, los percentiles de 75% como medida de dispersión y el rango de variables ambientales determinadas a la profundidad media de los cardúmenes, dando cuenta de las características y variabilidad interanual del hábitat de merluza común en el área de estudio.



- b) El an3lisis con modelos aditivos generalizados (GAM) entre la densidad de merluza com3n en el espacio (horizontal y vertical) y variables ambientales seleccionadas medidas a la profundidad media de los card3menes, con el prop3sito de identificar probables relaciones entre las variables.
- c) El an3lisis de rangos de preferencia ambiental para el h3bitat de merluza com3n respecto de variables ambientales seleccionadas (Perry y Smith, 1994; Perry *et al.*, 1994).

Para la conformaci3n de la matriz oceanogr3fico-pesquera con las variables f3sicas (temperatura, salinidad, densidad y concentraci3n de ox3geno disuelto) se extrajo el valor de cada variable, a la profundidad media de la agregaci3n de merluza com3n, mediante interpolaci3n en tres dimensiones (longitud, latitud, profundidad), utilizando como fuente de informaci3n los perfiles de CTDO realizados en cada transecta oceanogr3fica, mediante el m3todo de interpolaci3n objetiva DIVA (Data-Interpolating Variational Analysis, Troupin *et al.*, 2010).

Los modelos aditivos generalizados fueron utilizados para analizar la relaci3n entre las agregaciones de merluza com3n y las condiciones ambientales. La relaci3n funcional entre la variable respuesta y cada predictor se analiz3 utilizando GAM no param3trico. La forma de la funci3n puede ser encontrada emp3ricamente de acuerdo con la distribuci3n de los datos sin una asunci3n *a priori*. Luego, una versi3n m3s parsimoniosa del modelo puede ser evaluada incluyendo t3rminos param3tricos. En casos marcadamente no lineales, "piecewise polynomials" pueden ser utilizados debido a la mayor flexibilidad para ajustar curvas. El ajuste de los modelos y la parsimonia pueden ser evaluados utilizando test F aproximado y el criterio de Akaike (AIC, Chambers y Hastie, 1992). El estad3stico AIC toma en cuenta simult3neamente los grados de libertad y utiliza la bondad de ajuste y modelos con m3s parsimonia tienen un AIC m3s bajo.

Por otra parte, en el m3todo conocido como identificaci3n del grado de preferencia o rechazo a rangos ambientales, el primer paso consisti3 en asignar a cada estaci3n oceanogr3fica, el dato ac3stico m3s cercano considerando un radio de 2 mn alrededor de la estaci3n, con el prop3sito de obtener los valores de densidad con las variables oceanogr3ficas (P3ramo y Roa, 2003). La caracterizaci3n de la distribuci3n de frecuencia de la variable del h3bitat se realiz3 a trav3s de la construcci3n de una funci3n de distribuci3n acumulada emp3rica ($f(t)$) con la funci3n indicador ($I(x_i)$):

$$f(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(x_i) \quad I(x_i) = \begin{cases} 1, & \text{if } x_i \leq t; \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$



Donde,

n = número de ubms próximas a cada estación oceanográfica.

x_i = medida de la variable hidrográfica, a la profundidad media del recurso, en las estaciones oceanográficas ($i = 1, \dots, n$).

Posteriormente, se asoció los valores de densidad de merluza con las condiciones del hábitat, a través de una ponderación de la forma:

$$g(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Y_i}{\bar{Y}} I(x_i)$$

Donde: Y_i representa la densidad de merluza común en cada ubm ($i = 1, \dots, n$) mientras que \bar{Y} es el estimado de la abundancia media de merluza común. Si los valores grandes de Y_i / \bar{Y} están asociados consistentemente con una condición particular del hábitat, entonces esto sugiere una fuerte asociación entre la especie con la condición del hábitat.

Se determinó la fuerza de la asociación entre la densidad de merluza común y la variable ambiental representativa del hábitat, evaluando el grado de diferencia entre las dos curvas de frecuencia acumulada, $g(t)$ y $f(t)$. El cálculo de la máxima distancia absoluta entre $g(t)$ y $f(t)$ se establece como:

$$\max_{vt} |g(t) - f(t)| = \max_{vt} \left| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{Y_i - \bar{Y}}{\bar{Y}} \right) I(x_i) \right|$$

Donde $|g(t) - f(t)|$ indica el valor absoluto de su diferencia en cualquier punto t . Para evaluar la significancia estadística en la ecuación anterior, se modela la distribución de la prueba estadística bajo la hipótesis nula de una asociación al azar entre la densidad de merluza común y la variable ambiental representativa del hábitat, a través de un remuestreo Monte Carlo lo que se llevó a cabo aleatorizando los pares de $\left[(Y_i - \bar{Y}) / \bar{Y} \right]$ y x_i a través de todos los i para todos los datos y luego se calculó la prueba estadística para los nuevos pares. El x_i para el apareamiento se obtuvo de un muestreo con reemplazo de la x_i observada con la probabilidad $1/n$. Este procedimiento se repitió 2000 veces hasta obtener una pseudopoblación de las pruebas estadísticas bajo la hipótesis nula.

4.7 Objetivo específico 6. *Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común en el área y período de estudio*

En la caracterización de las agregaciones se utilizaron descriptores que fueron estimados a partir de observaciones acústicas verticales realizadas mediante el sistema de ecointegración (Scalabrin, 1997). La agregación se definió como un conjunto de muestras acústicas que poseían una continuidad vertical y horizontal, y excedían un umbral predeterminado de energía y tamaño. El algoritmo de análisis debe encontrar muestras contiguas a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) y muestras



contiguas desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal correspondió a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical sobre el mismo pulso, a la distancia relativa correspondiente a la semilongitud del pulso. Los descriptores utilizados pueden ser clasificados en tres tipos: los morfológicos, que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones; los batimétricos, que definen su posición en la columna de agua y; los de energía que reflejan el nivel de agregación de los peces (Scalabrin y Massé, 1993).

Dentro de los descriptores morfológicos se consideraron el área transversal, altura, extensión, elongación y perímetro, mientras que la distancia al fondo, profundidad e índice de profundidad como descriptores batimétricos (**Fig. 7**). El área de una agregación se obtuvo asociando un rectángulo a cada muestra Se con un valor de amplitud sobre el umbral de eointegración. La superficie del rectángulo Se es calculada como el producto de la distancia horizontal cubierta desde el pulso precedente (d_j) y desde el pulso precedente y la distancia vertical cubierta desde la muestra anterior e por lo tanto:

$$Se = d_j * e$$

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

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

A partir de las estimaciones básicas, se derivan otros descriptores que permiten definir otras características de la agregación, como la dimensión fractal (DFrt), empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación; éste 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 (Scalabrin, 1997).

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

La elongación (Elon) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregación y es definido básicamente como la relación entre el largo y el alto, donde valores elevados se asocian agregaciones de forma elíptica, mientras que valores menores a agregaciones de tipo circular.

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



El Índice de altura (Arel) es utilizado para medir la posición relativa del centro de la agregación en la columna de agua y se expresa en forma porcentual como:

$$\text{Arel} = 100 * \frac{(\text{Altura mínima} + \frac{\text{Altura}}{2})}{\text{Profundidad del fondo}}$$

Como una forma de describir la estructura interna de las agregaciones, se estimó un descriptor (EIA) que relaciona el coeficiente de dispersión por área náutica (s_A) de cada agregación con su área transversal (Area) multiplicada por 100.

$$\text{EIA} = 100 * \frac{s_A (\text{m}^2 / \text{mn}^2)}{\text{Area} (\text{m}^2)}$$

El análisis de los datos se efectuó mediante el análisis de componentes principales (Johnson, 2000), técnica multivariante que permite generar nuevas variables denominadas componentes principales, que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos, además de reducir su dimensionalidad.



5. RESULTADOS

5.1 **Objetivo específico 1.** *Estimar el tamaño del stock de merluza común y su distribución espacial en el área y período de estudio.*

En la **tabla 7** se presentan los resultados de la calibración y los controles utilizados en el sistema de eointegración durante el crucero.

5.1.1 **Biomasa y abundancia de merluza común**

En la **tabla 8** se presentan los resultados de las estimaciones de biomasa e intervalos de confianza obtenidos mediante los dos métodos utilizados. La biomasa estimada por el método geoestadístico, considerando el área de distribución del recurso de 8.761 mn², alcanzó a 242.920 toneladas ($LC_{\infty=0,05}$: 239.026 y 246.814; CV = 1,6%). Por el estimador de razón, la biomasa alcanzó a 244.550 toneladas ($LC_{\infty=0,05}$: 237.433 y 251.667; CV = 2,9%).

Al considerar las otras relaciones estimadas de $TS = 20 \cdot \log(L) - 67,9$ (Svellingén y Ona, 1996), $TS = 20 \cdot \log(L) - 68$ (Kieser *et al.*, 1998; Traynor *et al.*, 1996); $TS = 20 \cdot \log(L) - 67,6$ (MacLennan, 2000), las biomásas estimadas son entre 14% y un 20% menor a las estimadas en este estudio con la relación propuesta por Lillo *et al.* (1996).

Se estimó una abundancia de 1.126.077.739 ejemplares de merluza común, de los cuales 530.143.970 (47,1%) corresponden a machos y 595.933.769 (52,9%) a hembras. En términos de subzonas, el sector central compuesto por las subzonas 2 y 3 concentra 968.285.128 ejemplares y 214.049 toneladas, equivalentes a 88% y 86%, respectivamente del total de la abundancia y biomasa (**Tabla 9**).

La **tabla 10** presenta un resumen de los resultados de biomasa, abundancia y peso medio de merluza común. En ésta, se observa el deterioro progresivo de estos índices en los últimos dos años, a pesar del leve repunte que se presenta desde el año 2014 a 2016.

5.1.2 **Distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común**

En la **tabla 11** y **figura 8**, se presenta un resumen de la modelación geoestadística por subzona (Matheron). Los resultados de los variogramas estimados muestran para las subzonas, variogramas estructurados donde la variabilidad explicada por el modelo o índice de dependencia espacial alcanza al 100%. En lo que respecta al rango, estos varían según el modelo con valores de 1 a 7,2 km (0,5 a 4 mn), lo que indicaría agregaciones de corta extensión.



La distribución espacial de la merluza común que abarcó la mayor parte del área de estudio, estuvo caracterizada por el predominio de niveles de baja densidad (**Fig. 9**). Las mayores densidades de merluza común aparecen entre puerto Papudo y norte de Corral, siendo el sector el más importante en términos de concentración entre Constitución y puerto Saavedra (Subzona 3). Su centro de gravedad que se situó cercano a punta Nugurne en la latitud 35°52'S, manteniéndose con pocas variaciones el rango observado en los últimos años.

Considerando los lances de pesca como indicador de la distribución espacial del stock de merluza común, estos muestran que el recurso está presente en gran parte del área de estudio, con presencia en 137 de los 145 lances efectuados (**Fig. 10**). La densidad local de merluza común está dominada por niveles medio a bajos, con predominio de rendimientos iguales o inferiores a 1.500 kg por media hora de arrastre, los que representan alrededor de 87% de los casos. Niveles de mayor densidad (> 1.500 kg / ½h), están acotados al sector central de área de estudio, particularmente entre Valparaíso y puerto Saavedra y en profundidades menores a 300 metros. Se mantiene la presencia de un gradiente batimétrico en la distribución de la merluza común la que ocupa un mayor rango batimétrico hacia el sector centro-norte (29°10'S-38°S) y que se estrecha progresivamente hacia el sur (**Fig. 10**).

5.2 Objetivo específico 2. *Caracterizar la composición demográfica del stock evaluado mediante indicadores biológicos analizados en un contexto espacial.*

5.2.1 Muestreos

Las muestras biológicas de merluza común (**Tabla 12**) fueron obtenidas en 137 lances de identificación donde hubo presencia de merluza común, de un total de 145 efectuados para identificación de ecotrazos. En cada lance de pesca se realizaron los siguientes muestreos:

- **Muestreo de longitudes:** Obtención de la composición por talla y sexo. Durante el crucero se midieron 13.763 ejemplares correspondientes a 4.433 machos, 7.906 hembras y 1.424 ejemplares indeterminados.
- **Muestreo biológico-específico:** Se registró el sexo, longitud y peso de 4.140 ejemplares.
- **Muestreo de otolitos:** Se extrajeron 4.140 pares de otolitos.

5.2.2 Proporción sexual

La razón de sexos global fue 64% de hembras y 36% de machos. Especialmente, la participación de las hembras fue 78%, 60%, 62% y 63% para las subzonas 1 a 4, respectivamente. Además, al estimar la proporción sexual por rango batimétrico, las hembras predominan en los niveles batimétricos más profundos (> 200 m), alrededor de 80%, mientras que en los niveles más someros (< 200 m), la proporción sexual fue 1:1.



5.2.3 Relación longitud - peso

Las relaciones longitud-peso estimadas por subzona y sexo se muestran en la **figura 11**. Los parámetros biológicos, obtenidos del ajuste de la relación peso-longitud para cada zona y sexo se presentan en la **tabla 13**.

5.2.4 Frecuencias de longitud de merluza común

El stock evaluado estuvo compuesto por ejemplares cuya longitud total varió entre 10 y 75 cm, con presencia de dos grupos modales, el principal centrado en torno a 30 cm y el secundario alrededor de los 15 cm (**Fig. 12**). Al separar la información por sexo, se observa una estructura similar entre machos y hembras, caracterizada por la presencia de un solo grupo modal localizado en 30 cm (**Fig. 12**). Tanto machos y hembras presentan participación marginal de individuos menores de 20 cm.

Latitudinalmente (**Figs. 13 y 14**), es posible identificar dos estructuras de talla principales; una polimodal localizada en el sector norte (Subzona 1), con un grupo modal principal localizado en torno a 25 cm y la presencia significativa de individuos menores a 20 cm (indeterminados). En tanto hacia el sur, las estructuras de tallas presentan características unimodales, observando en las subzonas 2 y 4 grupos modales centrados alrededor a 30 cm, mientras que en la subzona 3 el grupo modal es levemente menor al situarse en torno a 28 cm, verificando en ellas una menor presencia de individuos menores a 20 cm. La información por sexo muestra una tendencia similar con individuos de mayor tamaño en el sector centro-sur, respecto de lo observado hacia el norte (**Fig 13 y 14**).

Batimétricamente, se observan estructuras de talla del tipo polimodales. Las estructuras de talla presentes en profundidades menores de 200 metros, muestran incidencia de un grupo modal principal centrado entre 25 y 30 cm y un aporte significativo de individuos sexualmente indeterminados menores a 20 cm. La información por sexo muestra similar tendencia, localizándose en ambos sexos el grupo modal principal entre 25 y 30 cm (**Figs. 13 y 14**). En el rango de mayor profundidad (> 200 m) los grupos modales fueron similares a lo que se observó en el rango de profundidad inmediatamente superior (< 200 m), localizándose la mayor parte de los individuos en torno a los 30 cm de longitud total, condición que también se observa al desagregar por sexos, reconociendo en este estrato menor presencia de ejemplares bajo los 20 cm (**Figs. 13 y 14**).

La talla media de merluza común está estructurada, principalmente, por individuos con longitudes ubicadas en el rango 20 cm a 37 cm de longitud total (**Fig. 15**). Latitudinalmente, este grupo está presente en toda la zona, y también en un amplio rango batimétrico abarcando desde profundidades menores de 100 m hasta los 475 m (**Fig. 15**). Los individuos cuya talla media fue menor a 20 cm representan alrededor de 5% con distribución espacial acotada al extremo sur del área de estudio, en particular al sur del paralelo 38°S y a los niveles batimétrico menos profundo (**Fig. 15**). En tanto que individuos con longitud superior a 37 cm, aportan casi 18% de los casos y están presentes en toda la zona, pero acotados a los rangos batimétricos más profundos de la zona de estudio (**Fig. 15**).

5.2.5 Comparación de las estructuras de tallas de merluza común



a) Análisis descriptivo

Durante el crucero de evaluación se muestrearon un 137 lances con presencia de merluza común, de estos el 51% fue muestreado a profundidades menores a 200 m y 49% en veriles mayores a 200 m. De acuerdo al sexo se observó una alta presencia de hembras hacia mayores profundidades (>200 m) con una participación porcentual en torno a 80%.

b) Por subzona y profundidad

En las **tablas 14 y 15** se presenta el ajuste para los modelos de machos y hembras respectivamente, considerando tallas, subzonas y veriles de profundidad. Los resultados muestran coeficientes estadísticamente significativos, lo que se corrobora con la prueba de bondad de ajuste. No obstante la calidad del ajuste medido a través del pseudo r-cuadrado fue bajo en torno a 16% para hembras y al 15% para machos (**Tabla 16**). Los resultados indican diferencias significativas en las estructuras de talla entre machos y hembras por subzona y veril de profundidad (p value < 0,001, **Tablas 17 y 18**).

El análisis por subzona, tanto en machos como en hembras, indica que se observaron diferencias significativas entre la mayoría de los veriles, salvo para machos en la subzona 2 (**Tablas 17 y 18**). Para los machos, estas diferencias están dadas principalmente por la alta proporción de ejemplares hacia mayores longitudes en profundidades mayores a los 200 m (subzona 1), además de presentar estructuras polimodales (**Fig. 16**). Para las hembras, y similar a lo observado en machos, se observan diferencias entre veriles para todas las subzonas, dadas por la alta proporción de ejemplares hacia mayores longitudes en profundidades superiores a los 200 m, con estructuras polimodales en la mayoría de las subzonas (**Tabla 18 y Fig. 17**).

Los resultados respecto del análisis para machos en ambos veriles muestran diferencias entre subzonas, salvo las subzonas 2 y 3 en el veril menor a 200 m y para las estructuras de las subzonas 2 y 4 en el veril superior a los 200 m (**Tabla 17 y Fig. 18**). Las diferencias en las estructuras de tamaño para machos en profundidades hasta los 200 m, se explican por presentar la subzona 1 una mayor proporción de longitudes por debajo de los 26 cm, sumado a la polimodalidad observada en las subzonas 2 y 4, con modas en torno a los 23 cm en la subzona 1, en torno a los 30 cm en la subzona 2 y alrededor de los 27 cm en las subzonas 3 y 4 (**Fig. 18**). Para el estrato de profundidad sobre los 200 m, las estructuras de machos en las subzonas se caracterizan por ser polimodales, contribuyendo al rechazo de la hipótesis de igualdad en las composiciones de tamaño, con modas principales entre los 23 y 33 cm (**Fig. 18**).

Para la composición de longitudes en hembras en veriles menores a los 200 m las diferencias están dadas solo con la estructura de tamaños asociada a la subzona 1, la cual presenta una alta proporción de ejemplares con longitudes menores a los 26 cm y una moda en torno a los 25 cm, mientras que las demás subzonas presentaron modas entre a los 31 cm y 35 cm. Para profundidades mayores a los 200 m, se observa un incremento de los calibres medios en la zona central del área prospectada



(subzonas 2 y 3), con medias en torno a los 34 cm en ambas subzonas, en comparación a los 29 cm de la subzona 1 y los 31 cm para la subzona 4 (**Tabla 18 y Fig. 18**).

c) Por subzona, año y sexo

El ajuste del modelo para tallas, que considera el factor subzona y año de evaluación para el periodo julio-septiembre en machos y hembras, muestra que los coeficientes son estadísticamente significativos (**Tablas 19 y 20**). Los resultados de la prueba de bondad de ajuste fueron significativos, donde los p-seudo r-cuadrados alcanzaron un 61 % y un 47 % para machos y hembras respectivamente (**Tabla 21**).

En machos, los resultados del análisis por subzona indican diferencias en las estructuras de talla entre casi todos los años, con excepción de los periodos 2005 con 2006, 2008 y 2010; 2006 con 2008 y 2010; 2007 con 2010 y 2014; 2009 con 2013 y 2014; 2010 con 2013 y 2014; 2011 con 2016, 2012 con 2015 y 2013 con 2014 (**Tabla 22**). Estas diferencias se explican por la presencia de un mayor número de individuos de menor tamaño a partir del año 2004, existiendo una marcada diferenciación entre la composición de tallas de los años anteriores y posteriores a éste (**Fig. 19**). Para el actual proyecto, las estructuras por subzona presentan una composición de longitudes en torno a las distribuciones observadas después del año 2004, con tallas modales fluctuaron entre los 23 y 31 cm y levemente inferiores a las registradas en el 2015, a excepción de la subzona 1 que presenta la menor estructura para el total del periodo evaluado (**Figs. 19 y 20**).

En las subzonas evaluadas, se observa para los años 1997 al 2002 modas entre los 33 y 50 cm, con un promedio modal para el periodo de 42 cm, mientras que a partir del 2004, los valores de talla modal han fluctuado en el rango entre los 21 cm y los 35 cm, con un promedio modal de 28 cm. Para el actual proyecto el rango de distribución fluctuó entre los 23 y los 31 cm, con un promedio modal de 27 cm en las subzonas evaluadas (**Fig 20**).

En las hembras el análisis por subzona, al igual que lo observado en machos, indica diferencias en las estructuras de talla entre casi todos los años, con excepción de los años 2004, 2009 y 2012; 2005 – 2006; 2007 – 2013; 2009 – 2012 y 2014 – 2015 (**Tabla 23**). Estas diferencias se explican principalmente por la multimodalidad de las distribuciones y la presencia de un mayor número de individuos hacia longitudes menores los últimos trece años (2004 en adelante) en contraste con los demás periodos (**Figs. 21 y 22**).

Para las evaluaciones anteriores al año 2004, las longitudes modales fluctuaron entre los 27 cm y 51 cm, con un promedio modal en torno a los 43 cm, mientras que para el periodo posterior éstas variaron en un rango entre los 21 cm y 39 cm, con un promedio modal de 30 cm. Para el actual proyecto el rango de distribución fluctuó entre los 25 y los 35 cm, con un promedio modal de 29 cm en las subzonas evaluada (**Fig. 22**).

5.2.6 Estructura de edades del stock



Se analizó una muestra de 653 otolitos provenientes del muestreo biológico del Crucero de Investigación realizado durante julio y agosto de 2016, para construir las claves edad-talla (CET) del presente estudio. Las claves para machos fueron construidas con 318 ejemplares, cuya longitud total estuvo en el rango de los 14 - 15 cm hasta los 52 - 53 cm. En cambio, en las hembras se analizaron 335 ejemplares en un rango de talla de 10 - 11 cm hasta los 76 - 77 cm (**Tablas 24 y 25**).

5.2.7 Estructura demográfica del stock

En el stock de merluza común evaluado concurren, en distinta proporción, ejemplares de los GE 0 a 14+. Los grupos más relevantes fueron los GE I a IV los que en conjunto representaron alrededor del 92% de la estructura demográfica del stock evaluado. Individualmente, los GE I a III tuvieron aportes superiores a 25% cada uno, mientras que el GE IV aportó el 6%. Desagregados por sexo, los aportes más relevantes a la estructura demográfica correspondieron, en machos, a los GE I a III con 93,4% de la estructura y en las hembras los GE I a IV y que contribuyeron con 87%. (**Tabla 26, Fig. 23**).

En las **tablas 27 a 34** se detalla la composición por edades del stock de merluza diferenciado por sexo y zonas de estudio. Considerando la importancia de la talla media de madurez sexual, en cada una de las tablas se destaca (achurado) la fracción bajo el intervalo de referencia de talla media de madurez, 36-37 cm. La abundancia de hembras bajo el intervalo de referencia alcanzó a ~438 millones de individuos lo que representó el 74% de la abundancia total de hembras, mientras que los machos bajo intervalo alcanzaron ~484 millones de individuos, lo que equivale al 91% de la abundancia total de machos. La mayor abundancia estimada de merluza común, ambos sexos, se localizó en las zonas 2 y 3, donde se concentró alrededor de 86% de los ejemplares. Mientras que por sexos, estas dos zonas concentraron el 90% de los ejemplares en los machos y el 83% de la abundancia en las hembras (**Fig. 24**).

5.3 Objetivo específico 3. Caracterizar la actividad reproductiva del stock evaluado de merluza común partir de los datos obtenidos en los lances de investigación.

El cálculo de los indicadores reproductivos se sustentó en 2.733 hembras, las que fueron recolectadas en 137 lances de identificación, de las cuales, 540 ovarios se analizaron microscópicamente mediante el examen histológico para confirmar las apreciaciones macroscópicas. Los tamaños de las hembras fluctuaron entre 16 y 79 cm de longitud total (LT).



5.3.1 Índice gonadosomático (IGS)

El cálculo del indicador para todas las hembras señaló en promedio 3,3% (sd = 3,4), mientras que al segregar los tamaños mayores a 34 cm, los que se consideran sexualmente maduros, el IGS medio incrementó a 4,8% (sd = 3,7), con valores individuales extremos 0,2% y 23,9%, hecho que se fundamenta en la alta presencia de juveniles en la muestra (**Tabla 35**). La dispersión del IGS se explica por la coexistencia tanto de ejemplares inactivos como en actividad de maduración, próximos a desovar y en desove.

El indicador por grupos de tamaños de las hembras mostró registros medios que no alcanzaron 2% en los grupos hasta 34 cm, mientras que a partir del grupo 35 – 39 cm el IGS incrementó significativamente con 3,5% ($P < 0,05$), para superar 5% en los grupos desde 40 cm. Por su parte, en los estratos mayormente representados (≤ 49 cm), el IGS medio varió entre 1,2% y 5,5% en tamaños menores a 30 cm y en el grupo 40 – 49 cm, respectivamente (**Tabla 36** y **Fig. 25**). Al separar las hembras por zonas del área de estudio y por grupos de tamaños, el incremento del IGS medio se manifestó a partir del grupo 30 – 34 cm en las zonas 1 y 2, con el mayor aumento en la zona 1, mientras que en las zonas 3 y 4 se evidenció desde el grupo 35 – 39 cm, destacando en la zona 3 una tendencia gradual al ascenso con las tallas (**Tabla 36** y **Fig. 26**).

El IGS medio de la fracción parental (≥ 35 cm) por zonas del área de estudio mostró valores que fluctuaron de 3,4% en la zona 3 a 6,2% en la zona 4 (**Tabla 35** y **Fig. 27**). El análisis de varianza teniendo como factor las zonas, indicó que existían diferencias significativas entre las distribuciones de los índices ($KW= 151,6$ ($p < 0,0001$)), donde el test Dunn reveló que la zona 3 varió significativamente con las otras zonas ($P < 0,05$).

En el factor espacial, por grado de latitud y distribución batimétrica por estratos cada 50 m, los valores medios de IGS evidenciaron hembras (≥ 35 cm) sexualmente activas en toda el área de prospección, no obstante, con mayores registros entre 100 y 200 m en toda la zona de estudio (**Fig. 28**).

5.3.2 Estadios de madurez sexual (EMS)

a) Análisis macroscópico

El análisis de las fases macroscópicas de madurez mostró el predominio de ovarios en maduración (EMS III) con 47%, seguido de hembras inmaduras (EMS II: 33%), mientras que las fases indicadoras de desove activo (EMS IIIA + IV) y las hembras en regresión (desovadas: EMS V) presentaron una baja frecuencia con 2% y 7%, respectivamente. Por su parte, los ejemplares virginales (EMS I) aparecieron con 12% (**Tabla 37** y **Fig. 29**). El coeficiente de variación de la proporción de las fases más representadas no alcanzaron 5% (EMS I: 4,6%; II: 2,0%; III: 1,7%); en tanto, el CV excede 6% en el resto de las fases que constituyeron menor incidencia en la captura (EMSA IIIA: 18,8%; IV: 24,2%; V: 6,9%). Al agrupar las fases, el 49% de las hembras de merluza común se encontraron sexualmente activas (EMS III + IIIA + IV), principalmente en fase de maduración y bajo aporte de desove.



b) Análisis microscópico

El análisis histológico de las gónadas evidenció una alta variabilidad de fases de madurez, destacando con mayor frecuencia los ovarios en desarrollo tardío (EMS IV: 46%), seguido de la fase de desarrollo inicial (EMS III: 16%) y de hembras virginales (EMS I) con 17%, mientras que la fase próxima a la hidratación (EMS V) y las fases indicadoras de desove (EMS VI a VIII) presentaron menor participación con 7% y 11%, respectivamente. Por su parte, las fases de inactividad (EMS II: inmadura y EMS IX: regresión) mostraron un bajo aporte con 2% cada una (**Fig. 30**). Los CV fueron inferiores a 10% para las proporciones de las fases predominantes en la captura (EMS I: 8%; II: 29%; III: 9%; IV: 4%; V: 15%; VI: 14%; VIII: 16%; IX: 28%). De las fases histológicas agrupadas, el 79% de las hembras se encontró con actividad reproductiva (EMS III a VIII), de las cuales, 11% presentó evidencia de desove (EMS VI a VIII).

El análisis histórico de correspondencia entre los valores medios de IGS de la fracción adulta (≥ 35 cm) y la incidencia de hembras sexualmente activas (EMS III a VIII) de la serie de cruceros de evaluación entre 2004 y 2016, permite evidenciar que el IGS de este año reflejó la actividad reproductiva y se ubicó en el rango de registros calculados para los cruceros que abarcaron julio y agosto, el cual se asoció a 79% de hembras sexualmente activas (EMS III a VIII) mediante el análisis histológico de las gónadas (**Fig. 31**).

De acuerdo al análisis histológico de las gónadas, la predominancia de hembras sexualmente activas (79%), principalmente en fase de vitelogénesis tardía, conjuntamente con el menor aporte de desove y prácticamente la ausencia de hembras en regresión (término del desove), permiten indicar que la merluza común se encontró mayoritariamente en desarrollo del proceso reproductivo, en maduración avanzada, sin presentar desoves masivos.

El análisis de la frecuencia de fases histológicas de las hembras segregadas en cuatro zonas del área de estudio (**Fig. 30**), mostró similar condición en las tres primeras zonas, destacando el claro predominio de ovarios en vitelación tardía (EMS IV), mientras que las otras fases de desarrollo aparecieron en menor incidencia (EMS III y V), las cuales variaron entre zonas, con mayor aporte del EMS III (vitelación inicial) en la zona 1 y 3, y del EMS V (próximo hidratación) en la zona 2. Respecto a la zona 4, las hembras mostraron similar frecuencia de fases de desarrollo (EMS III a V), sin sobresalir claramente una de otra. Por su parte, las fases indicadoras de desove (EMS VI a VIII) señalaron mayores desoves en la zona 2 (33%) y zona 4 (33%), en relación a la zona 1 (14%) y zona 3 (2%). En cuanto a las hembras virginales (EMS I) se visualizó una tendencia creciente hacia el sur del área, con 25% en la zona 4. Al agrupar las fases, en todas las zonas predominaron las hembras sexualmente activas con 81%, 96%, 77% y 75% en las zonas 1 a la 4, respectivamente. De los resultados de la prueba de igualdad de distribuciones aplicada a los datos de EMS se concluye que las diferencias observadas en la estructura de las fases de madurez entre zonas fueron estadísticamente significativas ($X^2_{calculado} = 179,7$; $X^2_{critico} = 36,42$ ($P < 0,05$)), donde las zonas 2, 3 y 4 fueron las que más contribuyeron con las diferencias observadas (X^2 zona 1 = 29,9; X^2 zona 2 =



48,9; X^2 zona 3 = 43,6; X^2 zona 4 = 57,4), concordante con la mayor actividad de desove, de maduración y la alta ocurrencia de juveniles, respectivamente.

La frecuencia de fases gonadales microscópicas por 7 grupos de tamaños de las hembras (**Fig. 32**) mostró en longitudes menores a 30 cm un marcado predominó de ovarios virginales (EMS I) con 86%, los que disminuyeron a 30% en el grupo 30 – 34 cm. Por su parte, en hembras del grupo 30 – 34 cm se observó con mayor frecuencia ovarios en fases de desarrollo, condición que a partir del grupo 35 – 39 cm constituyó prácticamente la totalidad de los ovarios analizados. Las fases en desarrollo predominantes fueron ovarios en vitelogénesis inicial (EMS III) y tardía (EMS IV) en el grupo 30 – 34 cm, mientras que en los grupos entre 35 y 59 cm sobresalieron ovarios en vitelogénesis tardía (EMS IV) y en menor aporte, próximos a la hidratación (EMS V). Los grupos de hembras mayores e iguales a 60 cm estuvieron menos representadas y se caracterizaron por ovarios en fases de desarrollo y en desove. En todos los grupos de tamaños de mayor frecuencia de hembras adultas (30 – 49 cm), el aporte al desove fue menor. Al agrupar las fases (EMS III al VIII), la actividad incrementó de 14% en el grupo menor a 30 cm a 67% en el grupo 30 – 34 cm y a sobre 90% en hembras a partir del grupo 35 – 39 cm. Los resultados de la frecuencia de hembras virginales son concordantes en que la talla media de madurez sexual se ubica en el rango inferior a 34 cm.

El análisis de las fases microscópicas de las hembras segregadas por zonas y por grupos de tamaños (**Fig. 33**) evidenció, en términos generales, similar condición de actividad reproductiva en hembras de grupos mayores a 35 cm en todas las zonas, caracterizándose por prácticamente la totalidad de ovarios en fases de desarrollo, alternando en predominancia entre fases de vitelogénesis inicial (EMS III), vitelogénesis tardía (EMS IV) y próximos a la hidratación (EMS V). En cuanto a la manifestación de desoves (EMS VI a VIII), destacaron las hembras de la zona 2 y principalmente de la zona 4 en todos los grupos de tamaños sobre 30 cm. Respecto a los ejemplares virginales (EMS I), la mayor frecuencia se observó en los tamaños menores a 30 cm, donde en las zonas más al sur del área de estudio representaron el 100% de los ovarios analizados, mientras que en la zona 1, el aporte correspondió a 37% en el grupo < 30 cm, hecho que señala en esta zona una maduración precoz con respecto a las zonas 3 y 4. Al agrupar las fases (EMS III al VIII), la actividad reproductiva incrementó marcadamente en hembras a partir del grupo 30 – 34 cm en todas las zonas, exceptuando la zona 1 donde la incidencia de hembras sexualmente activas fue alta en el grupo de longitudes menores a 30 cm. Al comparar la estructura de los EMS por grupo de tamaños entre las zonas mediante la dícima de igualdad de distribuciones se concluye que las diferencias observadas en las distribuciones de los EMS fueron estadísticamente significativas para los grupos de tamaño menor a 30 cm, 35 – 39 cm y 40 – 49 cm, los que tuvieron una participación desigual en los muestreos por zonas ($P < 0,05$).

Del análisis microscópico se desprende que la merluza común en el área prospectada se encontró mayoritariamente en condición reproductiva, principalmente en fases de maduración ovárica y con menor aporte al desove. La actividad ovárica (EMS III a VIII) incrementó marcadamente al agrupar las hembras que presentaron tamaños mayores e iguales a 30 cm (92%), mientras que en el grupo de tamaños menores a 30 cm predominaron marcadamente las hembras juveniles (EMS I) con 86%.



La distribución de las fases ováricas microscópicas en relación al tamaño de las hembras y la profundidad de los lances (**Fig. 34**), mostró que los ejemplares virginales, mayormente menores a 30 cm, se concentraron principalmente a profundidades hasta 200 m. Por su parte, las fases de desarrollo gonadal, en hembras en el rango sobre 30 cm, se encontraron con amplia cobertura en todo el espectro de profundidad, entre los 50 y 500 m. En cuanto a las hembras en desove activo (EMS VI: hidratadas) y en postdesove reciente (EMS VIII: con folículos postovulatorios) se distribuyeron preferentemente a menor profundidad hasta los 200 m.

Con respecto a la distribución de las fases microscópicas en el factor espacial por grado de latitud del área de prospección (**Fig. 34**), los ejemplares virginales (EMS I) abarcaron toda el área, los que se caracterizaron por longitudes que no sobrepasaron los 20 cm en el sector norte del área hasta los 34° S, mientras que entre los 35° y 42° S, los ejemplares en esta condición presentaron tamaños que se extendieron en torno a los 30 cm, a la vez que en este sector presentaron una mayor concentración. En cuanto a las hembras en fases de desarrollo se distribuyeron en toda la zona, situación similar a las hembras en desove inminente (EMS VI) y reciente (EMS VIII).

5.3.3 Variable índice gonadosomático con relación al EMS microscópico

El valor medio del IGS para cada fase de madurez ovárica a nivel microscópico (**Fig. 35**), el IGS no alcanzó 2% en ovarios virginales (EMS I), ovarios inmaduros (EMS II) y ovarios en desarrollo inicial (EMS III). Por su parte, el incremento significativo ($P < 0,05$), se manifestó a partir de la fase de desarrollo tardío (EMS IV) (6%), para alcanzar el máximo en ovarios hidratados (EMS VI) con 11%. Conforme proceden los desoves parciales (VIII: con folículos postovulatorios), el IGS disminuye a 6%, para caer a un registro mínimo de 1% en hembras en regresión (EMS IX) que señala el término del periodo reproductivo. En este estudio, el IGS medio de la fracción parental (5%) esta acorde a la mayor incidencia de hembras en fase de desarrollo gonadal tardío (EMS IV) y menor aporte al desove (EMS VI y VIII).

5.3.4 Ojiva de madurez

Para el ajuste de la ojiva de madurez a la talla se contó con 618 registros histológicos de madurez de hembras con tamaños que fluctuaron entre 11 y 79 cm LT. Para efectos de obtener una buena cobertura y representatividad de tamaños en el análisis microscópico, en especial de aquellas longitudes de transición a la madurez (rama izquierda de la curva), el muestreo al azar de cada lance de identificación ($n = 540$) se complementó con un muestreo dirigido a tamaños pequeños entre 11 y 19 cm ($n = 78$). A su vez, 56 hembras del muestreo al azar entre 18 y 32 cm fueron procesadas en el laboratorio para asegurar la extracción de la gónada y obtener su clasificación de madurez. Este hecho permitió un buen ajuste de la ojiva para las hembras en el área de estudio, no obstante, al separar las hembras por zonas agrupadas (1+2 y 3+4), los datos permitieron el estimado del parámetro de madurez sólo las hembras del sector sur (**Fig. 36**).



El estimado de la talla de madurez ($L_{50\%}$) de hembras en el área prospectada fue 30,0 cm, con intervalo de confianza al 95% entre 28,9 y 31,1 cm. Los parámetros β_0 y β_1 que describen la ecuación logística alcanzaron valores de -16,347 y 0,545, respectivamente. Por su parte, el ajuste para las hembras del sector sur señaló el estimado en 31,8 cm (IC: 30,5 cm y 34,4 cm) (**Fig. 36**). En la **figura 37** y **tabla 38** se presentan los estimados de talla de madurez ($L_{50\%}$) de hembras en campañas hidroacústicas en el periodo reproductivo principal de 2001 al 2016.

5.3.5 Fecundidad

La fecundidad se estimó a partir de 26 ovarios clasificaron para el análisis, los que presentaron la condición de hidratados (EMS VI) con una clara separación del grupo modal de ovocitos a ser desovados, sin evidencia de desove (folículos postovulatorios) ni atresia. Los tamaños de las hembras fluctuaron entre 29 y 79 cm de longitud total.

Los valores de fecundidad parcial variaron entre 8.162 (29 cm; 160 g) y 409.832 ovocitos (79 cm; 3.175 g). El potencial de fecundidad parcial promedio fue 77.706 ovocitos (cv 110%), cifra 8% menor respecto a la estimada en la evaluación de 2015. Por su parte, la fecundidad relativa promedio fue 113 ovocitos por gramo de peso corporal (menos el peso del ovario) (cv 44%), fluctuando entre 36 y 253 ovocitos, valor que representó 16% menor al promedio de 2015. En la tabla 7 se presentan los estimados de fecundidad parcial a partir de evaluaciones hidroacústicas en el periodo reproductivo principal de 2001 al 2016. La fecundidad parcial en función del peso corporal y la longitud total presentó un mejor ajuste al modelo potencial y exponencial, respectivamente (**Tabla 39**; **Fig. 38** y **39**).

Los promedios de fecundidad parcial estimados para las hembras en el área de prospección en el marco de las evaluaciones entre los años 2004 y 2016 (**Tabla 40**) variaron significativamente ($F_{\text{calculado}} = 4,238$; $F_{\text{crítico}} = 1,763$ ($P < 0,05$)), donde el estimado de 2016, al aplicar el test de Tukey, no varió significativamente con los últimos cinco años ($p > 0,05$). Por su parte, la fecundidad relativa presentó variabilidad interanual significativa ($F_{\text{calculado}} = 13,73$; $F_{\text{crítico}} = 1,763$ ($P < 0,05$)), aunque el estimado de 2016 no varió significativamente respecto a los últimos cuatro años ($p > 0,05$), aunque sí con el año 2011.

Para comparar entre años y descartar la variabilidad interanual en los rangos de tamaños de las hembras en los ajustes, se analizaron las relaciones entre el IGS y la fecundidad relativa de hembras en condición de desove (ovocitos sobre 750 μm) de los últimos cinco años (**Fig. 40**), resultando diferencias significativas en los interceptos ($P < 0,05$), no así en las pendientes ($p > 0,05$).

5.4 Objetivo específico 4. Caracterizar la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período de estudio, con especial énfasis en la jibia (*Dosidicus gigas*).



5.4.1 Principales taxa presentes en la captura

La información proviene de 145 lances de pesca de identificación realizados entre 29°10'S y 42°00'S, donde merluza común estuvo presente en 137 (94,5%). Se identificaron 49 especies (**Tabla 41**). La fauna asociada e identificada en los lances de identificación fue jerarquizada en cuatro niveles taxonómicos superiores: **Clase Osteichthyes** (peces óseos), **Clase Cephalopoda** (cefalópodos), **Clase Crustacea** (crustáceos) y **Clase Chondrichthyes** (peces cartilaginosos) (**Fig. 41**).

Los peces óseos representaron aproximadamente el 94% de la captura obtenida en el crucero. Este grupo estuvo compuesto por 27 especies con merluza común como principal especie, seguida en importancia por: chancharro y granadero aconcagua. El segundo grupo en importancia fueron los crustáceos, los que aportaron el 3,3% del registro de captura del crucero con camarón nailon como la principal especie. Cefalópodos representaron el 2,2% de la captura del crucero, en este grupo, alrededor de 100% estuvo representado por jibia. Peces condriictios tuvieron baja representación, en términos de su aporte a la captura, representando alrededor de 0,8% de ésta (**Tabla 42**). Considerando la fauna acompañante (sin considerar a merluza común), el orden de importancia de los grupos taxonómicos se mantiene. Los peces óseos aportan el 56,4% de la captura de fauna acompañante, seguido en importancia por: crustáceos, cefalópodos y peces condriictios. (**Fig. 41; Tablas 41 y 42**).

5.4.2 Importancia relativa de los grupos taxonómicos

a) Por subzona

Para el total de fauna obtenida en los lances de identificación, los peces óseos mantienen una posición predominante en cada una de las subzonas. En la subzona 1 este grupo representa alrededor de 70% de la captura obtenida en la subzona, mientras que en las subzonas 2 a 4 su aporte supera el 90% de la captura obtenida en la obtenida en cada una de éstas. Los crustáceos tienen participación importante en la subzona 1, pero que disminuye hacia el sur del área de estudio (subzonas 2 a 4). La participación de cefalópodos (jibia) en la captura de las subzonas fue similar a la de los crustáceos, presencia importante en la subzona 1, disminuyendo hacia el sur. La participación de peces condriictios fue marginal en todas las subzonas (**Fig 42 y Tabla 43**).

Para la fauna acompañante, la participación de peces óseos aumenta significativamente a medida que se avanza hacia el sur del área de estudio. En la subzona 1, éste grupo representa alrededor de un 6% de la captura de fauna acompañante, mientras que en las subzonas 2 a 4 aumenta significativamente su participación, constituyendo casi el 94% de la fauna acompañante en la subzona 4. En los crustáceos se presenta una situación inversa, disminuyendo su presencia hacia el sur, constituyendo alrededor de 61% de la captura de fauna acompañante en la subzona 1 a una participación de 0,1% en la subzona 4. Para el grupo de cefalópodos, estructurado casi en su totalidad por jibia, también se observa disminución de su participación, pasando de constituir un 30% de la fauna acompañante en la subzona 1 a alrededor de un 5% de ésta en la subzona 4. Los peces condriictios tienen baja participación, aportando alrededor de un 3% de la fauna acompañante capturada en las subzoas 1, 2 y 4, sin embargo, en la subzona 3 este grupo representó alrededor del



15% de la captura de fauna acompañante, hecho que estuvo sustentado en dos lances de identificación con participación importante de este grupo (**Fig. 42** y **Tabla 43**).

b) Distribución latitudinal

La información georreferenciada de los lances de identificación permite tener una visión *a priori* de la distribución latitudinal de las especies que forman parte de la fauna presente en la zona de estudio (**Fig 43**). Peces óseos, condriictios y cefalópodos, se distribuyen en toda la zona, mientras que los crustáceos se localizan, principalmente, en al área ubicada al norte del paralelo 38°S.

Si se observa el patrón de distribución de las principales especies presentes en el estudio, se tiene una distribución latitudinal que permite identificar tres grupos, un grupo que se distribuye en toda la zona, como: merluza común, lenguado de ojos grandes, granaderos (Fam. Macrouridae), besugo, blanquillo y jibia. El segundo grupo lo integran especies que se localizan al norte del paralelo 38°S, principalmente crustáceos como: camarón nailon, langostino amarillo, langostino colorado y gamba. Mientras que el tercer grupo está formado por especies que se distribuyen, preferentemente, al sur de la latitud 38°S, este grupo está formado principalmente por peces óseos como: chancharro, merluza del sur y pejegallo (**Fig 43**).

5.4.3 Análisis comunitarios

La información de entrada para los análisis de clasificación y ordenación corresponde a una matriz con las especies más recurrentes (**Tabla 44**) capturadas durante los cruceros de evaluación realizados entre 1993 y 2016, incluyendo los realizados durante los periodos de otoño de 2005, 2006 y 2010. Los análisis se realizan clasificando las matrices de entrada por: crucero, crucero – subzona y crucero – veril.

a) Cruceros

El análisis de clasificación identifica tres grupos con niveles de similitud superiores a 70% (**Fig. 44**). El grupo 1 lo integran los cruceros realizados entre 2004 y 2015, incluyendo los efectuados en otoño de 2005, 2006 y 2010. El grupo 2 reúne los cruceros realizados entre 1999 y 2002. El grupo 3 considera los cruceros realizados en los años 1995 y 2016, mientras que los cruceros realizados en los años 1993, 1997 y otoño de 2005 se identifican como entidades individuales (**Fig. 44**). El análisis de ordenación (**Fig. 45a**) indica equivalencia en la formación de los tres grupos y las entidades individuales. Simultáneamente, se aprecia el elevado nivel de similitud que se tiene entre cada una de las entidades crucero.

La fauna que caracteriza los distintos grupos, indica que el grupo 1 presenta una importante participación de crustáceos y peces óseos, pero también participación significativa de jibia, especie que fue predominante en el ecosistema durante los cruceros 2004 y 2005. Los grupos 2 y 3, se caracterizan por la participación significativa de peces óseos, destacando los cruceros 1995 y 2016 (grupo 3), donde hubo una participación significativa de merluza común (**Fig. 45b**).



b) Cruceros – Subzonas

El análisis de clasificaci3n (**Fig. 46**), muestra la formaci3n de cuatro grupos con similitud superior a 50%, sin embargo, se distinguen dos grupos principales. El grupo 1 presenta la mayor cobertura espacial abarcando desde el límite norte de la zona de estudio ($29^{\circ}10'S$) hasta el límite sur de la subzona 3 ($38^{\circ}39'S$) y el grupo 2 que se localiza inmediatamente al sur, entre las latitudes $38^{\circ}40'S$ y $42^{\circ}00'S$ (subzona 4). Los grupos 3 y 4, agrupan el menor número de entidades, y espacialmente se ubican dentro de los grupos principales, 1 y 2. El resultado gráfico del análisis de ordenaci3n también identifica estos grupos y, al mismo tiempo, muestra el alto nivel de similitud que existe entre cada una de las entidades cucero-subzona (**Fig. 47a**).

El grupo 1 esta esta caracterizado por la presencia significativa de crustáceos, principalmente: camar3n nailon, langostino amarillo, langostino colorado y gamba, y secundariamente peces como merluza com3n, granaderos (Fam. Macrouridae) y peces condriictios. En el grupo 2, la fauna se caracteriza por estar constituida casi en su totalidad por peces como: merluza del sur, blanquillo, chancharro y pejegallo, mientras que la presencia de crustáceos es marginal (**Fig. 47b**).

c) Cruceros – Veril

Seg3n el análisis de clasificaci3n, se identifica la formaci3n de cuatro grupos con niveles de similitud superiores a 50%. Los grupos 1 y 2 son los principales agrupando la mayor cantidad de entidades cucero-veril. El grupo 1 se localiza desde profundidades menores de 100 m hasta aproximadamente los 300 m de profundidad. Mientras que el grupo 2 se distribuye a mayor profundidad, localizándose desde el veril de 300 m, aproximadamente, hasta profundidades mayores de 400 m. Los grupos 3 y 4 son secundarios y se localizan entre 100 m y profundidades mayores de 400 m (**Fig. 48**), compartiendo las mismas características batimétricas que los grupos 1 y 2. El resultado gráfico del análisis de ordenaci3n indica la equivalencia en la formaci3n de estos grupos y el alto nivel de similitud que se existe entre las distintas entidades cucero-veril (**Fig. 49a**).

La fauna que caracteriza a los conglomerados, indica que el grupo 1 est3 estructurado por especies que se asocian a los veriles m3s someros, localizándose éstas entre profundidades menores de 100 m hasta aproximadamente el veril el 300 m, en este grupo se destacan especies como: langostino colorado, langostino amarillo, merluza com3n, blanquillo, congrio negro, lenguado de ojo grande y pejegallo. Mientras que el grupo 2 se caracteriza por la presencia de especies que est3n asociadas a los veriles m3s profundos (>300 m) con presencia significativa de especies como: camar3n nailon y gamba; peces como: merluza del sur, merluza de cola, besugo, granaderos (Fam. Macrouridae); peces condriictios como: raya volant3n y tiburones de profundidad, y jibia (**Fig. 49b**).

La estadística de comparaci3n para las agrupaciones identificadas, se realiza mediante un análisis de similitud de una vía (*ANOSIM*). En los tres casos descritos anteriormente, las agrupaciones resultantes tienen diferencias estadísticamente significativas con valores de contraste del estadístico *R* global cercanos al valor 1. Desde el punto de vista de la estructura de las comunidades que forman las distintas agrupaciones, existe diferencia entre éstas, manteniéndose como comunidades relativamente independientes unas de otras, ya sea en el sentido latitudinal como batimétrico.



5.4.4 Análisis comunitarios para los lances de identificación efectuados durante 2013.

Adicional a los estudios realizados sobre la base histórica de cruceros, se hace un segundo análisis de clasificación y ordenación a partir de los 145 lances de identificación efectuados durante el crucero.

a) Análisis de clasificación y ordenación

El resultado gráfico del análisis de clasificación identifica 5 grupos con similitudes superiores a 40% (**Fig. 50**). El grupo 2, principal, es el que agrupa el mayor número de entidades lances de identificación. Espacialmente, esta agrupación se distribuye desde 29°17'S hasta 41°21'S, lo que geográficamente se corresponde con las subzonas 1 a 4, mientras que batimétricamente comprende desde profundidades menores de 100 m hasta mayores de 400 m. Los grupos 1 y 3 presentan discontinuidad espacial localizándose el grupo 1 entre 29°38'S y 36°33'S, y el grupo 2 entre las latitudes 33°42'S y 40°38'S, sin embargo, ambos grupos se distribuyen desde profundidades menores de 100 m hasta 200 m. Los grupos 4 y 5 se localizan desde 35°40'S hasta 41°13'S, comprendiendo las subzonas 3 a 4, batimétricamente, ambos grupos se localizaron en los veriles más profundos, abarcando desde profundidades mayores de 250 m hasta mayores de 400 m.

El análisis de ordenación muestra equivalencia en la identificación de estos grupos, destacando el grado de similitud que se observa entre las agrupaciones identificadas (**Fig. 51a**). La estructura de especies que caracterizó las agrupaciones 1, 2 y 3 muestra presencia significativa de peces (merluza común, lenguado de ojo grande y blanquillo); crustáceos (langostino amarillo, langostino colorado, camarón nailon y gamba) y jibia, mientras que los grupos 4 y 5 se caracterizaron, principalmente, por presencia significativa de peces como chancharro, merluza de cola, granaderos y algunos tiburones de profundidad, y escasa presencia de crustáceos (**Fig. 51b**).

El contraste estadístico de los grupos, se realiza mediante el análisis de similitud de una vía (*ANOSIM*). Los grupos presentan diferencias estadísticamente significativas, ya que los valores del contraste del estadístico global R fueron cercanos al valor 1. Es decir, que desde el punto de vista de la estructura comunitaria, éstas mantienen comunidades relativamente independientes, tanto en el sentido latitudinal como batimétrico.

El resultado de contraste obtenido a partir de las curvas de *k-dominancia*, indica que los grupos son relativamente estables, ya que el valor del estadístico W , tiene valores que se encuentran en torno al valor cero, lo que implica que existen diferencias mínimas entre las curvas y, por ende, agrupaciones poco perturbadas en términos de biodiversidad (**Fig. 52**)

5.4.5 Caracterización de jibia (*D. gigas*) en los cruceros de evaluación

a) Registros históricos captura (kg) y rendimiento (CPUA [t/mn²])



La captura y (kg) y rendimiento (CPUA) de jibia en la serie histórica de cruceros efectuados entre 1993 y 2016 (**Figs. 53 y 54**) muestra un desarrollo similar. En los cruceros realizados desde 1993 hasta 2002 la participación de esta especie es marginal. A partir del año 2002 se presenta un aumento de esta especie en la zona de estudio, llegando a valores record en los años 2004 y 2005. A partir del crucero realizado en el período de otoño de 2006 se observa una disminución considerable de ésta, tanto en la captura como en los rendimientos obtenidos en los lances de identificación. Esta condición se ha mantenido relativamente constante, lo que se traduce en rendimientos de jibia menores que los registrados para merluza común, registrándose durante 2016 menores rendimientos que los registrados en igual período de 2015, manteniéndose aún por debajo de los niveles observado en los período 2004 y 2005 (**Figs. 53 y 54**).

Al separar, por subzona y veril, la participación de jiba en las capturas históricas se presenta se observa una condición similar a la descrita anteriormente (**Figs. 55 y 56**), esto es: registros marginales entre 1993 a 2002, fuerte aumento desde el año 2002 con máximos históricos durante los años 2004 y 2005, para luego descender su participación desde el otoño de 2006, manteniendo valores relativamente constantes en las capturas obtenidas en los lances de identificación. Durante 2016 los mayores valores de captura se registraron en la subzona 1, mientras que por estrato de profundidad, la participación de jibia se concentra entre los veriles de 200 m hasta profundidades mayores de 400 m.

b) Estructura de tallas (longitud de manto)

La longitud de manto (LM) varió entre un mínimo de 48 cm hasta un máximo de 96 cm, la talla media se estimó en 74 cm ($sd=9,6$ cm). En machos, la amplitud de LM fluctuó entre 48 cm a 87 cm con valor medio de 74 cm ($sd=9,2$ cm), mientras que en las hembras la amplitud de LM se situó entre 55 cm y 96 cm con media de 74 cm ($sd=9,9$ cm). La estructura de talla global (**Fig. 57**) fue bimodal, localizándose los grupos modales principales en el rango 60 - 65 cm y 75 - 80 cm. Los machos presentan una estructura de característica unimodal, con individuos cuyas longitudes de manto se centraron entre 70 cm a 85 cm. En las hembras la estructura de talla fue similar a la global con presencia de los grupos modales en los rangos 60 - 65 cm y 75 - 80 cm (**Fig. 57**).

La relación entre longitud del manto (LM) y el peso total (PT [kg]) de los individuos se ajustó con un modelo lineal, considerando la longitud del manto como variable independiente y peso total como variable dependiente. Para el área total, el modelo estima un buen grado de ajuste para todo los pares de dato LM y PT existentes, con valor del coeficiente de determinación $R^2 = 0,9110$. Se incorporan al modelo lineal las covariables sexo, subzona y profundidad (**Figs. 58 y 59**). En los tres modelos se obtiene un buen grado de ajuste de las variables LT y PT estimándose valores del coeficiente de determinación (R^2) en torno a 0,9. El análisis de varianza para las covariables subzonas, rango batimétrico y sexo, indica que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p\text{-value} > 0,01$) entre ellas. Esto sugiere que no existiría crecimiento diferenciado en el sentido espacial como por sexos.



En el área total de estudio, existe predominio de hembras, las que aportan el 58% de los casos. Latitudinalmente las hembras predominan en las subzonas 1 a 3, mientras que en la subzona 4 predominan los machos. En el sentido batimétrico, las hembras predominan a partir del veril de 200 m, mientras que en profundidades menores la proporción de machos supera a la de hembras (**Figs. 60 y 61**).

c) Presencia de merluza común en estómagos de jibia

Durante el muestreo a bordo, se inspeccionaron un total de 222 estómagos, de éstos: 182 se inspeccionaron en cubierta y 40 fueron fijados para posterior estudio. De los 182 estómagos inspeccionados en cubierta, 75,3% contenía merluza común y 24,7% presentó otras especies en el contenido gástrico. La observación macroscópica del grado de digestión que presentaban los estómagos con merluza común, aproximadamente 74% no tenía indicios de proceso digestivo, indicando consumo reciente. En la **figura 62** se muestra la clasificación del contenido gástrico considerando intervalos de longitud de manto, subzona y estrato de profundidad. En los tres casos, la presencia de merluza común dentro del contenido estomacal fue predominante, pero un porcentaje importante de éstos no mostraba evidencias de proceso digestivo, lo que indicaba consumo reciente de esta especie.

d) Índices de importancia relativa (%IIR)

En laboratorio se revisaron 40 estómagos, 34 (85%) contenían merluza común como ítem presa y 6 (15%) otras especies. Se identificaron 8 presas a nivel de especie, 1 al nivel de familia y el resto correspondió a restos de peces no identificados (**Tabla 45**). Del análisis se desprende que merluza común constituyó el principal ítem alimentario de jibia según los tres métodos.

El índice de importancia relativa (IIR) indica que esta especie consume activamente peces. En este sentido, merluza común (%IIR=74,2) sigue siendo la principal presa de consumo, y en general, peces óseos. El índice de importancia relativa para el grupo de peces indica que alrededor de 90% del espectro trófico de jibia lo constituyen los peces, seguido en importancia por crustáceos y jibia (grupo cefalópodos) (**Figs 63a y 63b; Tabla 45**).

5.5 Objetivo específico 5. *Caracterizar la distribución espacial y batimétrica del ictioplancton, huevos y larvas de merluza común y determinar las condiciones bio-oceanográficas presentes en el área y periodo de estudio.*

Los datos correspondientes a este objetivo provienen de 91 estaciones bio-oceanográficas realizadas en el área de estudio.

5.5.1 Condiciones meteorológicas



La presi3n atmosf3rica a nivel del mar (**Fig. 64a**) mostr3 un rango de variaci3n diaria entre 1010,7 y 1034,7 HPa, con un valor promedio de $1019,7 \pm 5,901$ HPa ($n= 32$ datos). La serie analizada correspondi3 a promedios diarios de presi3n atmosf3rica entre el 26 de julio y el 3 de septiembre de 2016. Durante la primera mitad del crucero, la presi3n atmosf3rica revel3 escasa variabilidad quedando bien caracterizada por valores entre 1015-1020 HPa en la mayori3 de los casos. A partir del 19 de agosto la presi3n atmosf3rica exhibe una mayor variabilidad alcanzando los valores m3s altos de la serie en la 3ltima etapa del crucero (1-3 septiembre) con valores que sobrepasaron los 1030 HPa. Durante toda la serie, los promedios revelaron escasa variabilidad intra-diaria.

La intensidad del viento mostr3 un rango de variaci3n diaria entre 3,7 y 25,3 nudos, con un valor promedio de $14,8 \pm 5,4$ nudos ($n= 32$ datos). La distribuci3n temporal de la intensidad del viento (**Fig. 64b**) revel3 un comportamiento muy variable a trav3s del per3odo de estudio, con intensidades promedio diarias que en general se mantuvieron en el rango entre 5 y 20 nudos, al menos entre el primer y tercer tercio del crucero, en tanto que entre el 11 y 19 de agosto, la intensidad del viento evidenci3 escasa variaci3n, centr3ndose en 10 nudos. A diferencia de lo reportado para la serie de presi3n atmosf3rica, los valores de intensidad del viento presentaron alta variabilidad intra-diaria. La distribuci3n de frecuencias de la direcci3n del viento durante el crucero revel3 el dominio de los vientos del cuadrante NNE con un ~35% de las observaciones y del sur (23%) (**Fig. 65**).

Considerando todo el per3odo de estudio, la temperatura superficial del aire fluctu3 entre los 5,8 y 11,0 °C con un valor promedio de $9,2 \pm 1,2$ °C ($n= 32$ datos). La distribuci3n temporal diaria de esta variable revel3, al igual que la presi3n atmosf3rica, escasa variabilidad en la primera mitad de la serie (entre 26 de julio y 15 de agosto) con temperaturas entre 9-10 °C en la mayori3 de los casos. Por el contrario desde el 19 de agosto y hasta el final de la serie, la temperatura mostr3 mayor variabilidad con temperaturas que fluctuaron entre los 6 y 11 °C. Asimismo, se verific3 escasa variabilidad intra-diaria de la temperatura del aire en la mayori3 de los casos (**Fig 64c**).



5.5.2 Variables hidrográficas: Análisis horizontal

Se entrega la distribución horizontal, en toda el área prospectada, de las variables oceanográficas medidas durante el crucero (Julio-Septiembre de 2016), *i e.*: temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t) y la concentración de oxígeno disuelto (ml L^{-1}) en los estratos de 5, 50, 100, 200 y 300 metros de profundidad.

a) Temperatura

Al considerar toda el área prospectada, el estrato superficial presentó un rango de temperatura que fluctuó entre los 10,8 y 14,2 °C (promedio= $12,2 \pm 0,928$ °C, 82 datos), valor promedio levemente menor al reportado para el año 2015 ($12,9 \pm 0,73$ °C). La distribución horizontal de la TSM reveló la ausencia de gradientes zonales de importancia, y una leve variación meridional ($\sim 2,5$ -3 °C), con aguas comparativamente más cálidas (~ 14 °C) al norte de los 32°S, y aguas más frías ($< 11,5$ °C) al sur de los 38°S (**Fig 66a**). El sector central del área de estudio estuvo dominado por las isotermas de 12 a 13 °C. A los 50 metros de profundidad, la temperatura presentó un rango de fluctuación levemente menor (especialmente en los valores más altos) al estrato anterior, fluctuando entre los 10,8 y los 13,7°C (promedio= $11,8 \pm 0,532$ °C, 86 datos), mostrando ausencia de variación zonal. Se obstante se observa la presencia de una variación meridional de $\sim 1,5$ °C para este estrato. Entre los 32°S y 36°S domina la isoterma de 12°C, y aguas levemente más frías ($\sim 11,5$ °C) al sur de los 37°S (**Fig. 66b**).

En los 100 metros de profundidad se verifica un patrón térmico homogéneo en la distribución espacial con ausencia de variaciones zonales y meridionales a lo largo del área prospectada, verificando el dominio de las isotermas de 11 y 12°C (**Fig. 66c**). En este estrato de profundidad, la temperatura presentó un rango de fluctuación entre los 9,9 y 12,6 °C, con un valor promedio de $11,2 \pm 0,782$ °C (68 datos). Para el caso del estrato de 200 metros de profundidad, se verificó una situación muy similar al estrato anterior debido a la presencia de escasa variación térmica meridional (de ~ 1 -1,5°C) y ausencia de fluctuación zonal, quedando bien caracterizada por las isotermas de 11°C (al norte de Valparaíso), 10,5°C entre los 34 y 38°S, y 10°C al sur de los 38°S (puerto Saavedra) (**Fig. 66d**). En este estrato de profundidad, la temperatura presentó un rango de fluctuación entre los 9 y 11,7 °C (promedio= $10,6 \pm 0,695$ °C, 37 datos).

Por último, el estrato de 300 metros de profundidad reveló una distribución homogénea, sin la presencia de gradientes zonales y un gradiente meridional de $\sim 1,5$ °C, quedando bien caracterizada por la distribución de las isotermas de 8,5 y 9,5°C en gran parte del área estudiada. En este estrato de profundidad, la temperatura presentó un rango de fluctuación entre los 7,5 y 10,6°C (promedio= $9,3 \pm 0,888$ °C, 32 datos) (**Fig. 66e**).



b) Salinidad

La salinidad superficial presentó un amplio rango de variación, fluctuando entre los 30,619 y los 34,617 psu (promedio= $33,796 \pm 0,775$ psu, $n= 82$ datos). La distribución espacial reveló diferencias tanto zonales como meridionales en el área costera estudiada, verificando el dominio de la isohalina de 34,4 psu en gran parte del norte (al norte de los 33°S), y de la isohalina de 34,2 psu entre los 34 y 36°S . Hacia el sur se verificó aguas comparativamente menos salinas, especialmente asociadas al aporte de aguas continentales. Es así que se verifican aguas con salinidades menores a 33,8 en las cercanías de Talcahuano (complejo Itata-Biobío), y menores a 33 psu al sur de los 39°S , generando un fuerte gradiente zonal positivo al océano por la contribución de aguas continentales principalmente asociadas a los ríos Imperial, el complejo Valdivia-Tornagaleones (40°S) y río Bueno (41°S) (**Fig. 67a**).

A los 50 metros de profundidad, la salinidad muestra un claro gradiente zonal positivo a la costa en la región situada al norte de los 37°S , con aguas más salinas ($>34,4$ psu) en la banda costera. Por el contrario, se observa la presencia de aguas con salinidades menores (<34 psu) al sur de los 38°S , sin verificar gradientes zonales de importancia (**Fig. 67b**). En el estrato de 100 m (bajo la capa de mezcla), se detectó salinidades más altas fluctuando entre los 34,2 y los 34,6 psu (promedio= $34,5 \pm 0,207$ psu, 68 datos), que mostraron un gradiente meridional con aguas más salinas ($\sim 34,6$ psu) al norte de Constitución, sin la presencia de gradientes zonales, evidenciando la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en este estrato, y aguas menos salinas ($< 34,2$ psu) al sur de los 39°S (**Fig. 67c**). En tanto, en los 200 y 300 metros de profundidad el comportamiento fue muy similar, asociado a una distribución homogénea en toda el área estudiada, con ausencia de gradientes zonales y escasa variación meridional ($<0,2$ psu) (**Figs. 67d y 67e**). Gran parte del área estuvo caracterizada por las isohalinas de 34,6 entre Valparaíso y Talcahuano, y de 34,4 psu lo que verifica el dominio de las AESS en estos estratos de profundidad.

c) Densidad

La densidad del agua de mar fluctuó superficialmente entre los 23,281 y los 26,178 σ_t (promedio= $25,605 \pm 0,507$ σ_t , $n= 82$ datos). La **figura 68a** muestra la distribución superficial de la densidad verificando una situación similar a la distribución reseñada para la salinidad, esto es, la presencia superficial de aguas de mayor densidad (isopicna de 25,8 σ_t) al norte de los 37°S , sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales, y por el contrario, el dominio de aguas de menor densidad ($<25,6$ σ_t) en el sector costero situado al sur de los 38°S lo que generó gradientes zonales (costa-océano) importantes. A los 50 metros de profundidad se obtuvo un rango de variación menor (25,565 - 26,384 σ_t , promedio= $26,004 \pm 0,210$ σ_t , 86 datos), y una distribución espacial similar también a la reseñada para la salinidad en este estrato, caracterizada por escasa variación meridional y un leve gradiente zonal que verifica aguas más densas ($>26,2$ σ_t) en la banda costera al norte de Talcahuano, y aguas menos densas ($\sim 25,8$ σ_t) al sur de los 39°S (**Fig. 68b**).

En el estrato de 100 m de profundidad no se observó un gradiente meridional de importancia, sino el dominio de aguas densas ($>26,3$ σ_t) en gran parte del área estudiada (**Fig. 68c**). En este estrato, la



densidad del agua de mar fluctuó entre los 26,168 y 26,514 σ_t (promedio= 26,344 \pm 0,070 σ_t , n= 68 datos). En los 200 y 300 metros de profundidad el comportamiento fue muy similar, asociado a una distribución homogénea en toda el área estudiada con ausencia de variaciones zonales y meridionales, quedando gran parte del área prospectada bien caracterizada por las isopícnas de 26,5-26,6 σ_t (200 metros), y 26,7 σ_t para el estrato de 300 metros de profundidad (**Figs. 68d y 68e**).

d) Oxígeno disuelto

La distribución superficial de la concentración de oxígeno disuelto en el área de estudio mostró aguas bien oxigenadas caracterizadas por el dominio de las isolíneas de 5 y 6 mL L⁻¹, sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales de importancia a lo largo del área estudiada (**Fig. 69a**). La concentración superficial de oxígeno disuelto, considerando todas las estaciones realizadas, tuvo un rango de variación entre los 3,8 y 7,3 mL L⁻¹ con un valor promedio de 5,8 \pm 0,649 mL L⁻¹ (n= 82 datos). A los 50 metros de profundidad se evidenció gradientes zonales especialmente al norte de Constitución, debido a la presencia de aguas pobres en oxígeno disuelto (<2 mL L⁻¹) en la región costera, y cercanas a 5 mL L⁻¹ en las estaciones más oceánicas de los transectos, en contraste con una distribución homogénea de aguas bien oxigenadas (~ 5 mL L⁻¹) al sur de puerto Saavedra (**Fig. 69b**). En este estrato, la concentración de oxígeno disuelto tuvo un valor promedio de 3,7 \pm 1,463 mL L⁻¹ (n= 86 datos).

Los estratos mayores a 100 metros de profundidad se observa la presencia masiva de aguas pobremente oxigenadas en gran parte del área, con concentraciones menores a 2 mL L⁻¹ al norte de los 38 °S en el estrato de 100 metros de profundidad, y en la gran mayoría de la región prospectada en los estratos de 200 y 300 metros. La presencia dominante de aguas con valores menores a 2 mL L⁻¹, y en muchos casos menores a 1 mL L⁻¹ (mínimo de oxígeno disuelto), denota el dominio de las Aguas Ecuatoriales SubSuperficiales en su flujo hacia el polo en dichos estratos (**Figs. 69c, 69d y 69e**). La concentración de oxígeno disuelto evidenció un promedio de 1,6 \pm 1,016 mL L⁻¹ (n= 68), de 0,8 \pm 0,465 mL L⁻¹ (n= 37) y de 1,1 \pm 0,734 mL L⁻¹ (n= 32) para los estratos de 100, 200 y 300 metros, respectivamente.

Considerando más relevantes las diferencias meridionales (~13 grados de latitud) que las zonales en el área de estudio, se analizó las variaciones latitudinales de las variables precitadas para el período 1997-2016. Para ello, se consideró la información oceanográfica correspondiente a las estaciones más oceánicas de los distintos transectos perpendiculares a la costa, y la profundidad de 200 metros de profundidad que corresponde aproximadamente al núcleo aproximado de las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en su flujo hacia el polo, y establece presencia recurrentes de cardumenes del recurso. Con esta información, se construyó diagramas de espacio-tiempo (diagramas Hovmöller) que resume la distribución de las variables precitadas para la franja latitudinal oceánica del período 1997-2016 (**Fig. 70**). La distribución espacio-tiempo para la temperatura reveló la alternancia entre períodos fríos (e.g., 1999, 2004, 2007, 2010) y más cálidos (e.g., 2001, 2006, 2008), en consistencia con la extensión hacia el sur/norte de las isotermas de 9 y 11°C, respectivamente. Lo anterior es consistente con la extensión hacia el sur y contracción hacia el norte de aguas más salinas (isohalina



de 34,6 psu) durante período cálidos y fríos, respectivamente, así como con la dinámica meridional de aguas pobremente oxigenadas ($<1 \text{ ml L}^{-1}$) que se extienden al sur de los 40°S durante años cálidos y se repliegan al norte de los 38°S en años fríos, verificando variaciones interanuales y meridionales en el hábitat de merluza común. Cabe destacar la presencia durante el período de estudio de aguas levemente más cálidas ($\sim 12^\circ\text{C}$), más salinas ($>34,5$) y densas ($>26,2 \sigma_t$) hacia el sur, sobrepasando los 38°S en el año 2016 (término del invierno).

Las variaciones meridionales de la temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto respecto de la transecta latitudinal oceánica para el período 1997-2016, donde se advierte, para el centro-sur de Chile la extensión subsuperficial de las AESS hacia el polo durante años cálidos El Niño (e.g., 2001, 2002, 2006, 2009) donde la isohalinas de 34,4 y 34,5 psu y la isolínea de 1 ml L^{-1} de oxígeno disuelto se extienden más al sur de los 40°S . Por el contrario, en años donde domina el sistema subantártico (años fríos, 1999, 2004, 2007, 2010) estas isolíneas de salinidad y oxígeno disuelto se contraen hacia el norte ($\sim 38^\circ\text{S}$). En los últimos años (2011-2014), a excepción del 2015, las isolíneas que definen la presencia de las AESS en su flujo hacia el polo no sobrepasan los 39°S (Fig. 71).

e) Distribución espacial de la clorofila-a

La distribución horizontal de la clorofila-a reveló concentraciones relativamente bajas, en su gran mayoría caracterizadas por las isolíneas de 1 y $1,5 \text{ mg m}^{-3}$ en gran parte del área de estudio ($30-40^\circ\text{S}$), sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales; a excepción del sector situado en el extremo austral de la prospección (al sur de los 40°S), donde se verificó concentraciones mayores a $2,5-3 \text{ mg m}^{-3}$ (Fig. 72a). Para el caso de la clorofila integrada en los primeros 50 metros de la columna de agua, la carta de distribución horizontal muestra una situación espacial relativamente similar a lo largo del área prospectada, esto es, la presencia de valores bajos ($<30 \text{ mg m}^{-2}$) en la mitad norte del área prospectada (al norte de los 37°S), evidenciando ausencia de gradientes meridionales y un muy leve gradiente zonal positivo al océano; en tanto que al sur de los 38°S la clorofila-a integrada evidenció mayores concentraciones en las estaciones del sector más oceánico de las transectas ($>50 \text{ mg m}^{-2}$), evidenciando gradientes zonales de importancia debido a las bajas concentraciones observadas hacia la costa ($<20 \text{ mg m}^{-2}$) (Fig. 72b).



5.5.3 Análisis de imágenes satelitales

a) Temperatura superficial del mar

Para el período de estudio la TSM satelita (**Fig. 73a**) evidenció la presencia de un gradiente zonal importante en la región situada al norte de los 34-35°S debido a la deflexión hacia el NE de las isotermas entre 16 y 14°C a partir de los ~78°W, verificando la presencia de aguas comparativamente más cálidas (~15-16°C) hacia el sector oceánico, más allá de los 75-76°W, alcanzando temperaturas superiores a los 17°C en el extremo NW del área analizada. Al sur de los 39°S que verificó aguas comparativamente más frías, bien caracterizadas por las isotermas de 11-12°C, y sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales. Para el área de prospección de la densidad acústica de merluza, esta distribución de la TSM satelital es muy consistente con la reseñada para los 5 metros de profundidad a partir de información de campo en el mismo periodo de estudio.

Durante el período de estudio, la clorofila satelital (**Fig. 73b**) reveló valores bajos, típicos del período del término del invierno en la región centro-sur de Chile, sin la presencia de gradientes meridionales de importancia, pero evidenciando el típico patrón de distribución de regiones de surgencia costera, con una estrecha banda de concentraciones mayores (>2 mg m⁻³), que abarca toda el área latitudinal de prospección, pero que fue particularmente importante entre los 33 y 43°S, y que se extiende hacia el océano interior sobrepasando en algunos casos los 80°W principalmente a través de estructuras de sub-mesoescala (filamentos) y mesoescala (remolinos), tipificando a la zona de transición costera con concentraciones de clorofila de ~0,5 mg m⁻³. En aguas abiertas (más allá de la ZTC) se observaron concentraciones menores a 0,25 mg m⁻³.

El campo horizontal de corrientes compilado para el período del crucero, reveló la presencia de estructuras de mesoescala (remolinos, corrientes de meandro), con mayor dinámica especialmente al norte de los 35°S y al interior de los 76°W (para fines del presente crucero), con predominio de remolinos anticiclónicos. La zona costera (< 76°W) situada al sur de los 37°S mostró menor dinámica asociada a remolinos y meandros energéticos (**Fig. 73c**).

5.5.4 Variables hidrográficas: Análisis vertical

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas durante el crucero, consideró las secciones oceanográficas correspondientes a las transectas perpendiculares a la costa a través del área de estudio, además de dos transectos dispuestos en forma paralela a la línea de costa, uno caracterizando el sector nerítico sobre la plataforma continental y el otro característico del sector inmediatamente oceánico. Para establecer la presencia de diferencias principalmente meridionales en la región prospectada, en este informe se analizarán las transectas longitudinales (norte-sur), en tanto que las secciones perpendiculares a la costa se presentan en el **Anexo 1**.

5.5.5 Transectas longitudinales



a) Transecta costera

Esta transecta incluyó estaciones sobre la plataforma continental cuya profundidad máxima no alcanzó los 100 metros en la mayoría de los casos. La distribución superficial de temperatura a lo largo del transecto mostró variación meridional, con un gradiente de $\sim 2,5$ °C, y la virtual ausencia de estratificación vertical (salvo en el extremo norte), evidenciando una columna de agua bien mezclada térmicamente en la mayoría del transecto, caracterizada principalmente por la isoterma de 13°C al norte de los 34°S, y la isoterma de 12 y 11,5 °C al sur de los 34°S (**Fig. 74a**). Por su parte, la distribución meridional de la salinidad y densidad mostraron escasa variación meridional en gran parte del transecto (29-38°S), evidenciando una columna de agua con escasa estratificación vertical, y el dominio de las isohalinas de entre 34 y 34,5 psu, y la isopicna de 26 σ_t . Por el contrario, en la región más austral del transecto (al sur de los 39°S) se observó la presencia de un lente muy bajas salinidades/densidades en los primeros 20 metros de profundidad (< 33 psu y $< 24,5$ σ_t) debido a la descarga de los ríos locales (especialmente el complejo Valdivia-Tornagaleones, bahía de Corral) (**Figs. 74b y 74c**).

La distribución vertical de oxígeno disuelto reveló variabilidad meridional y especialmente vertical, verificando aguas superficiales bien oxigenadas (> 5 ml L⁻¹) en gran parte de la transecta. En sub-superficie (bajo los ~ 30 -40 m), destaca la presencia de aguas pobres en oxígeno (< 2 mL L⁻¹) asociados al sector situado entre los 29 y 36°S, con oxiclina bien desarrolladas que alcanzan los 40 metros en la mayoría de los casos (**Fig. 74d**). A partir de los 38°S hacia el sur, las aguas pobres en oxígeno disminuyen su presencia en el transecto, incrementando el estrato más oxigenado en la columna de agua a aproximadamente 60-80 metros de profundidad. Por último, la distribución vertical de clorofila-a mostró diferencias verticales en gran parte del transecto, con concentraciones mayores a 2 mg m⁻³ sobre los 20-30 metros de profundidad. El transecto evidenció la presencia de cuatro focos de concentraciones superficiales más altas ($> 1-2$ mg m⁻³) situadas en la región norte (< 30 °S), entre los 32-34°S, los 36-37°S, y al sur de los 40°S. Bajo los 40 metros, las concentraciones de clorofila-a fueron menores a 0,5 mg m⁻³ a lo largo de gran parte del transecto (**Fig. 74e**).

b) Transecta oceánica

Localizada sobre el talud continental. La distribución vertical de la temperatura a lo largo del transecto evidenció una variación meridional superficial de ~ 3 °C y la virtual ausencia de estratificación térmica superficial (primeros 100 m) en toda la sección. Destaca la presencia de un lente superficial (< 40 m) de aguas más cálidas (> 14 °C) situado entre los 31 y 33°S. Bajo los 200 metros de profundidad se observa un descenso térmico a una tasa relativamente constante con la profundidad hasta alcanzar temperaturas menores a 8 °C en torno a los 400 metros (**Fig. 75a**).

La distribución superficial de la salinidad reveló un claro gradiente meridional, con aguas más salinas ($\sim 34,4$ psu) al norte de los 33°S y un campo superficial caracterizado por salinidades superficiales bajas ($< 34,0$ psu) al sur de los 37°S. Superficialmente destacan 3 lentes de aguas menos salinas que



se intensifican hacia el sur, uno centrado en los 35°S (río Maule), otro en los 36-37°S (complejo Itata-Bíobío), y un tercero más intenso (<33,6 psu) situado en torno a los 40-41°S (Bahía Corral-río Bueno). Lo anterior verifica que al sur de los 37°S se observe mayor estratificación salina, la que se intensifica y profundiza hacia el sur, evidenciando una haloclina entre los 50-100 metros de profundidad. En el estrato subsuperficial se aprecia claramente la penetración hacia el sur de aguas más salinas (>34,4-34,6 psu) que corresponden a las AESS en su flujo hacia el polo, las que ocuparon el estrato entre aproximadamente los 60-400 metros de profundidad al norte de los 31°S, para posteriormente estrecharse y debilitar su presencia hacia el sur, hasta quedar virtualmente ausentes hacia el extremo austral del área de estudio (**Fig. 75b**).

La distribución meridional de la densidad del agua de mar en la transecta de estaciones más oceánicas, reveló una situación muy similar (al menos en superficie) con lo reseñado para el caso de la salinidad, evidenciando la presencia de aguas comparativamente más densas (25,8 σ_t) al norte de los 37-38°S, así como el dominio de aguas superficiales menos densas al sur de los 38°S, destacando la presencia de aguas con densidades menores a 25,6 σ_t en el extremo sur de transecto. Se observó una pycnoclina en gran parte del transecto, situada entre los ~50 y 110 metros de profundidad, siendo más intensa al sur de los 38°S. Bajo los 200 metros de profundidad, todo el transecto presentó un incremento a una tasa relativamente constante de la densidad con la profundidad, alcanzando los 26,8 σ_t hacia las máximas profundidades de muestreo (>350 metros) (**Fig. 75c**).

La concentración de oxígeno disuelto mostró un estrato superficial (< 50 metros) oxigenado a lo largo de gran parte del transecto con concentraciones superiores a 5 ml L⁻¹. Se evidenció una oxiclina bien desarrollada situada entre los 30-40 y los 100 metros, que se profundiza hacia el sector sur. El campo sub-superficial de la concentración de oxígeno disuelto reveló aguas pobremente oxigenadas (<1 ml L⁻¹) situadas entre los 60-70 y los 400 metros al norte de los 32°S, y que estrecha su rango vertical hacia el sur situándose entre los 180 y 300 metros hacia los 38°S. Esta distribución es espacialmente coincidente con el máximo salino subsuperficial (> 34,5 psu), asociado a las AESS. Bajo los 400 metros de profundidad, y especialmente al sur de los 37°S, se observó un incremento de la concentración de oxígeno disuelto (>3-4 ml L⁻¹), verificando la presencia incipiente de las AIA hacia las máximas profundidades de muestreo (**Fig. 75d**).

Por último, la distribución vertical-meridional de la clorofila-a en la transecta oceánica muestra diferencias verticales en los primeros 100 metros, con concentraciones superiores a los 1 mg m⁻³ en los primeros 40-50 metros de gran parte del transecto longitudinal, situación que se intensifica en el extremo sur del área prospectada donde se verificó un núcleo superficial de concentraciones mayores 4 mg m⁻³. Bajo los 50 metros de profundidad, gran parte del transecto evidenció concentraciones muy bajas (< 0,5 mg m⁻³) (**Fig. 75e**).



5.5.6 Perfiles verticales

El análisis de la distribución vertical de las variables oceanográficas medidas en el área de estudio también se presenta en forma de perfiles verticales individuales por estación de muestreo, agrupando las estaciones en: zona norte, centro y sur.

Zona norte (29°10'S-33°10'S)

Los perfiles verticales de temperatura mostraron un comportamiento similar (baja variación entre estaciones) con un rango superficial entre los 12,3 y 14 °C, y la virtual ausencia de estratificación térmica (ausencia de termoclinas). En tanto, los perfiles de salinidad mostraron salinidades superficiales entre 34,1 y 34,6 psu y baja estratificación vertical para la mayoría de las estaciones; y los perfiles verticales de densidad revelaron un comportamiento muy similar entre las estaciones de muestreo, con una estratificación vertical baja en la mayoría de los casos revelando picnoclinas débiles entre los 30 y 70 metros de profundidad, y una somera capa de mezcla que no superó los 20-30 metros en la mayoría de las estaciones del sector norte (**Fig.76**).

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto evidenciaron un estrato superficial oxigenado (entre 4,6 y 6 ml L⁻¹) y una fuerte oxiclina situada entre los 30 y los 130 metros de profundidad en la mayoría de las estaciones del sector, así como aguas pobres en oxígeno disuelto (<1 ml L⁻¹) situadas verticalmente entre los 60 y los 400 metros caracterizando la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en este estrato. Bajo los 400 metros de profundidad se registra un incremento significativo de la concentración de oxígeno hasta los 3 ml L⁻¹ coincidiendo con la incipiente presencia de Aguas Intermedia Antártica (AIA). En tanto, los perfiles de clorofila-a presentaron valores superficiales (0-20 m) entre 0,8 y 1,8 mg m⁻³ en la mayoría de los perfiles (excepto dos estaciones en que se superó los 2 y 3 mg m⁻³). A partir de los 40 metros de profundidad, en la mayoría de las estaciones de muestreo la concentración de clorofila-a disminuye bajo los 0,5 mg m⁻³ (**Fig.76**).

Zona Central (33°40'-37°10'S)

En esta zona, los perfiles de temperatura mostraron un patrón similar destacando un rango de superficial entre 10,5 y 13,0 °C, y la presencia de termoclinas muy leves situadas entre los 30 y 70 metros de profundidad. En tanto los perfiles verticales de salinidad y densidad se caracterizaron por el dominio superficial de aguas menos salinas (33,5 - 34,4 psu) y menos densas (25,5 - 26,1 σ_t) que las descritas para la zona norte. En la mayoría de las estaciones se observó una capa de mezcla cercana a los 30-40 metros y leve estratificación vertical (**Fig. 77**).

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto mostraron un estrato superficial bien oxigenado (4-6,2 ml L⁻¹) en casi todas las estaciones, oxiclinas bien desarrolladas entre los 20 y 100 metros de profundidad, y aguas pobremente oxigenadas (mínimo de oxígeno, < 1 ml L⁻¹) entre los 75 y los 400 metros de profundidad, y un incremento hasta ~4 ml L⁻¹ que reflejan la presencia de las AIA en las máximas profundidades de muestreo. Por su parte, los perfiles de clorofila-a muestran un patrón similar al del sector norte, revelando valores menores a 2 mg m⁻³ en la mayoría de los casos, sin la presencia de



máximos superficiales ni subsuperficiales de relevancia. Bajo los 40 metros de profundidad se verificó concentraciones de clorofila-a menores a 1 mg m^{-3} (**Fig. 77**).

Zona Sur (37°40'S-41°40'S)

Los perfiles verticales de temperatura mostraron un estrecho rango superficial de aguas más frías (11,0 - 12,0 °C), y la ausencia de estratificación vertical (termoclinas) en la mayoría de las estaciones. Los perfiles de salinidad mostraron en ciertas estaciones de muestreo una mayor dilución superficial (<32 psu) por efecto de mezcla con aguas continentales provenientes principalmente del complejo estuarino Valdivia-Tornagaleones, y los ríos Bueno y Maullín. Las bajas salinidades superficiales generan marcada estratificación en los primeros 20 metros de la columna de agua. Por su parte, los perfiles de densidad mostraron consistencia con la distribución vertical de salinidad, esto es, densidades bajas en los primeros metros de la columna de agua (<24 σ_t), picnoclinas distribuidas entre los 40 y 90 metros de profundidad y un incremento relativamente constante con la profundidad a partir de los 150 metros (**Fig. 78**).

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto mostraron un estrato superficial bien oxigenado (6 - 7,2 mL L⁻¹) que se extendió hasta ~60 metros en la mayoría de las estaciones. Todos los perfiles mostraron fuertes oxiclinas situadas entre los 40 y 150 metros, observándose el dominio sub-superficial de aguas con menor contenido de oxígeno disuelto (<2 mL L⁻¹) entre los 100 y 300 metros de profundidad en la mayoría de los casos (en este estrato sólo 3 perfiles mostraron concentraciones mínimas de oxígeno, <1 mL L⁻¹), lo que en conjunto con la ausencia de las isohalinas de 34,5 psu revelan una influencia menor de las AESS en las estaciones del sector sur. Bajo los 350 metros se registraron concentraciones de 3-4 mL L⁻¹, debido a la influencia de las AIA en los estratos más profundos. La distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en este sector reveló la mayoría de los perfiles con concentraciones menores a 2 mg m^{-3} , sin embargo varias estaciones muestran concentraciones más altas (5-6 mg m^{-3}), así como valores menores a $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ bajo los 80 metros de profundidad (**Fig. 78**).

5.5.7 Diagramas Temperatura–Salinidad (TS)

El análisis de los patrones hidrográficos de las masas de aguas presentes en la región durante el crucero de evaluación acústica de merluza común 2016 se realizó a través de diagramas TS (temperatura-salinidad) agrupando los perfiles de CTD realizados en toda el área de estudio (**Fig. 79**). Lo que permitió identificar tres masas de agua: Agua Subantártica (ASAA), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Agua Intermedia Antártica (AIA).

El diagrama TS de los perfiles realizados en la región norte (**Fig. 79a**) muestra el dominio de las AESS con salinidades en torno a los 34,5-34,7 psu y temperaturas alrededor de los 10-12°C. En superficie predominaron las ASAA y su mezcla con las AESS con salinidades que fluctuaron entre los 34,1-34,5 psu y temperaturas entre 11,5-14 °C; en tanto que en las máximas profundidades de muestreo se



verificó las AIA con salinidades ~34,3-34,5 psu y temperaturas centradas en los 6-7°C. En la zona central (**Fig. 79b**) se observa el dominio de las AESS a profundidades medias (100-300 metros), y de las ASAA en estratos superficiales, con valores de salinidad y temperatura entre 33,6 y 34,3 psu y 10,5-13 °C destacando algunas estaciones con salinidades más bajas (<34 psu) reflejando la mezcla con aguas continentales asociadas a la descarga de los ríos locales. Por último, en la región sur (**Fig. 79c**) destaca una disminución importante de la participación de las AESS, y una importante mezcla entre las ASAA con aguas continentales provenientes de la descarga de los ríos Valdivia-Tornagaleones, Bueno y Maullín.

5.5.8 Profundidad de la capa de mezcla (PCM), base de la termoclina (PBT) y profundidad mínima de oxígeno (PMO)

La distribución espacial de estructuras verticales como la estabilidad en la columna de agua (E), la profundidad de la capa de mezcla (PCM), la profundidad base de la termoclina (PBT) y la profundidad del mínimo de oxígeno (PMO) se presentan en la **figura 80a, 80b y 80c**. Estas estructuras se encuentran caracterizadas principalmente por: a) valores de estabilidad homogéneos (sin gradientes zonales ni meridionales de importancia) con valores centrados en 30-40 metros en la región situada entre los 30 y 38 °S, en contraste con gradientes zonales relevantes con mayores valores (>60 m) hacia el océano al sur de los 38°S, b) distribución relativamente homogénea de bajos valores de PCM (20-30 m) en la región situada al norte de los 38°S, y la presencia de gradientes zonales importantes al sur de los 38°S por la presencia de PCM más profundas (>40 m) hacia las estaciones oceánicas de los transectos de dicho sector, c) situación similar para la PBT, con una distribución homogénea de valores bajos (30-40 m) al norte de los 37°S, y un fuerte gradiente zonal de PBT más someras en la costa (30 m) en comparación con las estaciones más oceánicas (70 m), y d) valores centrados en los 90-100 m de la PMO al norte de los 37°S, y una profundización importante de este descriptor al sur de los 38°S, donde alcanza profundidades mayores a 160 metros.

5.5.9 Abundancia relativa y distribución espacial de huevos y larvas de merluza común

De las 86 estaciones planctónicas realizadas durante la prospección, 33 fueron positivas a huevos y 18 a larvas. La abundancia estimada de huevos y larvas fue 13.888 y 1.528, respectivamente. La densidad promedio, por estaciones positivas, de huevos y larvas fue 421 huevos/10m² y 85 lavas/10m², respectivamente. Estos valores fueron inferiores a los obtenidos en igual período de 2015, lo que también se vió reflejado en los indicadores de constancia y dominancia (**Tabla 46**).

La información de crucero da cuenta de un patrón de desove asociado, principalmente, a la costa de la zona de estudio, acotado a las primeras 10 mn. Especialmente, se tuvo presencia de huevos en toda la zona, obteniéndose las mayores concentraciones en la subzona 2 (31°S – 35°S) y subzona 4 (39°S – 41°S) (**Fig. 81**). Las larvas también estuvieron presentes en casi toda la zona de estudio y acotadas a los sectores costeros de la zona de estudio, en términos de latitud, éstas se concentraron



entre 30°S hasta 38°S (**Fig. 82**). El centro de gravedad de las larvas mostró el mismo patrón exhibido por los huevos, desplazándose hacia el sur, respecto de lo observado el 2015, lo anterior, producto de la mayor agregación de huevos y larvas en los sectores localizados al sur del paralelo 34°S.

El índice de abundancia para ambos estadios disminuyeron, respecto de lo observado en igual período de 2015, sin embargo, se mantienen dentro de los valores más altos registrados en la serie histórica (**Tabla 47; Fig. 83**).

5.5.10 Caracterización del zooplancton

La composición del zooplancton identificado durante el estudio comprendió 28 grupos. Los grupos principales estuvieron representados por copépodos, larvas nauplis, quetognatos y eufaúsidos (**Tabla 48**), los que en conjunto aportaron aproximadamente el 85% de la abundancia zooplanctónica total.

La abundancia zooplanctónica total, estimada durante el crucero, presentó un descenso aproximado de un 20%, respecto de igual período de 2015. A pesar de esta disminución, las estimaciones del presente crucero se ubican en el rango más alto de la serie histórica (**Fig. 84a**). Por otro lado, la densidad de grupos zooplanctónicos fue similar a la encontrada durante 2015, registrándose una menor participación de copépodos y eufaúsidos (**Fig. 84b**). Especialmente, las mayores abundancias de grupos zooplanctónicos, y en particular copépodos, fueron detectadas hacia el sector sur del área de estudio (subzona 4), mientras que eufaúsidos y quetognatos presentaron mayores abundancias al norte de 38°S (**Figs. 85 y 86**)

La biomasa zooplanctónica mostró un valor promedio de ~111 ml de zooplancton/1000 m³. Este valor fue inferior al registrado en igual período de 2015 y, comparativamente, el menor de la serie histórica iniciada el año 2006. Especialmente, las mayores concentraciones de biomasa zooplanctónica se registraron en las zonas 2 y 4, con valores de biomasa superiores a 500 ml/1000m³ (**Fig. 87**)

En el presente estudio, la diversidad de especies (Shannon-Weaver), mostró un aumento respecto de lo acontecido en igual período de 2015, siendo el valor más alto de la serie histórica. Este aumento se debe al descenso paulatino de especies dominantes, principalmente, copépodos y eufaúsidos. En el presente estudio, los mayores valores de diversidad se registraron en la zona 4 (sur de Corral).

En cuanto a las clases de tamaño del zooplancton, el presente crucero mostró un patrón similar al obtenido en igual período de 2015, es decir, partículas zooplanctónicas de pequeño tamaño. Lo anterior, asociado a una mayor presencia de fases tempranas de desarrollo de eufaúsidos y especies de copépodos de menor tamaño. Especialmente las partículas de menor tamaño se localizaron en el extremo sur del área de estudio (zona 4).

5.5.11 Modelamiento estadístico de la densidad de huevos de merluza común asociado a variables ambientales



a) Análisis exploratorio de datos

En los años analizados entre 1993 y 2016, se han monitoreado un total de 1 673 estaciones, de las cuales se registraron las variables predictoras, latitud, longitud, temperatura y salinidad superficial del mar, ésta última variable presentó en los años 1993, 2009 y 2012 estaciones donde no fue posible registrar la proporción de 9%, 17% y 12 % respectivamente; (**Tabla 49**), hecho que repercute en el ajuste de los modelos por lo que estas estaciones ha sido excluidas del análisis. Además de las variables predictoras mencionadas se contabilizó el número de huevos de merluza común y por consiguiente, la presencia o ausencia de éstos. Del total de estaciones analizadas, un 30 % aproximadamente registró la presencia de huevos, observándose una densidad media por estación positiva del orden de 320 huevos/10 m² (**Tabla 50**).

En la tabla 6 se detalla para cada año el número de estaciones, el número de éstas con presencia y ausencia de huevos y la densidad media para las estaciones positivas y el total. En cuanto a la presencia de huevos, los años 1993, 2002, 2010 y 2015 presentaron la mayor proporción de estaciones positivas con presencias por sobre el 45 %; mientras que en oposición el número menor de estaciones con presencia de huevos correspondió a los años 1995, entre el 2006 y el 2012, exceptuando el año 2010, con porcentajes menores al 22 %. El año 2016, al igual que los periodos entre el año 1997 y el 2001 junto al 2004, presentaron una moderada presencia de huevos, con porcentajes entre el 33 % y el 41 %, levemente superiores al promedio histórico (**Fig. 88**).

Respecto a la densidad de huevos para las estaciones positivas, los mayores índices se registraron los años 1995, 1997, 2009 y el 2015 con valores por sobre los 600 huevos/10 m², no obstante los años 1995 y 2009 presentan una baja proporción de estaciones positivas. Se observa una disminución en la densidad media de huevos a partir del año 1999 hasta el año 2002 en comparación con los años anteriores, con dos periodos antes y después del 2002, con densidades medias en torno a los 400 huevos/10 m² para el primer periodo y de 170 huevos/10 m² para el segundo periodo, exceptuando los años 2009 y 2015. Los años 1993, 2010 y el 2016 presentan densidades medias similares a las observadas antes del 2002, mientras que a partir del 2011 se observa una disminución en las densidades, presentándose para el año 2012 el menor valor de toda la serie, con 40 huevos/10 m² aproximadamente. El 2013 y 2014 se registraron valores en torno a los 100 huevos/10 m², incrementándose de manera importante el 2015 para luego disminuir moderadamente el 2016, a valores alrededor de los 430 huevos/10 m² (**Fig. 88 y Tabla 51**).

La densidad media estimada para el total de estaciones presenta los menores registros después del 2002 hasta el 2008 y desde el 2011 al 2014, coincidente con la reducción de huevos observados en las estaciones positivas y una baja presencia de estaciones con huevos. Para los años 1995, desde el 1999 al 2002 y el 2016 la densidad media se centró en torno a los 130 huevos/10 m², mientras que para los años 2009 y 2010 fluctuó alrededor de los 170 huevos/10 m². Las mayores densidades medias se registraron el 2015 año junto a los años 1993 y 1997 producto de una mayor proporción de estaciones con registro de huevos y densidades medias de moderadas a altas.



Las estadísticas descriptivas de las variables predictoras latitud, longitud, temperatura superficial y salinidad superficial, junto a la densidad de huevos se presentan en la **tabla 51**. En los 20 años de evaluaci3n se cubri3 un área muy similar, que abarca latitudinalmente de los 29°8' y 42° S y longitudinalmente de los 71°20' y 74°55' W. El ańo 1997, 2006 y 2015 presentan los mayores promedios de temperatura superficial del mar con promedios en torno a los 13° C, mientras que el ańo 2007 registro las menores temperaturas fluctuando entre los 9,4° C y 12,5° C con una media de 10,8° C. Los restantes ańos, al igual que el ańo 2016, presentan una temperatura superficial del mar promedio en torno a los 12 °C, además el máxímo rango de variaci3n en temperatura se observ3 el ańo 2005 y fue de 4° C. Para la salinidad superficial del mar, históricamente se han registrado promedios en el intervalo de los 33,50 y los 33,88 psu, aunque en los tres últimos ańos se han observado mayores rangos de variaci3n, con 4,9 psu, 3,4 psu y 3,5 psu respectivamente. Para el ańo 2016 la salinidad mńnima fue de 31,01 psu y máxíma de 34,58 psu.

b) Modelamiento estadístico

El modelo de efectos principales de cuatro covariables (latitud, longitud, temperatura y salinidad superficial) y un factor correspondiente al ańo, fue significativo, con un porcentaje total de devianza explicada del 26%. Los predictores incorporados en el modelado de la densidad de huevos, salvo la longitud, presentaron un comportamiento no-lineal (valores p significativos), donde el ańo y la latitud, seguido de la temperatura, explican el 90 % de la devianza total explicada (**Tabla 52**). La influencia de cada predictor en la respuesta es presentada gráficamente a trav3s de los suavizadores splines en la **figura 89**.

La funci3n suavizada para la latitud y longitud muestra que al sur de los 35° S y a longitudes al este de los 72°30' W (estaciones cercanas a la costa), existe un efecto positivo sobre la densidad de huevos, indicando que el proceso de desove aparece vinculado al sur del área de estudio y a una zona más costera que oceánica. En relaci3n a la temperatura, se puede observa que temperaturas inferiores a los 11° C tienen un efecto negativo sobre la densidad de huevos y mientras que por sobre 13° C el efecto es positivo, en el intervalo entre los 11° C y 13° C no se observa un patr3n de efectos sobre la densidad. Cabe destacar que temperaturas que se encuentran fuera del intervalo de los 10° C y los 14° C, poseen una alta incertidumbre en la estimaci3n reflejada por las amplias bandas de confianza del suavizador. La figura relacionada con la variable salinidad, no presenta un claro efecto sobre la densidad de huevos en todo el rango evaluado, mostrando una alta variabilidad para salinidades menores a los 32,5 psu y reflejada en la amplitud de las bandas de confianza (**Fig. 90**).

5.5.12 Relaci3n entre el recurso merluza com3n y las variables fńsicas

a) Rangos ambientales y distribuci3n espacial de merluza com3n

Con el prop3sito de analizar el rango de las variables ambientales y la distribuci3n espacial de merluza com3n se consider3 dos regiones situadas al norte y sur de los 37°S. Al analizar el rango batim3trico del recurso (**Fig. 91a**), ambas macrozonas revelaron baja ocurrencia (virtual ausencia en la regi3n norte) por sobre los 50 metros y muy baja representaci3n bajo los 400 metros de profundidad (<2% de ocurrencia). El rango batim3trico del recurso para la zona norte mostr3 contribuciones mayores (>10%)



entre los 50 y 350 metros de profundidad contribuyendo al 93% de todos los registros acústicos y mayor ocurrencia (~50%) entre los 100 y 150 metros. En la zona sur el recurso fue más recurrente en los estratos de 100-250 m (63%) y con presencia de un 9% del recurso sobre los 50m de profundidad. La contrastación de la profundidad de los cardúmenes de merluza común descrita para el presente crucero, respecto de los cruceros anuales realizados entre 1997-2015 se presentan en la **figura 91b** a través de gráficos de caja (box-plot, mediana y el percentil de 75% como medida de dispersión de los datos), evidenciando una tendencia similar respecto de la serie histórica ensayada, con la mediana asociada ~ 130 metros de profundidad y un rango entre los 35 y 380 metros de profundidad.

Los rangos ambientales para las variables temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto, evaluados a nivel superficial y a la profundidad media del cardumen en cada estación de muestreo, se presentan en la **tabla 53**. Estos rangos corroboran la asociación de merluza común con las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en gran parte del área de estudio (especialmente en la zona al norte de los 37°S), lo que corrobora la incursión de manera habitual del recurso en un ambiente de altas salinidades con promedios entre los $34,58 \pm 0,10$ y los $34,51 \pm 0,14$ psu para las zonas norte y sur respectivamente, y concentraciones bajas de oxígeno disuelto de $1,12 \pm 0,52$ mL L⁻¹ (zona norte) y un promedio de $1,86 \pm 0,83$ mL L⁻¹ (zona sur).

La **figura 92** muestra la frecuencia de ocurrencia de cardúmenes de merluza común asociado a rangos de las variables temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto calculadas a la profundidad media de la disposición vertical de los cardúmenes en ambas zonas de estudio. Para la zona norte, el recurso se encontró asociado con: a) aguas relativamente frías (más frías en la región sur) con una frecuencia de ocurrencia de densidad acústica de 86% para el rango entre 8-11°C en el sector sur, y de un 87% entre los 9-12°C en la zona norte, b) salinidades relativamente altas, con contribuciones mayores a 95% en el rango de 34,4-34,7 psu en la zona norte, y de un 72% para el rango entre 34,2-34,5 psu en la zona sur donde un porcentaje relevante se encontró en salinidades menores a 34,2 psu, y c) concentraciones bajas de oxígeno disuelto, especialmente para la región norte donde el 92% de la densidad acústica se encontró en aguas pobremente oxigenadas (<2 mL L⁻¹), en tanto que el 70% del recurso estuvo asociado a concentraciones menores a 2 mL L⁻¹ en la región sur. Estos resultados revelan la significativa asociación del hábitat de merluza común con aguas más salinas y pobremente oxigenadas típicas de las AESS en su flujo subsuperficial hacia el polo, sobretodo en el presente año de estudio donde los rangos establecidos para el presente crucero revelan la ocurrencia del recurso en aguas más salinas y menos oxigenadas en comparación con el año anterior.

La **figura 93** muestra la evolución de las frecuencias de ocurrencia de la densidad acústica de merluza común para rangos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto considerando la contrastación histórica para el período 1997-2016, a través de gráficos de caja (box-plot) considerando la mediana como tendencia central y el percentil de 75% como medida de dispersión. En general, los rangos ambientales donde se encontró el recurso en el crucero de Julio-Septiembre de 2016 no difieren del rango reportado para la serie histórica analizada, encontrándose en aguas más frías a lo reportado para el año 2015. Además, el recurso se encontró en aguas de salinidades similares a lo reportado para a serie histórica, con salinidades más altas que lo reportado para el año anterior. En cuanto a las



concentraciones de oxígeno disuelto, no difirieron de lo reportado para la serie histórica y fueron más bajas que lo reportado para el año anterior. Considerando lo anterior, es posible señalar en términos históricos (interanuales) que una mayor ocurrencia del recurso se describe habitando aguas con temperaturas centradas en los 10-12°C, altas salinidades en la mayoría de los casos superiores a los 34,4-34,5 psu, y bajas concentraciones de oxígeno disuelto, en general centradas en valores menores a 2 ml L⁻¹.

b) Modelos aditivos generalizados

En la **tabla 54** se muestran los modelos ensayados para explicar la distribución de la variable respuesta densidad acústica de merluza común. Para el crucero 2016, todos los modelos utilizados mostraron buenos niveles de significancia estadística para explicar la distribución de la variable respuesta (**Tabla 55**). El modelo 5 es el que muestra mejor nivel de explicación de la distribución de merluza común, respecto de las variables ensayadas. Al igual que el modelo histórico, los resultados indican una relación con forma de domo entre la densidad de merluza común y la latitud, incrementando a partir de ~33°S para declinar al sur de los 38°30'S (**Figs. 94 y 95**). En cuanto a la distribución zonal del recurso, se observó una distribución preferencial del recurso al oeste de los 73°30'S, la cual coincide con el modelo histórico, evidenciando una distribución preferente hacia sectores asociados al talud continental (**Figs. 96 y 97**). La distribución batimétrica del recurso mostró un rango preferente en profundidades entre los 150 y 380 metros asociados a la plataforma continental y al quiebre de la plataforma, a diferencia del modelo histórico que mostró dos máximos, uno en el quiebre de la plataforma (consistente con la modelación de longitud) y otro más somero.

En cuanto a las variables hidrográficas, la temperatura a la profundidad de las agregaciones del recurso presentó para 2016 una relación preferente a temperaturas entre 10 y 12°C, a diferencia de la información histórica 1997-2016 que mostró un patrón en forma de domo entre los 8 y los 11°C, estableciendo que las agregaciones en el presente año de evaluación estuvieron asociadas a temperaturas más altas respecto al patrón histórico, lo que puede estar asociado a una modificación del hábitat producto de la influencia del evento El Niño (**Figs. 94 y 96**). Para el caso de la concentración de oxígeno, la modelación del año 2016 muestra una mayor cantidad de observaciones de merluza común de merluza asociada a concentraciones bajo los 3 ml L⁻¹, sin embargo, se observa una relación no lineal preferente por concentraciones por sobre los 4 ml L⁻¹. Esta situación es parcialmente similar a lo observado históricamente donde se observan dos núcleos de preferencia uno bajo los 1 ml L⁻¹ y el otro similar a lo observado el presente año entre 3 y 5 ml L⁻¹ (**Figs. 94 y 96**).

c) Análisis de rangos ambientales para merluza común

Las distribuciones de frecuencia acumulativas empíricas (g(t)) generadas por la prueba de aleatorización entre la densidad promedio de los cardúmenes con las variables del hábitat (temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y profundidad media del cardumen) se muestran en la **figura 98** y un resumen de estos resultados en la **tabla 56**.



Al considerar las zonas norte y sur del área de estudio, la comparación entre las curvas $f(t)$ y $g(t)$ para la variable temperatura mostró una asociación significativa tanto para la zona norte como la región sur ($p > 0,05$), estableciendo la existencia de preferencias térmicas en los rangos de 9,2-11,4 °C ($p = 0,0004$, sector norte) y 9,7-10,8 °C ($p = 0,0004$, sector Sur).

Por su parte, el recurso evidenció un comportamiento distinto en ambas curvas para la salinidad, revelando la existencia de preferencia ambiental para el sector sur, en un rango salino entre 34,3-34,6 psu ($p = 0,0014$). Por el contrario, al considerar el sector norte y el área total de estudio, ambas curvas mostraron un comportamiento similar, verificando la inexistencia de preferencias ambientales ($p = 0,4679$ y $p = 0,2934$, respectivamente). Para el caso del oxígeno disuelto tampoco se observó una asociación significativa para la zona norte ($p = 0,7078$), zona sur ($p = 0,1243$), y área total ($p = 0,6788$). En tanto, la profundidad media del cardumen reveló preferencias ambientales para la zona norte (rango= 120-350 m, $p = 0,0000$) y área total (rango= 140-280, $p = 0,0000$), no obstante mostró un comportamiento similar de las funciones $f(t)$ y $g(t)$ en la zona sur, verificando la inexistencia de preferencias en este sector ($p = 0,2468$).

5.6 **Objetivo específico 6.** *Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común en el área y período de estudio.*

Se procesaron y analizaron un total de 358 agregaciones correspondientes a merluza común, la información proviene de las transectas de prospección acústica y fueron precesadas mediante el programa Echoview® (Versión 7.1).

5.6.1 **Descriptores morfométricos, batimétricos y de energía en el área de estudio**

La **tabla 57** entrega los resultados para el total de detecciones en el área de estudio, en ésta se observa que las agregaciones presentaron una longitud promedio de 2.486,46m ($\pm 3.404,97$ m) y mediana de 1.006,61m con rango entre 3,84 y 23.364,97m. El valor promedio del alto de agregaciones alcanzó los 5,09m ($\pm 7,23$), mediana en 2,01m con un rango de variación entre 0,35m y 67,08m. La relación de elongación fluctuó entre 2,56 y 4.792,82 con promedio en 642,80 ($\pm 709,54$) y mediana en 410,99 manteniendo la tendencia característica a formar agregaciones alargadas.

El perímetro y el área presentaron valores promedio de 52.818,62m ($\pm 96.652,72$ m) y de 21.057,81m² ($\pm 48.920,93$) respectivamente, con un amplio rango de variación que fluctuó entre 14,21m y 862.593,89m para el perímetro y entre 4,32m² y 640.947,33m² para el área. La dimensión fractal alcanzó un valor promedio de 2,02 con máximo en el valor 2,45 y mínimo en 1,47 ($\pm 0,15$) con una variación respecto a la media del 7%.

La profundidad promedio (166,22m, $\pm 95,10$) que se detectaron las agregaciones fluctuó entre los 38,10 y 486,24m, mientras que el fondo marino donde se detectaron las agregaciones varió entre 47,87 y 499m con promedio en 186,73m ($\pm 97,08$) de profundidad. La clara asociación de merluza



común con el suelo marino se corrobora con el bajo valor promedio del índice de altura (posición relativa de las agregaciones con respecto al fondo) que presentó un valor medio de 12,29% ($\pm 11,54$) variando entre 0,14 y 92,37%. La pendiente del fondo que se detectaron las agregaciones varió $\cong 0^\circ$ (fondo plano) y $19,68^\circ$ con promedio en $1,88^\circ$ ($\pm 3,03^\circ$).

Los valores de energía dispersada o NASC (m^2/mn^2) se distribuyeron entre los 5,01 y 31.522,40 NASC con un promedio de 916,62 NASC ($\pm 2.367,90$). La densidad acústica de las agregaciones usada como un estandarizador de la energía referida a $1m^2$ del área transversal de la agregación ($NASC*100/m^2$) varió entre 1,33 y 152 con una media de 6,14 $NASC*100/m^2$.

5.6.2 Descriptores según subzona de estudio

La estadística descriptiva de localización y dispersión de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía para el área total y las cuatro zonas analizadas se muestra en la **tabla 57** y **58**. Se realizaron dos pruebas estadísticas no paramétricas, para verificar homogeneidad en las zonas de los descriptores analizadas **tabla 59**. Los resultados indican que los tres descriptores fueron estadísticamente diferentes entre zonas (K - W y Mood, $p \leq 0.05$) (**Tabla 59** y **Fig. 99**).

5.6.3 Descriptores de las agregaciones por rango batimétrico

La estadística descriptiva de localización y de dispersión de las variables se muestra en la **Tabla 60**. Se subdividió el análisis en cinco rangos de profundidad de fondo, tomando el primer rango desde profundidades menores de 100 metros [Rango <100] y así sucesivamente hasta llegar al veril de 500 metros [$400 \leq$ Rango ≤ 500].

Merluza común se distribuyó en un 48% en profundidades de fondo de 100 a 199m, seguido en un 20,4% en fondo 200 - 299m, luego un 15,6% en fondos de 0 - 99m y 13,1% en fondos de 300 - 399m; el rango de menor distribución del recurso fue entre 400 y 499 con un aporte de 2,8%. La prueba de K-W y Mood, indicó que existen diferencias significativas en los descriptores (K-W, $p \leq 0,05$ y Mood, $p \leq 0,05$) **tabla 61** y **figura 100**.

Las medianas de la energía hidroacústica (NASC) presentaron diferencias significativas en cada rango de profundidad (K-W, $p \leq 0,05$ y Mood, $p \leq 0,05$); Los valores medios mayores de NASC fueron registrados en fondo 300 - 399 ($2206,53 m^2/mn^2$) valores mínimos medios registrados en rango menor a 500m ($241,43 m^2/mn^2$). Los valores fueron superiores a periodos anteriores debido a que estuvieron enmascarados por datos atípicos (**Tabla 61** y **Fig. 100**)

5.6.4 Descriptores según pendiente del fondo



La **tabla 62** y **figura 101** muestra la estadística descriptiva de cada variable asociada al rango de pendiente de fondo. Se dividió el análisis en tres rangos de pendiente de fondo, tomando el primer rango con pendientes menos a 5° , el siguiente con pendientes mayores o iguales que 5° , no superiores a 10° y finalmente pendientes iguales o superiores a 10° . Merluza común, se distribuyó en un 87,99% en el rango de 0° a $4,99^\circ$ con una cantidad de 315 agregaciones detectadas, seguido del rango 5° a $9,99^\circ$ con un 8,94% que agrupó un total de 32 agregaciones. Finalmente, pendientes iguales o mayores a 10° que concentraron solamente el 3,07% del total con 11 agregaciones detectadas.

De acuerdo con los rangos medios de los descriptores orfológicos, se observaron diferencias significativas (K-W y Mood, $p \leq 0,05$), mientras que para los descriptores de perímetro y energía no se observaron diferencias (K-W y Mood, $p \geq 0,05$) (**Tabla 63**).

5.6.5 Resultados análisis componentes principales

Se utilizó el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman para verificar el grado de asociación entre los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía. Se contrastó la hipótesis de nulidad que no existe relación bivariada entre las variables, la **tabla 64** muestra la matriz de correlación con su significancia bilateral. Los resultados indicaron una fuerte asociación entre área - perímetro ($r = 0,977$), perímetro y largo ($r = 0,975$), NASC y área ($0,961$), y finalmente profundidad del fondo y profundidad de la agregación ($r = 0,949$). El análisis factorial de reducción de dimensiones, se dejó fuera del análisis la variable pendiente de la agregación y densidad, ya que sus mayor asociación fueron con profundidad de fondo ($r = 0,67$, $p \leq 0,05$) y ($r = -0,296$, $p \leq 0,05$) respectivamente. Existió una asociación entre las variables, pero fue débil. El análisis factorial de reducción de dimensión con las variables incluidas, disminuyó el porcentaje de variabilidad explicada y también el criterio de selección KMO (Kaiser – Meyer- Olkin).

Luego de la verificación de asociación entre las variables y de la realización del test de significancia, se procedió al análisis de componentes principales. La prueba de esfericidad de Bartlett (**Tabla 65**) la cual comprobó que la matriz de correlaciones se ajustó a la matriz identidad, es decir ausencia de correlación significativa entre las variables (χ^2 , $p \leq 0,001$), por lo cual se rechazó la hipótesis de esfericidad, lo que indicó que existió correlación entre las variables y fue posible aplicar un análisis factorial. El valor del índice de Kaiser (KMO = 0,63) mostró suficiencia para realizar un análisis de componentes principales, los valores de las comunalidades se acercaron a uno (**Tabla 66**), ello indicó que los componentes explicaron la variabilidad de las variables en un alto nivel, exceptuando la variable dimensión fractal (Extracción = 0,55).

Los resultados de los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, del total y la acumulada para cada componente, se muestran en la **tabla 67** y **figura 102**. De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, se seleccionaron tres componentes que cumplieron la condición, explicaron en conjunto el 81,61% de la variabilidad total.



La **tabla 68** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales. El componente 1 explica el 43,13% de la variabilidad y se asocia principalmente a valores de área (perímetro, alto, largo, dimensión fractal) y energía (NASC). Componente 2, asociado inversamente a profundidad de agregación y profundidad de fondo y aporta con un 26,65% del total acumulado (69,78%). El tercer componente presentó una baja correlación en casi todos los descriptores, solo con el índice de altura logra su mejor correlación inversa (-0,724), realiza un aporte de la varianza total explicada de 11,83%; del total acumulado de 81,61% total explicado por los tres componentes.



6. ANÁLISIS Y DISCUSI3N DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante el presente estudio, muestran un repunte de la biomasa de merluza com3n respecto de igual per3odo de 2015, sin embargo, se detect3, una disminuci3n en el peso promedio de los individuos, lo que repercute directamente en un aumento de la abundancia.

A pesar de la leve recuperaci3n de la biomasa, el tama1o del stock mantiene niveles deprimidos, esto es: bajos niveles de biomasa que se sustentan en un estrecho rango de clases anuales. Lo anterior, ratifica la falta de se1ales que den indicios de una recuperaci3n del stock, a pesar de las medidas de protecci3n que se han impuesto. La tendencia observada en los cruceros de evaluaci3n directa, que tambi3n se aprecia en la actividad extractiva, se caracteriza por una disminuci3n en los rendimientos de pesca y una ca3da sostenida en las tallas medias de las capturas efectuadas por el sector artesanal como industrial.

El crecimiento experimentado por el stock de merluza en la d3cada del 90 sustentado en la fortaleza de las clases anuales 1992-93 y 1997-98 y cuyo paso a trav3s de la pesquer3a permiti3 que, hasta el a1o 2002, el stock estuviese conformado casi en un 60% por ejemplares pertenecientes a los GE III-VI, con claro predominio de individuos adultos. Por otra parte, Gatica y Cubillos (2004) se1alan que en el per3odo 1992-2000 el stock de merluza com3n se habr3a encontrado en un per3odo de alta abundancia, producto de clases anuales fuertes en 1993, 1994 y 1997, lo que sumado a niveles de mortalidad por pesca bajos a moderados entre 1997 y 2000 habr3an conformado un escenario que favoreci3 el incremento de la biomasa total. Otro elemento que habr3a favorecido el aumento del tama1o del stock es la presencia de procesos reproductivos exitosos, especialmente en los a1os 1993 y 1997 (Lillo *et al.*, 2003).

La din3mica del stock de la merluza com3n se ha asociado a la variabilidad de sus niveles de reclutamientos (Gatica y Cubillos, 2004), cuya magnitud e intensidad ser3an dependientes de las condiciones oceanogr3ficas predominantes durante el a1o de desove (Sep3lveda, 1997; Pay3, 1997). Espino y Wosnitza-Mendo (1989) postulan para el caso de la merluza peruana, que durante los eventos ENOS el recurso se dispersar3 aumentando su 3rea de distribuci3n, lo que disminuye los efectos de la competencia y canibalismo favoreciendo reclutamientos posteriores. En tanto que Sep3lveda (1997) plantea la existencia de relaciones entre el aumento del 3ndice de surgencia y la temperatura superficial del mar, lo que favorece la abundancia de individuos de 3 y 4 a1os con un desfase de 5 y 2 a1os, respectivamente. En el presente estudio, la distribuci3n de merluza com3n estuvo asociada a las de aguas ecuatoriales subsuperficiales, las que estuvieron presentes inclusive al sur de los 39°S, lo que habr3a favorecido la distribuci3n del stock hacia esta zona.

El aumento del tama1o de la fracci3n del stock evaluada evidenciado hasta el estudio del a1o 2002 no impact3 de manera relevante en sus niveles de agregaci3n (3ndice de Gini), como en la distribuci3n espacial del mismo, pues 3sta se mantuvo relativamente estable, con desplazamientos latitudinales que pueden considerarse como normales dada la amplia distribuci3n latitudinal del stock. Adem3s, los resultados observados no suger3an una expansi3n del 3rea de distribuci3n, sino m3s bien que el mayor



nivel de stock se habría traducido en un incremento de las densidades locales como una estrategia que Hilborn y Walters (1987) llaman modelo proporcional de densidad, es decir, un aumento de la biomasa lleva a un aumento de la densidad y no a una expansión del área de distribución del recurso. Esto podría ser una de las causas del aumento para el período 1993-2002 de los rendimientos de pesca de la flota comercial que operó de preferencia sobre la merluza común (Tascheri *et al.*, 2004).

Hasta los inicios de la década del año 2002, el escenario de la pesquería indicaba un stock en estado de seguridad biológica (Subpesca, 2012) caracterizado por un elevado nivel de biomasa, estructura etárea amplia, estabilidad de las tallas medias de las capturas (47 cm), áreas de operación de la flota estables, duración de los viajes de pesca constantes y cercanos a su mínimo histórico (Gatica y Cubillos, 2004; Tascheri *et al.*, 2004). Al mismo tiempo, los resultados de las evaluaciones directas mostraban una estructura demográfica robusta y aumento sostenido de los indicadores de densidad estimados a partir de los muestreos acústicos como de los lances de pesca de identificación (Lillo *et al.*, 2003).

Pero, desde el crucero de evaluación directa efectuado el 2004, el stock de merluza común sufrió drásticos cambios como fueron la severa disminución del tamaño del stock, un deterioro de su estructura demográfica sostenida por un estrecho grupo de clases anuales y que mantiene al stock en un estado crítico en términos de su estructura y tamaño, que ha llevado a calificarlo en estado de sobreexplotación (Subpesca, 2012).

Las causales que se señalan para explicar el cambio en el tamaño y estructura demográfica del stock son variadas, como por ejemplo, cambios en la disponibilidad, sobrepesca, subreportes, pesca ilegal, aumento de la mortalidad natural por predación de la jibia, canibalismo y sobrestimación del tamaño del stock, entre otros (Arancibia *et al.*, 2007; Payá, 2006; Lillo *et al.*, 2005), aunque también se podrían considerar los aspectos planteados por Neira *et al.* (2014) en lo relativo al impacto de las variaciones ambientales en el sistema de la corriente de Humboldt.

Desde mediados del año 2002 la zona de la pesquería se vió invadida por una inusual abundancia de jibia, hecho que afectó el normal desenvolvimiento de la actividad de captura de merluza común, pero que no impactó de igual manera a los distintos sectores, siendo afectada primero la actividad artesanal de la Quinta Región y posteriormente el subsector industrial. La invasión de jibias en la última década podría haber influido en la dinámica espacial del stock el que ha mostrado desplazamientos latitudinales que se reflejan en la posición de su centro de gravedad, lo cual podría alterar la disponibilidad del recurso hacia los sectores extremos de su distribución (Gálvez *et al.*, 2012), como del tamaño de su stock.

Los cruceros efectuados previos y posteriores al 2002 registraron una gran diferencia en la composición específica de la fauna acompañante, caracterizada por el aumento explosivo de la abundancia de jibia, que pasó a constituirse en los años 2004 y 2005 en el principal componente de la estructura faunística demersal de la zona centro sur, desplazando a la merluza común, situación que se revierte el 2007, cuando la merluza común vuelve a ser la principal componente de la fauna bento demersal, pero manteniéndose en segundo lugar la jibia y en calidad de predador tope.



La observación macroscópica del contenido estomacal de ejemplares de jibia capturados durante el crucero, corroboran la conducta ictiófaga de ésta. La presencia de peces óseos y, particularmente, merluza común, constituyen los principales ítems alimentarios de esta especie. Esta conducta a sido reportada por otros autores (Chong *et al.*, 2005). Este comportamiento también ha sido reportado para el golfo de Méjico, donde el contenido estomacal contiene un alto porcentaje de peces óseos (Markaida, 2006). En este sentido, el 75,3% de los estómagos examinados a bordo presentó merluza común como presa, nivel que se mantiene en los rangos observados para cruceros anteriores (Lillo *et al.*, 2015). Lo anterior concuerda con resultados obtenidos en la zona centro sur de Chile (Cubillos *et al.*, 2004; Chong *et al.*, 2005). Cabe destacar que la dieta de la jibia está fuertemente asociada al tipo de pesquería en que se realizó la colecta de estómagos (Ibañez *et al.*, 2008).

La presencia de jibia debió haber generado algún impacto en el stock de merluza común, considerando la importancia de esta especie en su dieta. En este sentido, estudios realizados en la zona centro sur de Chile reportan valores importantes en la participación de merluza común en la dieta de la jibia, los cuales fluctuarían entre 15% (Arancibia *et al.*, 2007) hasta 93% (Ulloa *et al.*, 2006), con valores intermedios entre 70 y 86%, estimados en los cruceros de evaluación directa realizados entre 2006 y 2015 (Lillo *et al.*, 2015), por lo que el valor estimado en el presente estudio se mantiene dentro de los límites históricos de consumo de merluza común. Las variaciones en la presencia de merluza común en el contenido gástrico de jibia, están más relacionadas con el carácter de cazador oportunista y depredador tope de esta especie, ya que dependiendo de las presas que tenga a su disposición es sobre las cuales depreda.

El rango de la distribución de tallas de jibia (~74 cm de LM), presente en el área y período de estudio, y si se considerando que esta especie podría preda sobre peces cuya talla puede alcanzar hasta el 50% de la longitud de su manto (Fields *et al.*, 2007), hace que posible que se vean afectados ejemplares de merluza común que podrían alcanzar hasta el grupo de edad IV (~48 cm), afectando no solamente a los individuos juveniles sino que también una fracción importante de los ejemplares adultos.

Los indicadores reproductivos evidenciaron que la merluza común en el periodo y área prospectada se encontró mayoritariamente en desarrollo del proceso reproductivo, principalmente en fase de maduración avanzada y con menor aporte al desove. Los resultados señalaron 79% de hembras sexualmente activas, de las cuales 11% presentó desove, hecho que mostró una condición muy similar a la observada en el 2015 con 1% y 2% mayor, respectivamente (Lillo *et al.*, 2016). Por su parte, la serie de evaluaciones al recurso en el invierno austral son concordantes en cuanto a la predominancia de hembras en desarrollo del evento reproductivo, antecedentes que corroboran el principal periodo reproductivo de merluza común asociado a los meses de julio a octubre (invierno-primavera) (Balbontín y Fischer, 1981, Alarcón *et al.*, 2004 y Tascheri *et al.*, 2006; Alarcón *et al.*, 2008 y Gálvez *et al.*, 2008).

En el factor espacial, la actividad reproductiva se verificó en toda el área de estudio. En las cuatro subzonas los valores medios de IGS de hembras adultas (≥ 35 cm) reflejaron actividad, aunque variando significativamente con el menor valor en la zona 3. Por su parte, el análisis histológico mostró



el predominio de hembras con fases de desarrollo gonadal, destacando en las tres primeras zonas la mayor frecuencia de ovarios en vitelación tardía, mientras que en la zona más al sur, las hembras presentaron similar incidencia de distintas fases de desarrollo, sin sobresalir claramente una de otra. En cuanto a los desoves, el mayor aporte correspondió a las hembras en la zona 2 y 4. En términos batimétricos, las hembras sexualmente activas (prácticamente ≥ 30 cm) en algún grado de desarrollo (IGS: 5% – 15%) presentaron un amplio espectro de distribución en todo el rango de profundidad, entre 50 y 500 m, a diferencia de las hembras en condición de desove activo (IGS > 15%) y en postdesove reciente (con folículos postovulatorios) que manifestaron un comportamiento somero hasta los 200 m.

En cuanto a la fracción participante del evento reproductivo, la actividad incrementó marcadamente a partir de las hembras del grupo de tamaños 30 – 34 cm (67%), para sobrepasar 90% en hembras ≥ 35 cm, aunque a nivel del IGS medio el incremento significativo ($P < 0,05$) se reflejó en el grupo 35 – 39 cm. Por zonas, la condición fue similar con alta actividad en el grupo 30 – 34 cm, pero destacando en la zona 1, a diferencia de las zonas 3 y 4, un aporte relativamente importante de ovarios en desarrollo en el grupo menor a 30 cm. A través de la tendencia del IGS, los registros medios incrementaron a partir del grupo 30 – 34 cm en el sector centro norte, con el mayor aumento en la zona 1, mientras que en las zonas 3 y 4 se evidenció desde el grupo 35 – 39 cm. Por su parte, las hembras virginales predominaron claramente en el grupo de longitudes menores a 30 cm, donde en el sector norte del área hasta 34° S presentaron tamaños que no sobrepasaron los 20 cm, en cambio entre los 35° y 42° S los tamaños se extendieron en torno a los 30 cm, a la vez que en este último sector presentaron una mayor concentración. De estos resultados se desprende el rango de tamaños de transición a la madurez sexual, que corresponderían a hembras bajo los 34 cm. De igual forma, se visualiza una maduración diferencial entre zonas, con precocidad en las hembras del sector centro norte, hecho concordante a lo reportado en las recientes evaluaciones al recurso que señalan la maduración temprana de la merluza común (Lillo *et al.*, 2016).

Los antecedentes de madurez sexual en hembras de merluza común señalan estimaciones para diferentes periodos y localidades, los que de acuerdo a la trayectoria histórica reflejan la reducción del parámetro. Así, Balbontín y Bravo (1993) la reportaron en 36,5 cm para el sector de San Antonio; de 33,5 cm para Valparaíso y de 39,1 y 36,6 cm para San Vicente. Para hembras entre Constitución e Isla Mocha se estimó en 37,0 cm (Alarcón y Arancibia, 1993). De acuerdo a Payá *et al.* (1997), entre los años 1983 y 1993, los valores variaron de 36,9 a 41,0 cm en la zona norte (29° S – 37° S) y de 34,4 a 42,3 cm en la zona sur (37° S – 41° S), ante lo cual concluyeron la relativa estabilidad espacial y temporal del parámetro. Por otro lado, Alarcón *et al.* (2008) reportaron la disminución del parámetro para la serie 1997-2007, desde un valor promedio en torno a 40 cm entre 1997 y 2002 a una talla próxima a 32 cm entre 2003 y 2007. Así mismo, estos autores calcularon para el año 2006 una talla de 31,4 cm entre Valparaíso y los $41^{\circ}30'$ S. Por su parte, Gálvez *et al.* (2008; 2009) entregaron estimados de 30,6 cm y 29,9 cm para las regiones V a VIII.

Con respecto a la serie de evaluaciones directa al recurso, los datos dejan de manifiesto la restricción y la posterior relativa estabilidad del parámetro a la talla. Entre 2001 y 2004, los estimados dieron un valor medio de 38 cm, mientras que desde el 2005 la tendencia fue al descenso gradual hasta mostrar



una clara caída en el año 2009 (29,5 cm), con un valor medio en este periodo 2005 - 2009 de 34 cm. Por su parte, entre 2010 y 2013 los valores se mantienen en torno a 30 cm, variando de 28,9 a 31,2 cm. En cuanto a los años 2014 y 2015, los valores obtenidos fueron los más bajo de la serie (26,9 y 27,1 cm), sin embargo estos años se caracterizaron por tener débilmente representados en el ajuste los tamaños entre 17 y 28 cm, aspecto gravitante por cuanto corresponden a hembras virginales y de transición a la madurez (rama izquierda), hecho que no descarta que los estimados probablemente estén sesgados más allá de la esperable plasticidad natural del parámetro. De igual manera, la disminución de la talla de madurez se observó al separar las hembras por sectores agrupados norte y sur del área de prospección (Lillo *et al.*, 2014). Otro rasgo a considerar en el análisis entre sectores, es que las hembras de las zonas al norte muestran en la serie histórica estimados a menor talla ($L_{50\%}$), hecho que podría explicarse por diferencias en la distribución espacial de ejemplares reclutados a la madurez, como también a un probable desfase espacial en el proceso de maduración como respuesta adaptativa a su ambiente. Por lo demás, este gradiente latitudinal en los estimados de madurez concuerda con lo descrito por Balbontín y Fischer (1981), Payá *et al.* (1997), Lillo *et al.* (2002), Tascheri *et al.*, 2006 y Alarcón *et al.* (2008). En relación con la presente evaluación, los datos permitieron el ajuste para las hembras en el área de estudio y para las hembras agrupadas del sector sur, entregando estimados de 30,0 y 31,8 cm, respectivamente. Este valor para el área es similar a los registros entre los años 2009 y 2013, lo que indica que el parámetro a la talla se mantiene relativamente estable en el nivel inferior de la serie histórica.

Acerca de la modalidad de desove, la merluza común es un desovador parcial con fecundidad anual indeterminada. En este aspecto, el contar con información sobre la estrategia reproductiva de la especie es de vital importancia cuando se busca obtener medidas de parámetros adultos, como el potencial de desove o la fecundidad (Murua *et al.*, 2003). Así mismo, para el cálculo de la fecundidad, la condición necesaria es seleccionar ovarios en desarrollo que garanticen la separación modal de ovocitos próximos a ser ovulados. Es así que en merluza común, mediante el análisis histológico y de la distribución de tamaños de los ovocitos, se determinó como propicio para la fecundidad aquellos ovarios con ovocitos sobre 750 μm , en fase próximo a la hidratación (núcleo migrante) e hidratados (Lillo *et al.*, 2013). De igual modo, Hunter *et al.* (1985) señalan que la composición de tamaños de los ovocitos en estado de migración del núcleo refleja la moda reclutada al desove, siendo factible de utilizar en conjunto con las hembras hidratadas para el estimado de fecundidad parcial. No obstante, al igual que años anteriores, las limitaciones biológicas y operativas inciden en la frecuencia de este tipo de ovarios, logrando este año estimar la fecundidad con 26 hembras.

En relación con los estimados de fecundidad de la serie de cruceros de evaluación, los datos señalan una notoria caída en los años 2004 y 2005 (entre 62.621 y 143.585 ovocitos), respecto a los promedios obtenidos en el 2001 y 2002 (entre 139.615 y 217.687 ovocitos). En adelante, a partir del año 2006, los registros medios se mantienen en el rango inferior, con fluctuaciones que se acotan principalmente entre 60.000 y 100.000 ovocitos (Lillo *et al.*, 2016). En cuanto al presente estudio, la fecundidad mantiene la tendencia de los últimos años, con 8% menor y 46% mayor de los valores calculados en el 2015 y 2014, respectivamente. Por otro lado, el análisis de la serie 2004 – 2016 indicó diferencias significativas ($p < 0,05$), no obstante, tanto la fecundidad parcial y relativa de 2016 no variaron significativamente con los últimos cuatro años ($p > 0,05$).



En la actualidad, merluza común se mantiene en una desmejorada condición biológica, sin mostrar cambios significativos en la biomasa respecto a la deteriorada situación del stock en los últimos años. A partir de 2004 la biomasa experimentó un drástico descenso, cuyo estado actual del recurso se caracteriza por una estructura poblacional constituida mayoritariamente por un rango estrecho de tamaños y edades (Lillo *et al.*, 2016). Dado que es generalizado que los parámetros reproductivos individuales se relacionan con la talla o la edad, a nivel poblacional, cambios en la composición de talla y edad de los reproductores puede impactar negativamente su potencial reproductivo, en términos de fecundidad (Macchi *et al.*, 2006 y Melhaut *et al.*, 2010), frecuencia (Parrish *et al.*, 1986) y duración del desove (Nunes *et al.*, 2011; Alonso-Fernández y Saborido-Rey, 2011). Los peces jóvenes utilizan más energía para el crecimiento, mientras que la canalización hacia la reproducción incrementa con la edad (Lambert *et al.*, 2003). De igual manera, puede reducir el potencial de sobrevivencia de huevos y larvas al disminuir el tamaño del huevo (Hinckley, 1990). Por otra parte, tanto los parámetros de longitud y edad de madurez pueden variar frente a condiciones externas que determinan cambios en la abundancia de la población (Wootton, 1990). Al respecto, hasta el 2003 la edad de madurez de merluza común se estimó en alrededor de 3,5 años, pero a partir del año 2004 disminuyó en torno a los 2,5 – 3 años (Lillo *et al.*, 2009). Al menos dos hipótesis no exclusivas son consideradas para los cambios en la madurez debido al efecto de la pesca, que son: (1) la hipótesis de “respuesta compensatoria” mediado por plasticidad fenotípica en respuesta al cambio ambiental que conduce a un rápido crecimiento y por lo tanto a una maduración temprana; y (2) la hipótesis de “respuesta evolutiva” donde la explotación intensiva tiene un efecto selectivo de genotipos de maduración temprana, a tallas y edades más pequeñas (Engelhard y Heino, 2004). En este aspecto, Cerna *et al.* (2013) realizaron un análisis histórico del crecimiento somático de merluza común considerando tres periodos en referencia a importantes variaciones en la biomasa del stock (1972-1990; 1991-2003; 2004-2009), concluyendo que no observaron cambios en el crecimiento atribuibles a la densidad-dependencia. En cuanto a antecedentes del género *Merluccius* se atribuyen a cambios en la biomasa, factores ambientales y presión pesquera como causales de las variaciones en la talla de madurez sexual (Guevara-Carrasco y Leonart, 2008; Habouz *et al.*, 2011; Domínguez *et al.*, 2008).

La desmejorada condición del stock de merluza común, tanto en tamaño como estructura, con repercusiones en su potencial reproductivo (disminución de la talla/edad de madurez y fecundidad), permiten evidenciar el delicado estado en que se mantiene la población, toda vez que está compuesto de una mayor proporción de ejemplares jóvenes de menor experiencia reproductiva. Si bien, la maduración temprana puede mantener un cierto nivel de biomasa desovante, los aportes potenciales para los procesos reproductivos de los reproductores jóvenes son inferiores al de los ejemplares más viejos, es decir, hembras más jóvenes tienen una fecundidad proporcionalmente menor, una temporada de desove más corta y probablemente desovan con menor frecuencia (Marshall *et al.*, 1998). De acuerdo a Landaeta y Castro (2012), las modificaciones que detectaron en las características de desove de merluza común, en cuanto a la ausencia del área de desove al sur del Cañón del Itata y la disminución progresiva del tamaño de los huevos, fueron coincidentes con la abrupta caída de la biomasa y el cambio en el tamaño de los adultos observado en el 2004 y 2005.



Para la fauna, la información recolectada indica que los peces son la base de la fauna que caracteriza las comunidades bento demersales de la zona de estudio, constituyendo alrededor de 94% de la fauna capturada en los lances de identificación. Merluza común sigue siendo la principal especie en este ecosistema, lo que se mantiene con cierta estabilidad desde el año 2006, mientras que la presencia de jibia se mantiene en posición secundaria (Lillo *et al.*, 2015), detectándose en este crucero un descenso de su participación, respecto de los registros obtenidos durante los cruceros 2014 y 2015. Estas variaciones en los rendimientos de jibia durante los cruceros de invierno se han reportado en otros estudios (Zúñiga *et al.*, 2008), describiéndose ciclos en las capturas comerciales de esta especie con aumentos de captura entre abril y julio (otoño - invierno). Las variaciones que se observan en el período de evaluación 2006 - 2016 se mantienen por debajo de lo ocurrido en los años 2004 y 2005 (Lillo *et al.*, 2004 y 2005), donde los niveles de participación de jibia superaron ampliamente los registros de captura de merluza común.

Los análisis de clasificación y ordenación, indican que las comunidades bento-demersales presentes en la zona de estudio tienen un patrón de distribución asociado principalmente a la batimetría de la zona. Otros estudios similares (Páramo *et al.*, 2012) reportan un comportamiento similar de la fauna, es decir, agrupación primaria por gradiente batimétrico y secundariamente por latitud. El grado de perturbación del ecosistema (curvas de k-dominancia), da las evidencias de que este sistema tiene un bajo grado de perturbación, desde el punto de vista de la abundancia relativa y numérica de las especies. Las leves variaciones que se observan en la evolución de las curvas están más asociadas a cambios en la estructura de tamaños de las especies y en particular a la presencia de individuos de pequeño tamaño (Yemane *et al.*, 2005).

De estos análisis, es posible distinguir dos zonas biogeográficas: una que se localiza al norte del paralelo 38°S y que se caracteriza por presencia de crustáceos decápodos y secundariamente peces, y otra zona que se ubica al sur de este paralelo y que se compone principalmente de peces con mínima presencia de crustáceos. Estas áreas se relacionan con lo descrito por Camus (2001). Este autor describe dos unidades biogeográficas de gran escala: una al sur de Chiloé y otra al norte, siendo esta última una zona de transición. Por otro lado, la condición histórica de elevados niveles de similitud, reportados en estos estudios, indican que la zona total de estudio no tiene alteraciones significativas que generen cambios en la estructura de fauna, ya que siempre son las mismas especies las que forman a estas comunidades.

La distribución horizontal de la TSM reveló la ausencia de gradientes zonales de importancia, y una leve variación meridional ($\sim 2,5-3$ °C), con aguas comparativamente más cálidas (~ 14 °C) al norte de los 32°S, y aguas más frías ($< 11,5$ °C) al sur de los 38°S. A los 100 m se verifica un patrón térmico homogéneo con ausencia de variaciones zonales y meridionales y el dominio de las isotermas de 11 y 12 °C. Se observa ausencia de variaciones zonales y escasa fluctuación meridional con el dominio de las isotermas de 11 y 10 °C en el estrato de 200 m de profundidad. La salinidad y densidad superficial mostraron variaciones meridionales importantes, así como variaciones zonales en la región sur (> 37 °S), verificando aguas más salinas y densas al norte de los 35°S, y aguas menos salinas y de menor densidad al sur de los 38° donde destacan núcleos de densidades superficiales menores a



los 33 psu/25,4 σ_t en la franja costera al sur de los 39 °S, debido a la mezcla con aguas continentales provenientes principalmente del complejo Valdivia-Tornagaleones y el río Bueno.

La distribución de temperatura reveló variación meridional y baja estratificación vertical a lo largo de toda el área de estudio, no obstante, se verificó gradientes meridionales y estratificación vertical de densidad en buena parte del área prospectada, con picnoclinas débiles situadas entre los 30 y 90 metros. El campo vertical de salinidad mostró tres lentes superficiales de aguas menos salinas que intensifican hacia el sur, centrados en 35°S (río Maule), 36-37°S (complejo Itata-Bíobío), y 40-41°S (Bahía Corral-río Bueno). Se evidencia una haloclina entre los 50 y 100 m. Se aprecia claramente un estrato sub-superficial de alta salinidad (máximo salino, >34,5 psu) y pobremente oxigenado (mínimo de oxígeno, < mL L⁻¹) situado entre los 60-70 y los 400 m al norte de los 32°S, para posteriormente estrecharse y debilitarse al sur de los 39°S, situación que caracteriza a las AEES en su flujo hacia el polo. Toda el área de estudio mostró oxiclina bien desarrolladas entre los 30-40 y los 100 metros de profundidad.

Se identificó la presencia de tres tipos de agua: las Aguas Subantárticas (ASAA), Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES) y la presencia incipiente de las Aguas Intermedia Antártica (AIA) hacia las máximas profundidades de muestreo.

La distribución espacial de las estructuras oceanográficas verticales (PCM, PBT y PMO) revelan diferencias meridionales asociadas a dos sectores distintos, al norte y sur de los 37-38°S. Verificando distribuciones más homogéneas (sin gradientes zonales ni meridionales) en la región norte, con PCM más someras (20-30 m), menores valores de PBT (40 m) y valores de PMO centrados en 90-100 m; en tanto que en el sector sur se observaron mayores valores de PMC (>40 m), PBT más profundas (~70 m) y una profundización de la PMO hasta alcanzar profundidades de ~ 160 m.

Los rangos ambientales determinados a la profundidad media de los cardúmenes de merluza común verifican la asociación del recurso con las AEES en gran parte del área de estudio, lo que sugiere la incursión de manera habitual del recurso en un ambiente caracterizado por aguas comparativamente más frías, de altas salinidades y bajo contenido de oxígeno, comportamiento que se verifica también, en los rangos ambientales realizados para el período 1997-2016.

Los modelos GAM utilizados mostraron buenos niveles de significancia estadística. Los resultados indican una relación con forma de domo entre la densidad de merluza común y la latitud, incrementando a partir de ~33°S y declinando al sur de los 38°30'S. La distribución zonal mostró una distribución preferencial del recurso al oeste de los 73°30'S, la cual coincide con el modelo histórico, evidenciando. La distribución batimétrica mostró un rango preferente entre 150 y 380 metros asociados a la plataforma continental y su quiebre.

Las relaciones no lineales de la densidad acústica de merluza común y la temperatura a la profundidad de las agregaciones, mostró una preferencia por aguas entre 10 y 12°C, a diferencia de la información histórica 1997-2016 que mostró forma de domo entre 8 y 11°C, así como una distribución preferencial



por aguas con salinidades entre los 33,8 y los 34,3 psu y niveles de oxígeno sobre los 4 ml L⁻¹, escenario que difiere con la modelación histórica. La densidad de los cardúmenes de merluza común se observa una tendencia sostenida a disminuir a partir del 2000, sin embargo en los dos últimos años de evaluación (2015 y 2016), se ha observado un incremento en la densidad de las agregaciones, registrando un máximo en el presente año de evaluación.

El ictioplancton disminuyó su cobertura espacial en relación a invierno de 2015, sin embargo, presentó una mayor extensión meridional respecto de los años previos al 2014. Los indicadores abundancia de huevos y larvas de merluza común se encuentran dentro de los registros más altos de la serie de datos 2004-2015. El patrón de distribución espacial de los huevos de merluza común coincidió con el observado en el zooplancton, lo que sugiere el acople espacial. De los análisis GAM se desprende un efecto positivo de la temperatura sobre la densidad de huevos de merluza común, así como de la ubicación meridional de éstos, siendo más frecuente encontrar valores altos sobre los 13°C y a partir del paralelo 35°S hacia el sur del área explorada.

Finalmente, el stock de la merluza común continúa sustentado de manera importante por ejemplares juveniles lo que impacta de manera directa en la capacidad de recuperación del stock. Esta situación llevó al Comité Científico a tomar la decisión de declarar el stock de merluza común en estado de sobreexplotación y con riesgo inminente de colapso.



7. CONCLUSIONES

- a) La biomasa media total de merluza común se estimó en 242.920 toneladas (239.026 – 246-814) por el método geoestadístico. Para el estimador de razón se estimó una biomasa de 244.550 toneladas con intervalos de confianza entre 237433 y 251.667 toneladas.
- b) La abundancia de merluza común se estimó en 1.126.077.739 individuos de los cuales 530.143.970 (47,1%) corresponden a machos y 595.933.769 (52,9%) a hembras
- c) El sector central del área de estudio, compuesto por las subzonas 2 y 3 concentró 968.285.128 ejemplares y 214.049 toneladas, equivalentes a 88% y 86%, respectivamente del total de la abundancia y biomasa
- d) La biomasa del stock experimentó un repunte, alrededor de un 13%, respecto de lo informado durante 2015, sumado a un aumento de la abundancia y disminución del peso medio.
- e) Se detectó presencia de juveniles en toda el área de estudio, sin que se distingan áreas especiales con predominio de esta fracción. Adicionalmente, la estructura global de tallas mostró la presencia de individuos de menor tamaño respecto de lo observado durante 2015, pasando de una principal de 35 cm en 2015 a 30 cm durante el presente estudio.
- f) La estructura demográfica mantiene la tendencia observada en los últimos años con un stock sustentado en pocos grupos etários, siendo los grupos de edad más importantes los GE I a III en machos y GE I y IV en hembras. Estos cinco grupos de edad representaron más del 90% de la abundancia del stock.
- g) El stock continúa con una estructura demográfica deteriorada, con una alta componente de ejemplares juveniles sostenida por escasas clases anuales de menor edad y que mantiene al stock en un estado delicado en términos de su estructura etaria y tamaño.
- h) El análisis de los indicadores reproductivos, indicó que merluza común se encontró mayoritariamente en desarrollo del proceso reproductivo, principalmente en fase de maduración ovárica avanzada (79%) y con menor aporte al desove (11%). Este hecho representó 1% y 6% mayor respecto a lo visualizado en el crucero de 2015.
- i) Las hembras sexualmente activas incrementaron su participación a partir del grupo de tamaños 30 – 34 cm LT, mientras que los ejemplares menores a 30 cm se caracterizaron por una condición dominante virginal.
- j) La talla de madurez ($L_{50\%}$) de las hembras en el área prospectada fue 30 cm, este valor sugiere que el parámetro de primera madurez se mantiene en el rango de los valores observados en los últimos años.
- k) El potencial de fecundidad parcial promedio fue 77.706 ovocitos (cv 110%) y la fecundidad relativa promedio de 115 ovocitos (cv 44%) valores que disminuyeron un 8% y 16%, respectivamente, respecto de los valores estimados el 2015.



- l) La fracción de peces óseos (Clase Osteichthyes) constituyen el principal aporte de la fauna presente en la zona, aportando más del 90% de la captura efectuada durante la evaluación.
- m) Los resultados obtenidos a partir de la fauna presente en los lances de identificación, mantienen a la merluza común como la principal especie que da forma al sistema bentodemersal de la plataforma continental de la costa centro sur de Chile, mientras que la jibia mantiene una posición secundaria, manteniéndose como el depredador tope de la cadena trófica que regula este ecosistema.
- n) Durante el crucero y en comparación a los registros históricos, se registró un descenso en los niveles de abundancia de huevos y larvas, respecto de lo observado durante 21015, sin embargo, los niveles encontrados se mantienen en dentro de los niveles históricos de la serie 2000 – 2016. La abundancia zooplanctónica se mantuvo dentro de los límites de registros históricos, con predominio del grupo de copépodos y eufaúsidos toda la zona.
- o) La distribución horizontal de la TSM reveló ausencia de gradientes zonales y leve variación meridional ($\sim 2,5^{\circ}\text{C}$), con aguas frías ($<^{\circ}\text{C}$) al sur de los 38°S , y aguas comparativamente más cálidas ($\sim 14^{\circ}\text{C}$) al norte de los 32°S . En profundidades mayores de 100 m se verifica la virtual ausencia de variaciones zonales y meridionales, con predominio de isotermas en torno a 11°C . Salinidad y densidad superficial mostraron cambios meridionales y zonales importantes, con presencia de aguas más salinas y densas al norte de los 35°S , y menos salinas y densas al sur de los 38°S , destacando núcleos de bajas densidades asociados a mezcla con aguas continentales.
- p) Los rangos ambientales determinados a la profundidad media de los cardúmenes de merluza común verifican la asociación del recurso con las AESS en gran parte del área de estudio, lo que sugiere la incursión de manera habitual del recurso en un ambiente caracterizado por aguas frías, de altas salinidades y bajo contenido de oxígeno, comportamiento que se verifica también, con escasa variabilidad interanual, en el análisis de los rangos ambientales realizados para el período 1997-2016.



8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña E., J.C. Villarroel, M. Andrade y A. Cortés. 2005. Fauna Acompañante en pesquerías de arrastre de crustáceos de Chile: Implicancias y desafíos desde la perspectiva de la biodiversidad. En: E. Figueroa (Ed.), Biodiversidad marina: Valoración, Usos y Perspectivas ¿hacia dónde va Chile? P. 395-422. Editorial Universitaria, Santiago Chile.
- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos y R. León. 2006. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2006. Informe Final Proyecto FIP N° 2006-04, 424 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés y L. Cubillos. 2010. "Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2009". Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2009-15, 366 pp.
- Aguayo, M. y V. Ojeda 1987. Estudios de la edad y crecimiento de merluza común (*Merluccius gayi gayi* Guichenot, 1848) (Gadiformes - Merlucciidae). Invest. Pesq. (Chile) 34: 99-112.
- Aguayo, M. 1996. Biology and fisheries of Chilean hakes (*M. gayi* and *M. australis*) En: Jürgen Alheit y Tony Pitcher (Ed). Hake: Biology, fisheries and market. Chapman y Hall, London.
- Aguayo, M. y H. Robotham. 1984. Dinámica poblacional de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) Gadiformes-Merlucciidae. Invest. Pesq. (Chile) 31, 17-45.
- Aguayo, M. y Young, Z. 1982. Determinación de los factores que han incidido en los cambios de la abundancia del recurso merluza común (*Merluccius gayi gayi*) en el periodo 1968-1981. Inf. Cient-Téc. Inst. Fom. Pesq. Chile, 79 pp.
- Alarcón, R., F. Balbontín, M. Aguayo, P. Ruiz, S. Núñez, G. Herrera, G. Claramunt y A. Sepúlveda. 2008. Biología reproductiva de merluza común. Informe Final Corregido Proyecto FIP 2006-16, 292 pp.
- Alarcón, C., L. Cubillos y C. Oyarzún. 2004. Influencia del tamaño de la hembra en la duración e intensidad de la actividad reproductiva de *Merluccius gayi gayi* en la zona centro-sur de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 32(2): 59-69.
- Alarcón, R y H. Arancibia. 1993. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848), Ciencia y Tecnología del Mar (CONA) 16: 31-45.
- Alarcón-Muñoz R, Cubillos L y Gatica C. 2008. Jumbo squid (*Dosidicus gigas*) biomass off central Chile: effects on Chilean hake (*Merluccius gayi*). CalCOFI Rep. 49, 157-166.



- Alheit, J. y T. Pitcher 1996. Hake: Biology, fisheries and market. Chapman y Hall, London.
- Arancibia, H., R. Roa, S. Neira y M. Barros. 2010. Informe final proyecto FIP 2009-22. Evaluación de estrategias de recuperación en la pesquería de merluza común. Universidad de Concepción. 302 p. + anexos.
- Arancibia, H., M. Barros, S. Neira, U. Markaida, C. Yamashiro, L. Icochea, C. Salinas, L. Cubillos, Ch. Ibáñez, R. León, M. Pedraza, E. Acuña, A. Cortés y V. Kesternich. 2007. Informe Final Proyecto FIP 2005-38. Análisis del impacto de la jibia en las pesquerías chilenas de peces demersales. Universidad de Concepción / Universidad Católica del Norte, 299 p. + Anexos.
- Arancibia, H. y S. Neira. 2006. Proyección de mediano plazo de la biomasa de merluza común de Chile central mediante un enfoque ecotrófico multiespecífico. <http://www.Subpesca.cl/> Proyecciones de biomasa de merluza común bajo un enfoque ecotrófico (H. Arancibia - UdeC).
- Arancibia, H. (Ed.). (2015). Hakes: Biology and Exploitation. John Wiley y Sons.
- Arcos, D. F. 1975. Copépodos Calanoídeos de la Bahía de Concepción, Chile. Conocimiento sistemático y variación estacional. Gayana Zool. 32:1 - 31.
- Askland, M. 2011. Toward estimating the variance in acoustic surveys based on sampling design. Open Journal of Marine Science, 2011, 1, 1-17. <http://dx.doi.org/10.4236/ojms.2011.11001>
- Augustin, H.N. D.L. Borchers, E.D. Clarke, S.T. Buckland y M. Walsh. 1998. Spatiotemporal medelling for the annual egg production method of stock assessment using generalized additive models. Can. J. Fish. Aquat. .Sci. 55: 2608-2621.
- Balbontín F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar. Inst. Oceanol. Univ. Valparaíso. 17(3): 285-334.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 1993. Variaciones temporales en la fecundidad y en la talla de la primera madurez sexual en la merluza común. Informe para el Instituto de Investigación Pesquera VIII Región, 30 págs.
- Balbontín, F., F. Uribe, R. Bernal y M. Braun. 2004. Descriptions of larvae of *Merluccius australis*, *Macruronus magellanicus*, and observations on a larva of *Micromesistius australis* from southern Chile (Pisces: Gadiformes). New Zealand Journal of Marine Freshwater Research, 38: 609-619.
- Barnes, R. 1995. Zoología de los invertebrados. México, D.F., Interamericana Ed. 1.157 pp.



- Bernal, R., F. Balbontín y O. Rojas. 1997. Patrones de distribución de huevos y larvas de *Merluccius gayi gayi* de la costa de Chile y factores ambientales asociados. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 32(1): 45-66.
- Bigelow, H.B., y W.C. Schroeder. 1953. *Fishes of the gulf of Maine*. U.S. Fish Bull. Vol. 53.
- Boenheimer, F. 1955. *Précis d'écologie animale*. Payot, Paris.
- Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and *in situ* target strength measurements. ICES. C. M. 1990/B: 21.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP. Mar del Plata, Argentina, 936 pp.
- Bougis, P. 1974. *Ecologie du plancton marin*. II. Le zooplancton, 200 p.
- Bray, J.R., y J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27:325-349.)
- Brown-Peterson, N.J., D.M. Wyanski, F. Saborido-Rey, B. J. Macewicz, S. K. Lowerre-Barbierie. 2011. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes. *Mar. Coast. Fish.* 3:52-70
- Camus, P. 2001. Biogeografía de Chile continental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74: 587 – 617.
- Candy, S. 2004. Modelling catch and effort data using generalised linear models, the Tweedie distribution, and random vessel effects: Longline fishery for *Dissostichus eleginoides* in CCAMLR Area 48.3. CCAMLR document WG-FSA SAM-03/12:36 p.
- Chambers, J.M. y T.J. Hastie. (eds.), 1992. *Statistical Models En S*. Wadworth y Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.
- Chong, J., C. Oyarzún, R. Galleguillos, E. Tarifeño, R. Sepúlveda y C. Ibáñez. 2005. Parámetros biológicos-pesqueros de la jibia, *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) (Cephalopoda: Ommastrephidae), frente a la costa de Chile Central (29° - 40° S) durante 1993-1994. *Gayana* 69(2): 319-328.
- Clarke, K. R. y R. H. Green. 1988. Statistical design and analysis for a biological effects study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Vol 46, pp.213-226.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 1994. *Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 144p.
- Cleveland, W.S., E. Grosse y W.M. Shyu 1992. Local regression models. In: Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), *Statistical Models in S*. Wadworth y Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.



- Clifford, H.T. y W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification, Academic Press, New York
- Cochran, W.G. 1977. Sampling techniques. 3rd edition. Wiley and Sons. New-York, 413 p.
- Cressie, N. A. C. 1993. Statistics for spatial data. John Wiley and Son, Inc.
- Cubillos, L. y Arancibia, H. 1992. Evaluación del recurso merluza común (*Merluccius gayi gayi*) de la zona centro sur de Chile por análisis de reducción de stock. *Biología Pesquera* 21: 13-19.
- Cubillos, L., Ibáñez Ch., González C. y A. Sepúlveda 2004. Pesca de Investigación: Pesca de Jibia (*Dosidicus gigas*) con red de cerco entre la V y X Regiones, año 2003. Inst. Inves. Pesq. VIII Región. Talcahuano (Chile). : Pp.1-48.
- Cubillos, L., C. Alarcón y H. Arancibia. 2007. Selectividad por tamaños de las presas en merluza común (*Merluccius gayi gayi*), zona centro-sur de Chile (1992-1997). *Investigaciones Marinas*. 35(1):55-59.
- Chilton, D. and R. Beamish. 1982. Age determination methods for fishes studies by the groundfish. Program at the Pacific Biological Station. *Can. Pacific. Fish. Aquat. Sci.* 60:102 p.
- Dark, T. 1975. Age and growth of Pacific hake. *Merluccius productus*. *Fish. Bull.*, 73 (2).
- Dobson, A. 2002. An Introduction to Generalized Linear Models 2nd Edition Chapman and Hall, London.
- Domínguez-Petit, R., M. Korta, F. Saborido-Rey, H. Murua, M. Sainza and C. Piñeiro. 2008b. Changes in size at maturity of European hake Atlantic populations in relation with stock structure and environmental regimes. *J. Mar. Syst.*, 71: 260-278.
- Efron, B y R. Tibshirani. 1986. Bootstrap methods for standard errors, confidence intervals, and other methods of statistical accuracy. *Statistical Science* (1): 54-77.
- El Habouz, H., L. Recasens, S. Kifani, A. Moukrim, A. Bouhaimi and S. El Ayoubi. 2011. Maturity and batch fecundity of the European hake (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758) in the eastern central Atlantic. *Scientia Marina* 75 (3).
- Espino, M., Castillo, R., Fernández, F. 1996. Biology and fisheries of Peruvian hake (*M. gayi peruanus*). En: Jürgen Alheit and Tony J. Pitcher (ed.) *Hake: Biology, fisheries and markets*. Chapman y Hall, London.
- Espino, M., Wosnitza-Mendo, C. 1989. Relación entre las poblaciones de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) y anchoveta (*Engraulis ringens*). En: R. Jordán R. Kelly, O. Mora, A. Ch. de Vildoso y N. Henríquez (eds). *Simposio Internacional Sobre Recursos Vivos y Pesquerías en el Pacífico Sudeste*. (CPPS), *Rev. Pacífico Sur* (Número especial), 235-239.



- Espino, M. 2001. El ambiente y los recursos pesqueros en el Perú: Una visión de largo plazo. En: Segundo taller regional sobre metodologías de evaluación hidroacústica de recursos pesqueros. Com. Perm. Pacífico Sur: 11-14.
- Fahay, M.P. 1983. Guide to the Early Stages of Marine Fishes Occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science. 4: 1 - 423.
- Field, J., K. Baltz, J. Phillips y W. Walker. 2007. Range Expansion and Trophic Interactions of the Jumbo Squid, *Dosidicus Gigas*, in the California Current. CalCOFI Rep., Vol. 48: 131-146.
- Fischer, W. 1958. Huevos, crías y primeras prelarvas de la "anchoveta" (*Engraulis ringens*) Jenyns. Rev. Biol. 8(1, 2 y 3): 111-124.
- Foot, K. H. Knutsen, G. Vestnes, D. MacLennan y J. Simmonds. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. Cooperative Research Report. ICES No.144.
- Froese, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. Fish and fisheries, 5(86-91).
- Frontier, S. 1980. Métodos de análisis rápido en muestras planctónicas. Acta Ocean. Pacífico. 1(1):137-145.
- Gálvez, M., H. Rebolledo, C. Cuevas. 1999. Determinación de áreas y períodos de reclutamiento. En: Dinámica espacial y batimétrica del stock de merluza común en relación a su ciclo de vida en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP, [http://fip.cl/proyectos/1997/IT 97-21](http://fip.cl/proyectos/1997/IT_97-21).
- Gálvez, M., H. Rebolledo. 2005. Estimating codend size selectivity of bottom trawl net in Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*) fishery. Investigaciones Marinas Valparaíso. 33(2):151-165.
- Gálvez, P. 2006. Indicadores biológico-pesqueros de merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848), obtenidos de la flota industrial. [http://www.Subpesca.cl/indicadores flota industrial](http://www.Subpesca.cl/indicadores_flota_industrial) (P. Galvez).pdf.
- Gálvez, P., F. Balbontín, G. Claramunt y J. Sateler. 2008. Monitoreo de las condiciones reproductivas de merluza común durante la veda biológica 2007. Informe Final Proyecto FIP N° 2007-28.
- Gálvez, P., F. Balbontín, G. Claramunt, G. Herrera, J. Sateler. 2009. Monitoreo de las condiciones reproductivas de merluza común durante la veda biológica 2008. Informe Final Proyecto FIP N° 2008-13.
- Gálvez, P., J. Sateler, J. Olivares, V. Escobar, V. Ojeda, Z. Young y J. González. 2012. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Proyecto: Pesquería Demersal Zona Centro Sur y Aguas Profundas, 2010 Sección II: Pesquería Demersal, 2010. Informe Final SUBPESCA, Valparaíso, Chile, IFOP.



- Gatica, C. y L. Cubillos. 2004. Análisis talla-estructurado de los cambios de abundancia en *Merluccius gayi gayi* entre 1992 y 2000. *Investig. mar.*, 2004, vol.32 (1): 71-87.
- Ginsburg, I. 1954. Whittings on the coast of the Americas continents. *Fish. Bull. U.S. Fish. Wild. Serv.* 96(56): 187 – 208.
- Glantz, S. y B. Sliker. 1990. *Primer of Applied Regression and Analysis of Variance*. McGraw-Hill.
- Gordon, S., H. Chisheng y K. Stephen. 1992. Spatial analysis of Bearing Sea groundfish survey data using generalized additive models. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1366-1378.
- Griffiths, F. B., G. H. Brown, D. D. Ried y R. R. Parker. 1984. Estimation of sample zooplankton abundance from Folsom splitter sub-samples. *J. Plank. Res.*, 6(5): 721-731.
- Guevara-Carrasco, R., Lleonart, J., 2008. Dynamics and Fishery of the Peruvian hake: between the nature and the man. *Journal of Marine Systems*. 71, 249–259.
- Gunderson, D. R. 1993. *Surveys of Fisheries Resources*. John Wiley and Sons. N.Y. 248 pp.
- Hansen, R., W. Madow, y W. Huwitz. 1954. *Sample survey methods and theory*. Vol. I and II. *Methods and applications*. J. Wiley and Sons. 564 pp.
- Harbitz, A y Aschan, M. (2003). A two-dimensional geostatistic method to simulate the precision of abundance estimates. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60(12): 1539-1551.
- Hastie, T. y R. Tibshirani. 1990. *Generalized additive Models*. Chapman y Hall, New York, 559 pp.
- Helsel, D.R. and R. M. Hirsch, 2002. *Statistical Methods in Water Resources Techniques of Water Resources Investigations*, Book 4, chapter A3. U.S. Geological Survey. 522 pages.
- Herrera, G., E. Bustos-Obregón y F. Balbontín. 1988. Morphological aspects of the gonadal maturation in the hake, *Merluccius gayi gayi*. *Rev. Biol. Mar.* 24 (1): 55-71.
- Hunter, J. y S. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fish Bull.*, U.S. 77: 641-652.
- Hunter, J., N. 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*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 67 - 77.
- Hunter, J. 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. In: R. Lasker (Ed) *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 63-65.



- Hunter, J. y B. Macewicz. 1985. Measurements of spawning frequency 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 Tech. Rep. NMFS 36: 79-94.
- Hilborn, R., y C. Walters 1987. A general model for simulation of stock and fleet dynamics in spatially heterogeneous fisheries. Can. J. of Fish. and Aquat. Sci., 44: 1366 -1369.
- ICSEAF. 1983. Guía de ICSEAF para la interpretación de Otolitos N° Merluza. Comisión Internacional de Pesquerías del Atlántico Sur - Oriental.
- Ibáñez CM, H Arancibia y LA Cubillos. 2008. Biases in determining the diet of jumbo squid *Dosidicus gigas* (D' Orbigny 1835) (Cephalopoda: Ommastrephidae) off southern-central Chile (34°S-40°S). Helgoland Marine Research 62(4): 331-338.
- Johnson, D. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. ITP Eds.
- Jorgensen, B., 1997. The Theory of Dispersion Models. Chapman and Hall, London, p. 237
- Jurado-Molina, J., Gatica, C., Cubillos, L. 2006. Incorporating cannibalism into age-structured model for the Chilean hake. Fish. Res. 82: 30-40.
- Kalikhman, J. y K. Yudanov. 2006. Acoustic fish reconnaissance. Marine science series: 32. 243 p.
- Kieser, R., W. Saunders y K. Cooke. 1998. Review of hydroacoustic methodology and Pacific hake biomass estimates for the Strait of Georgia, 1981 to 1998. Can. Stock Asses. Res. Secret. Res. Doc. 99/15. 53 pp.
- Lambsead, P., H. Platt y K. Shaw. 1983. The detection of difference among assemblages of marine benthics species based on an assessment of dominance and diversity. J. Nat. Hist. 17: 859 – 874.
- Landaeta, M. y L. Castro. 2011. Seasonal and annual variation in Chilean hake *Merluccius gayi* spawning locations and egg size off central Chile. Progress in Oceanography Vol. 92, No. 1, 2012, pp. 166-177.
- Lillo, S., J. Córdova y A. Paillamán. 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES. J. Mar. Sci. 53: 267-271.
- Lillo, S., J. Cordova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. Núñez, J. Ortiz. 1999. Evaluación Hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro-sur. - Informe Final Proyecto FIP, IFOP. http://fip.cl/proyectos/1999/IT_99-03.
- Lillo, S., S. Nuñez, V. Ojeda, F. Balbontín, M. Braun, R. Tascheri, A. Saavedra, R. Bravo, L. Cubillos y J. Olivares. 2002. Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 2001. Informe final proyecto FIP 2001-18. http://fip.cl/proyectos/2001/IT_2001-18.



- Lillo, S., R. Rojas, R. Tascheri, V. Ojeda, J. Olivares, F. Balbontín, R. Bravo, S. Nuñez, M. Braun, J. Ortiz, P. Torres, F. Véjar, L. Cubillos y A. Saavedra. 2003. Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 2002. Informe final proyecto FIP 2002-03. [/http://fip.cl/proyectos/2002/IT2002-03](http://fip.cl/proyectos/2002/IT2002-03).
- Lillo, S., J. Olivares, M. Braun, E. Díaz, S. Núñez, A. Saavedra, J. Saavedra y R. Tascheri. 2005. Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2004. Informe final proyecto FIP 2004-09. <http://fip.cl/proyectos/2004/IT 2004-09>.
- Lillo, S., J. Olivares, M. Braun, S. Núñez, A. Saavedra, J.C. Saavedra y E. Molina. 2006. Evaluaciones hidroacústicas de merluza común, 2005. Informe final proyecto FIP 2005-05. <http://fip.cl/proyectos/2005/IT 2005-05>.
- Lillo, S., R. Bahamonde, J. Olivares, J.C. Saavedra, E. Molina, E. Díaz, M. Braun, S. Nuñez, E. Navarro, S. Vásquez, A. Sepúlveda, R. Alarcón y A. Saavedra. 2007. Evaluaciones hidroacústicas de merluza común, año 2006. Informe final proyecto FIP 2006-03. <http://www.fip.cl/proyectos/2006/IT 2006-03>.
- Lillo, S., E. Molina, J.C. Saavedra, J. Olivares, E. Díaz, S. Núñez, E. Navarro, S. Vásquez, R. Alarcón, A. Sepúlveda, M. Braun y A. Saavedra. 2009. Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2007. Informe Final, FIP 2007-16.
- Lillo, S., R. Bahamonde, J. Olivares, J. C. Saavedra, E. Molina, E. Díaz, S. Núñez, M. Braun y A. Saavedra. 2010. Evaluaciones hidroacústicas de merluza común, año 2009. Informe Final Proyecto FIP 2009-13.
- Lillo, S., R. Bahamonde, J. Olivares, J. C. Saavedra, E. Molina, E. Díaz, M. Braun, S. Núñez, S. Vásquez, M. Reyes, A. Sepúlveda y A. Saavedra. 2011. Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2010. Informe Final Proyecto FIP 2010-10.
- Lillo, S., R. Bahamonde, J. Olivares, J. C. Saavedra, E. Molina, E. Díaz, M. Braun, S. Nuñez, S. Vásquez, M. Reyes, A. Sepúlveda y A. Saavedra. 2012. Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2011. Informe Final Proyecto FIP 2011-03.
- Lillo S., R. Bahamonde, J. Olivares, J.C. Saavedra, E. Molina, E. Díaz, E. Molina, M. Rojas, M. Braun, J. Angulo, V. Valenzuela, S. Núñez, S. Vásquez, A. Sepúlveda, S. Soto, A. Saavedra. 2013. Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2012. Informe Final Proyecto FIP 2012-04.
- Lloris, D., J. Matallanas y P. Oliver. 2003. Merluzas del mundo (Familia *Merlucciidae*). Catálogo comentado e ilustrado de las merluzas conocidas. FAO Catálogo de Especies para los Fines de la Pesca. No. 2. Roma, FAO, 2003. 57p.
- Ludwing, J., F Reynolds. 1988. Statistical Ecology. John Wiley and Sons. Nueva York. 337P



- Markaida, U. 2006. Food and feeding of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California and adjacent waters after the 1997–98 El Niño event. *Fisheries Research* 79 (2006) 16–27.
- McClain, C.R. 2004. Connecting species richness, abundance and body size in deep-sea gastropods. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 13, 327–334
- McClatchie S., G. Macaulay y R. Coombs. 2003. A requiem for the use of $20 \log_{10}$ Length for acoustic target strength with special reference to deep-sea fishes. *ICES Journal of Marine Science* 60(2):419-428.
- MacLennan, D. 2000. Fuerza de blanco de *Merluccius gayi peruanus*: Una revisión del experimento de Johannesson y Vilchez. *Inf. Inst. Mar. Peru* n° 151.
- Macchi, G.J., Pájaro, M., Militelli, M.I., Radovani, N., Rivas, L., 2006. Influence of size, age and maternal condition on the oocyte dry weight of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). *Fisheries Research* 80, 345–349.
- Martínez, E. 1976. Variabilidad de los caracteres merísticos en *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) en la costa de Chile. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso* 16: 71-93.
- Marshall CT., Kjesbu OS., Yaragina NA., Solemdal P. y Ulltang O. 1998. Is spawner biomass a sensitive measure of the reproductive and recruitment potential of Northeast Arctic cod?. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 1766 – 1783.
- Matarese, C., A. W. Kendall, D. Blood y B. Vinter. 1989. Laboratory guide to early life history stages of northeast pacific fishes. NOAA Technical Report NMFS 80. 655 pp.
- McCullagh, P. y J.A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. Chapman y London, 394 pp.
- Mehult, S., R. Dominguez-Petit, S. Cerviño y F. Saborido-Rey. 2010. Variability in total egg production and implications for management of the southern stock of European hake. *Fisheries Research* 104 (1-3): 111–122.
- Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. *Deep Sea Res.* 28A: 625 - 629.
- Moser, H.G., W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A. W. Kendall, S.L. Richardson (Eds). 1984. Ontogeny and Systematics of Fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication. (1): 760 pp.
- Murua, H. y F. Saborido-Rey. 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, 23 – 31.
- Myers, R.A. y N.G. Cadigan. 1995. Was an increase in natural mortality responsible for the collapse of northern cod? *Can. J. of Fish. Aquat. Sci.* Vol. 52, 1274-1285.



- Neira, F.J. 1994. Curso: The Early Life History of Teleost Fishes: Use of Ichthyoplankton Data in Fish and Fisheries Research. Depto de Zoología. Universidad de Concepción, 395 pp.
- Neira, S., C. Moloney, V. Christensen, P. Cury, L. Shannon, H. Arancibia. 2014. Analysing changes in the southern Humboldt ecosystem for the period 1970–2004 by means of dynamic food web modeling. *Ecological Modelling* 274 (2014) 41– 49.
- Newell, G. E. y R. C. Newell. 1966. Marine plankton a practical guide. Hutchinson Educational, University of London, 221 pp.
- NODC. 1991. National oceanographic data center, user guide. En: Key to oceanographic records documentation N°14 NOAA.
- Ojeda, V. y M. Aguayo, 1986. Edad y crecimiento de merluza del sur (*Merluccius australis*) (Gadiformes - Merlucciidae). *Invest. Pesq. (Chile)* 33:47-59.
- Ojeda, F. P., Labra, F. A y Muñoz, A. 2000. Biogeographic patterns of Chilean littoral fishes. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, Dec. 2000: 73(4): 625-641.
- Ona E. y Mitson R. 1996. Acoustic sampling and signal processing near the seabed: the deadzone revisited. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 677–690.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993. Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp.
- Páramo, J. y R. Roa. 2003. Acoustic-geostatistical assessment and habitat-abundance relations of small pelagic fish from the Colombian. *Fish. Res.*:60: 309-319.
- Paramo, J., M. Wolff y U. Saint-Paul. 2012. Deep-sea fish assemblages in the Colombian Carribe. *Fisheries Research* 125-126. Pages 87-98.
- Parsons, T. R., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis Pergamon Press, 172 pp.
- Payá, I. S, Mora, H. Pool, H. Miranda, J. Ortega y R. Saldías. 1996. Cuantificación del reclutamiento de merluza común en la zona centro sur. 1996. FIP. 94-21. Instituto de Fomento Pesquero, 28 p.
- Payá, I., C. Oyarzún, R. Galleguillos y M. Oliva. 1997. Unidades de stock en el recurso merluza común de la zona centro-sur. *Informes Técnicos FIP-IT/94-18*.
- Payá, I. 1997. Evaluación de stock y modelos de reclutamiento y éxito reproductivo. En: Dinámica del stock de merluza común y su relación con el medio ambiente. Informe Final de investigación para el Consejo de Investigación Pesquera. Proyecto FIP 1995-21.



- Payá, I. 2006. Evaluación y Estado del stock de merluza común. [http://Subpesca.cl/Evaluación y Estado del stock de merluza común \(I. Payá - IFOP\).pdf](http://Subpesca.cl/Evaluación%20y%20Estado%20del%20stock%20de%20merluza%20común%20(I.%20Payá%20-%20IFOP).pdf).
- Pebesma, E.J., R.S. Bivand, 2005. Classes and methods for spatial data in R. R News 5 (2), <http://cran.r-project.org/doc/Rnews/>.
- Peña, D., 2002. Análisis de datos multivariados, 539 pp. McGraw-Hill, Madrid
- Pennington, M. 1986. Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl surveys. Fish. Bull. (U.S.) 84:519-525.
- Pequeño, G.R. 1984. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 24(2): 1 - 132.
- Perry, R. y S. Smith. 1994. Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: An application to the Northwest Atlantic. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 51:589-602.
- Perry, R., M. Stocker y J. Fargo. 1994. Environmental effects on the distribution of groundfish in Hecate Strait, British Columbia. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 51:1401-1409.
- Petitgas, P. 1991. Contributions géostatistiques a la biologie des pêches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 pp.
- Petitgas, P. y T. Lafont. 1997. EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on Windows 95 for the precision of fish stock assessment surveys. ICES CM 1997/Y: 22.
- Petitgas, P., y D. Prampart 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and on acoustic application. ICES J. Mar. Sci., 50:285-298.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant y I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. California Department of Fish and Game. Fish Bulletin 152:1-105.
- Pool, H., F. Balbontín, N. Cortez, M. Arriaga y C. Montenegro. 1996. Interacciones tróficas recursos demersales zona sur-austral. Informe FIP 94-32, IFOP, 68 pp + Tablas y Figuras.
- Postel, L., H. Fock y W. Hagen. 2000. Biomass and abundance. En: Zooplankton methodology manual. Ed: R. P Harris, P. H. Wiebe, J. Lenz, H. R. Skjoldal and M. Huntley. ICES.
- Queirolo, D., M. Ahumada, C. Hurtado, M. Soriguer y K. Erzini. 2012. The effects of subsampling and between-haul variation on the size-selectivity estimation of Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*). Lat. Am. J. Aquat. Res., 40(2): 345-357, 2012 345. DOI: 10.3856/vol40-issue2-fulltext-9.
- Rebolledo, H. 2006. Estadística e indicadores operacionales y biológicos pesqueros de la pesquería de la merluza común. Flota industrial. [http://www.Subpesca.cl/indicadores flota industrial \(H Rebolledo\).pdf](http://www.Subpesca.cl/indicadores%20flota%20industrial%20(H%20Rebolledo).pdf).



- R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Ricker W. 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., N° 119.
- Rindorf, A. y Lewy, P. 2001. Analyses of length and age distributions using continuation-ratio logits. Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 58, 1141-1152 pp.
- Rivoirard, J. Simmonds, J.; Foote, K G. Fernandes, P. Bez, N. 2000. Geostatistics for estimating fish Abundance. Blackwell Science.
- Roa, R., B. Ernst y F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. Fish. Bull. 97: 570-580.
- Rojas, R y N. Silva. 1996. Atlas oceanográfico de Chile. Vol. 1. 1° edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile, 130 p.
- Rosas-Luis, R., Tafur-Jimenez, R., Alegre-Norza, A. R., Castillo-Valderrama, P. R., Cornejo-Urbina, R. M., Salinas-Zavala, C. A., y Sánchez, P. (2011). Trophic relationships between the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) and the lightfish (*Vinciguerria lucetia*) in the Humboldt Current System off Peru. *Scientia Marina*, 75(3), 549-557. doi:10.3989/scimar.2011.75n3549.
- Santander, H., J. Alheit y P. Smith. 1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicación del "Método de Producción de Huevos". Bol. Inst. Mar Perú, Callao. 8: 209-250.
- Sauskan, V.I. y V.P. Serebriakov. 1968. Reproduction and Development of the Silver Hake *Merluccius bilinearis* Mitchill. *Voprosy Iktiologii* 8 (3).
- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des especes pélagiques a partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospécifiques. Thèse. Ecole doctorale des sciences de la mer. Universidad de Bretagne.
- Scalabrin, C., y J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. *Aquat. Living Resour.* 6:269-283.
- Schnute, J.T., N.M. Boers, and R. Haigh. 2003. PBS software: maps, spatial analysis, and other utilities. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2496: viii + 82 p.
- Sheldon, R., A. Prokash and W. Sutcliffe. 1972. The size distribution of particles in the ocean. *Limnology and oceanography*. 17, 327-340.
- Shono, H. 2008. Application of the Tweedie distribution to zero-catch in CPUE análisis. *Fisheries Research* 93: 154-162.



- Schneider, W., Fuenzalida, R., Núñez, R., Garcés, J., Bravo, L. y D. Figueroa, 2007. Discussion of The Humboldt Current System and Water Masses in the North Zone and Center off Chile. SCH. Ciencia y Tecnología del Mar 30(1), 21-36.
- Selman, K. y R. Wallace. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. Zoological Science. 6: 211-231.
- Sepúlveda, A. 1997. Series ambientales y modelos de distribución del stock. En: Dinámica del stock de merluza común y su relación con el medio ambiente. Fondo de Investigación Pesquera., IT/FIP96-28.
- SERNAPESCA. 2011. Cifras preliminares de desembarque, cosechas y agentes pesqueros y de acuicultura año 2010. Departamento Sistemas de Información y Estadísticas Pesqueras, 24 pp. <http://www.sernapesca.cl/>
- Simmonds, E, y D. MacLennan. J. 2005. Fish and Fisheries Series, 5: Fisheries acoustics. Chapman and Hall, London, 438 pp.
- Simrad, 2008. Simrad EK60 Scientific echo sounder system. Instruction manual. 91 pp.
- Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO, Doc. Téc. Pesca (175): 107 pp.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca). 2012. Cuota global anual de captura de merluza común (*Merluccius gayi gayi*), año 2013. Inf. Tec. (R.Pesq.) N° 215/2012, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, 43 p.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca). 2013. Cuota global anual de captura de merluza común (*Merluccius gayi gayi*), año 2014. Inf. Tec. (R.Pesq.) N° 214/2013, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, 6 p.
- Svelling, I. y E. Ona. 1999. A summary of target strength observations on fishes from the shelf off West Africa. Target strength conference. Berlin 1999. 4 pp.
- Tascheri, R., J. Sateler, V. Ojeda, J. Olivares, R. Vega, R. Wiff, M. Montecinos, L. Cid, J. Merino, J. González, C. Toledo y E. Palta. 2004. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Centro - Sur, 2003. Informe Final a SUBPESCA.
- Tascheri, R., J. Sateler, H. Rebolledo, R. Alarcón, L. Bustos, P. Barraza, S. Nuñez, A. Sepúlveda y J. González. 2006. Monitoreo de las capturas de merluza común, año 2005. Informe Final proyecto FIP 2005-07.
- Tascheri, R., J.C. Saavedra-Nievas, R. Roa-Ureta, 2010. Statistical models to standardize catch rates in the multi-species trawl fishery for Patagonian grenadier (*Macruronus magellanicus*) off Southern Chile. Fisheries Research, Vol. 105.



- Tascheri, R., P. Gálvez, J. Sateler y A. Flores. 2012. Convenio “Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2012”, merluza común, 2012. SUBPESCA/octubre 2011.
- Tascheri, R. 2013. Evaluación de stock. En: Segundo Informe Final. Convenio II: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales 2014. Proyecto 2.9: Investigación del estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables en Merluza común, año 2014. IFOP/Subsecretaría de Economía. 211 p.
- Templeman, W, C.A. Bishop 1979 Sexual maturity and spawning in haddock, *Melanogrammus aeglefinus*, of St. Pierre Bank. ICNAF Res. Bull. 14. p. 77-84.
- Traynor, J. 1996. Target-strength measurements of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) and pacific whiting (*Merluccius productus*). ICES Journal of Marine Science, 53: 253 – 258.
- Troupin C., F. Machín, M. Ouberdous, D. Sirjacobs, A. Barth, J.-M. Beckers. 2010. High-resolution climatology of the northeast Atlantic using Data-Interpolating Variational Analysis (Diva). Journal of Geophysical Research: Oceans (1978–2012) Vol 115 Issue C8.
- Ulloa, P., M. Fuentealba y V. Ruiz. 2006. Hábitos alimentarios de *Dosidicus gigas* (D' Orbigny, 1835) (Cephalopoda: Teuthoidea) frente a la costa centro-sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural: 79: 475-479.
- UNESCO. 1981. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. UNESCO Tech. Papers in Mar Sci. N°36.
- Vargas, C. y L. Castro. 2001. Spawning of the Chilean hake (*Merluccius gayi*) in the upwelling system off Talcahuano in relation to oceanographic features. Sci. Mar. 65(2): 101 – 110.
- Venables, W. N. y B. D. Ripley. 1997. Modern Applied Statistics with SPLUS. Springer, 2nd edition.
- Vestnes G., A. Stroem, G. Seatersdal, L. Villegas y H. Trujillo. 1966. Informe Sobre Pescas Exploratorias en la Zona Talcahuano – Valdivia. Octubre – Noviembre 1965, Realizadas con el B/I “Carlos Darwin”. Instituto de Fomento Pesquero, Publicación N° 16.
- Vidal, R., W. Carson y R. Gold. 2012. Population structure in Chilean hake *Merluccius gayi* as revealed by mitochondrial DNA sequences. Journal of Fish Biology (2012) 81, 1763–1772 doi:10.1111/j.1095-8649.2012.03440.x
- Vivanco, M. 1999. Análisis estadístico multivariable. Editorial Universitaria, Chile. 233 p.
- Wallace, R. y K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of the oocyte growth in teleosts. Amer. Zool., 21: 325-343.



- Warwick, R. M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthics communities. *Mar. Biol.*, 92: 557 – 562.
- Welch, D. y 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.
- Westerheim, S.J. 1967. Sampling research trawl catches at sea. *J. Fish. Res. Board Can.* 24: 1187 – 1202.
- White, E., E. Morgan, A. Kerlhoff, and B. Enquist. 2007. Relationships between body size and abundance in ecology. *Trends in Ecology and Evolution*. Vol 22. No 6, 323-330.
- Wuillez M., J. Rivoirard y P. Petitgas. 2009. Notes on survey-based spatial indicators for monitoring fish populations. *Aquat. Living Resour.* 22, 155-164.
- Wootton, R. J. 1990. *Ecology of Teleost Fishes*. Fish and Fisheries Series. No. 1. Chapman and Hall. 404 pp.
- Young, Z., J.C. Saavedra, H. Miranda; L. Caballero, A. Aranís y M. González. 2003. Estimación de Tamaños de Muestra en la Pesquería Pelágica, Zona Centro-Sur. Proyecto: Investigación Situación Pesquería Pelágica, Zona Centro-Sur, 2002. Documento Técnico, IFOP – SUBPESCA, 21 pp + Anexo.
- D. Yemane, J. Field y R. Leslie. 2005. Exploring the effects of fishing on fish assemblages using Abundante Biomasa Comparison (ABC) curves. *Journal of Marine Science*, 62: 374 – 379.
- Zama, A. y E. Cárdenas. 1984. Seasonal change of macroplankton structure in the surface of Aysen fiord and Moraleda channel, southern Chile. *Introduction into Aysen Chile of Pacific Salmon*, N°13:27 pp.
- Zúñiga, M.J., L.A. Cubillos y C. Ibáñez. 2008. A regular pattern of periodicity in the monthly catch of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) along the Chilean coast (200-2005). *Ciencias Marinas*, 34(1): 91-99.

FIGURAS

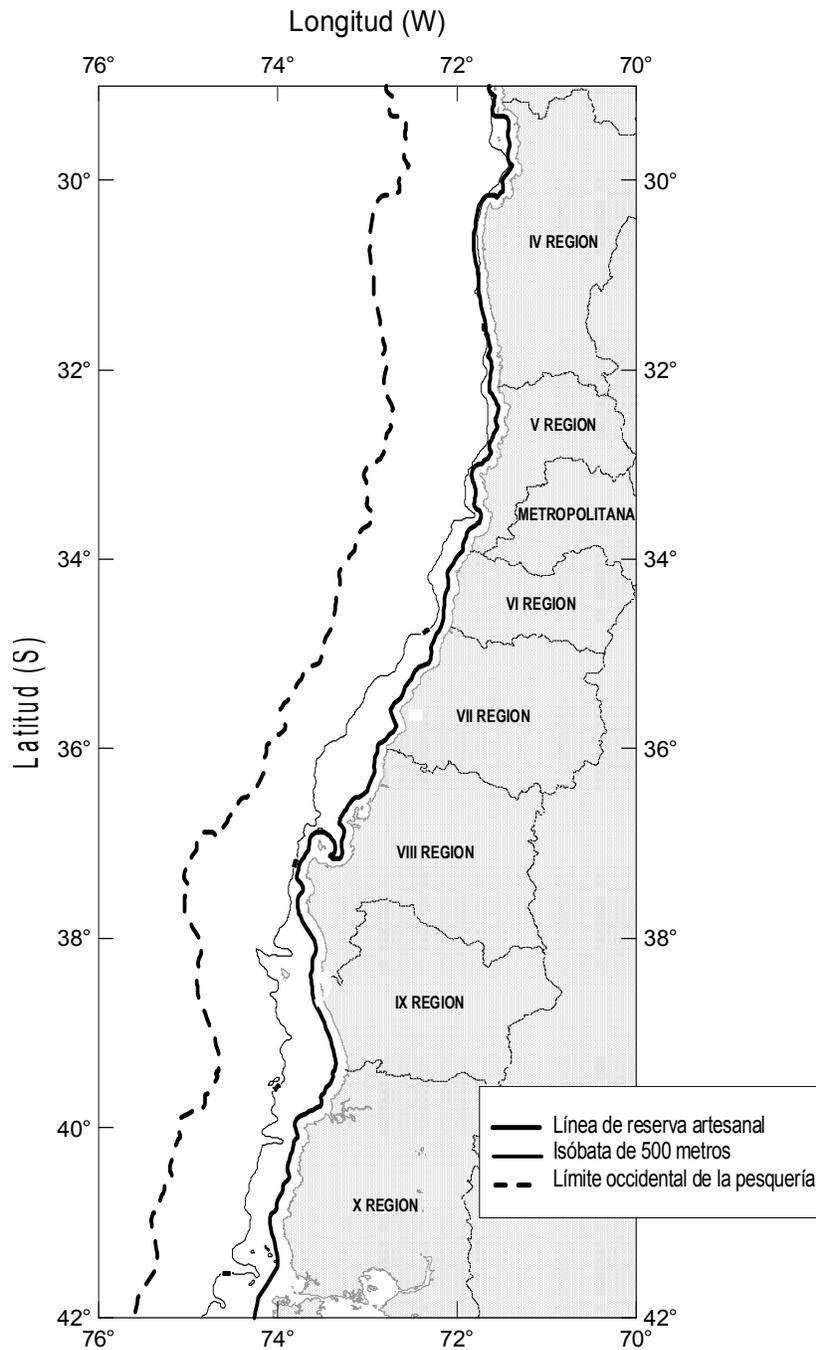


Figura 1. Área de estudio. Se señala la zona de reserva artesanal, isóbata de 500 metros y distancia de 60 millas náuticas de la costa.

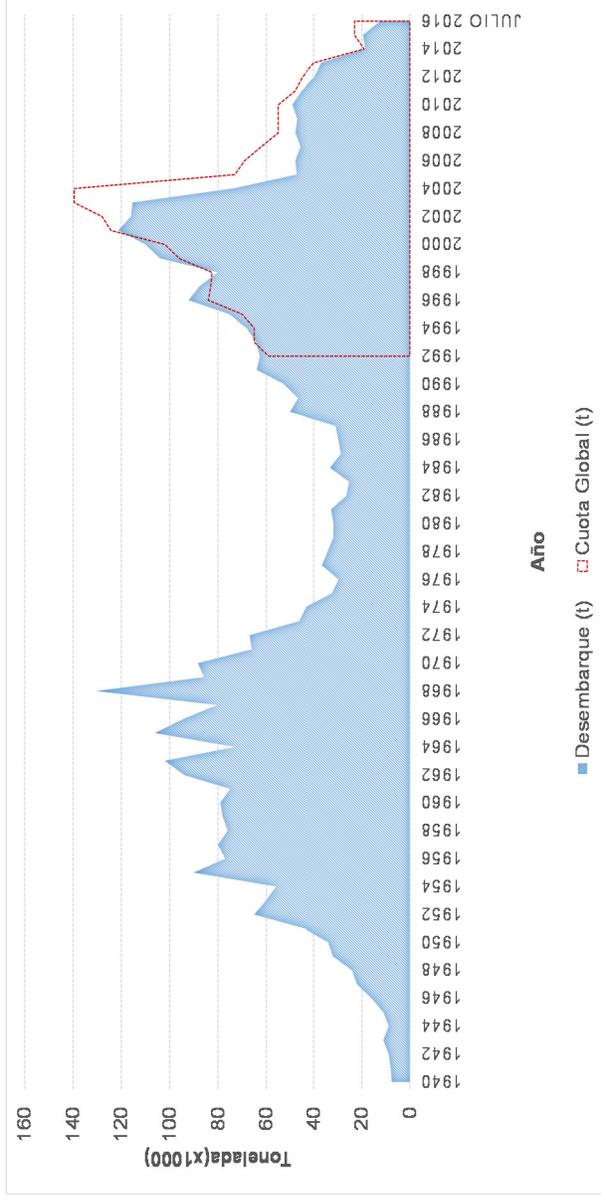


Figura 2. Desembarques de *M. gayi* entre 1940 y julio de 2016 (Fuente: Aguayo, 1996; Semapesca, 2013, Subpesca, 2016).

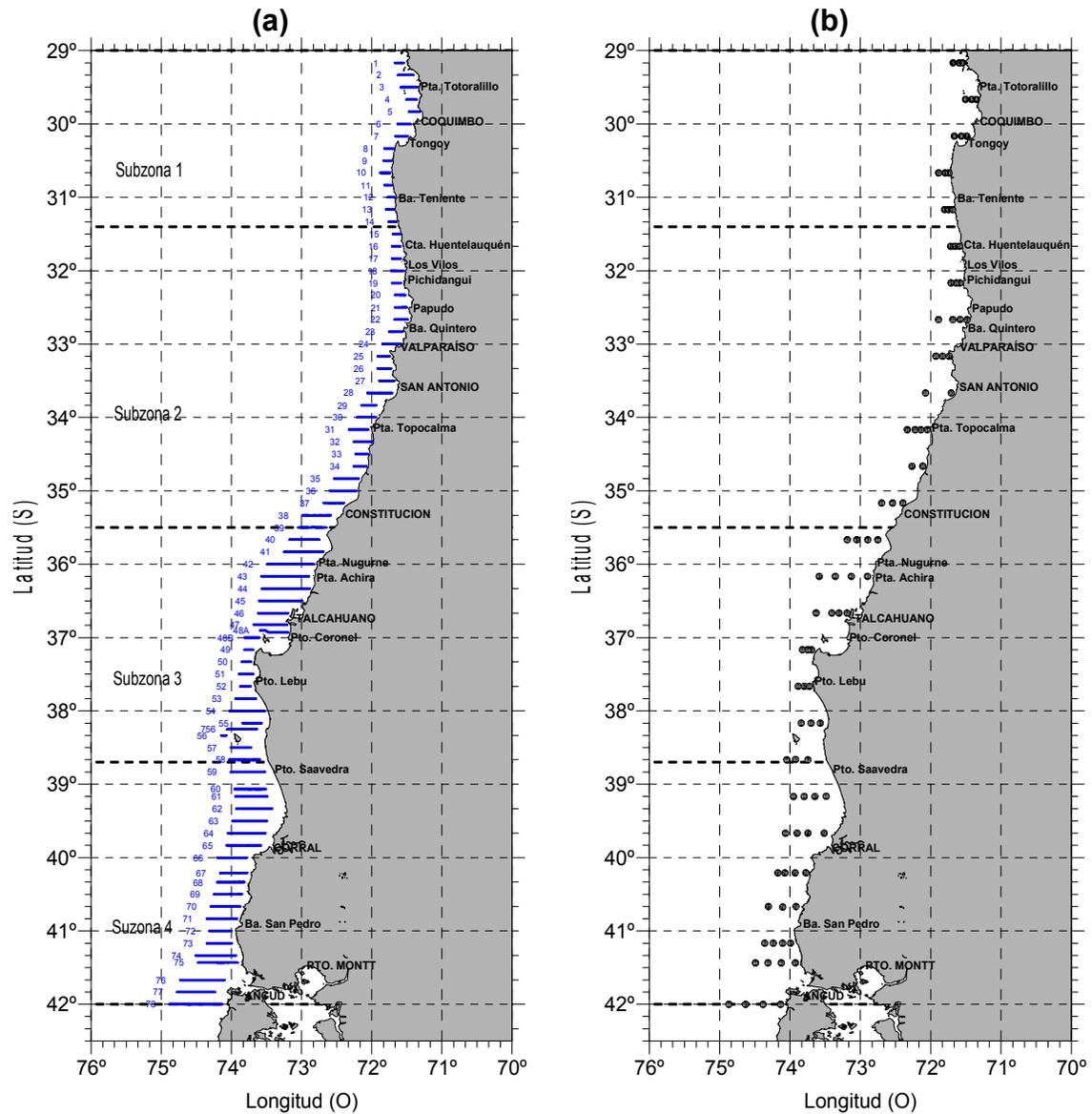


Figura 4. Localizaci3n de: a) transectas de muestreo acústico y b) estaciones bio-oceanográficas.

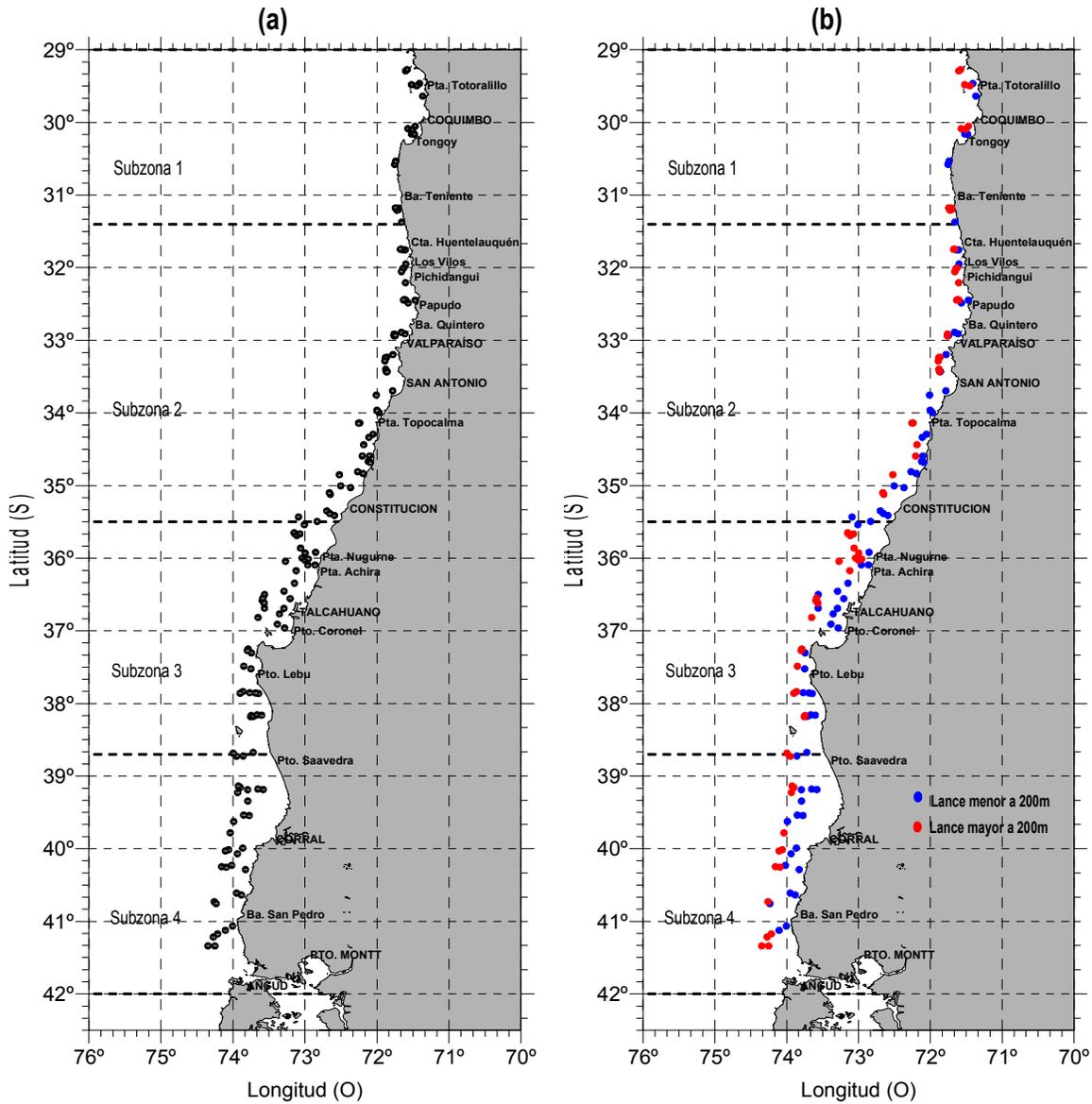


Figura 5. Localizaci3n de los lances de pesca de identificaci3n: **a)** total y **b)** por profundidad menor y mayor de 200 m.

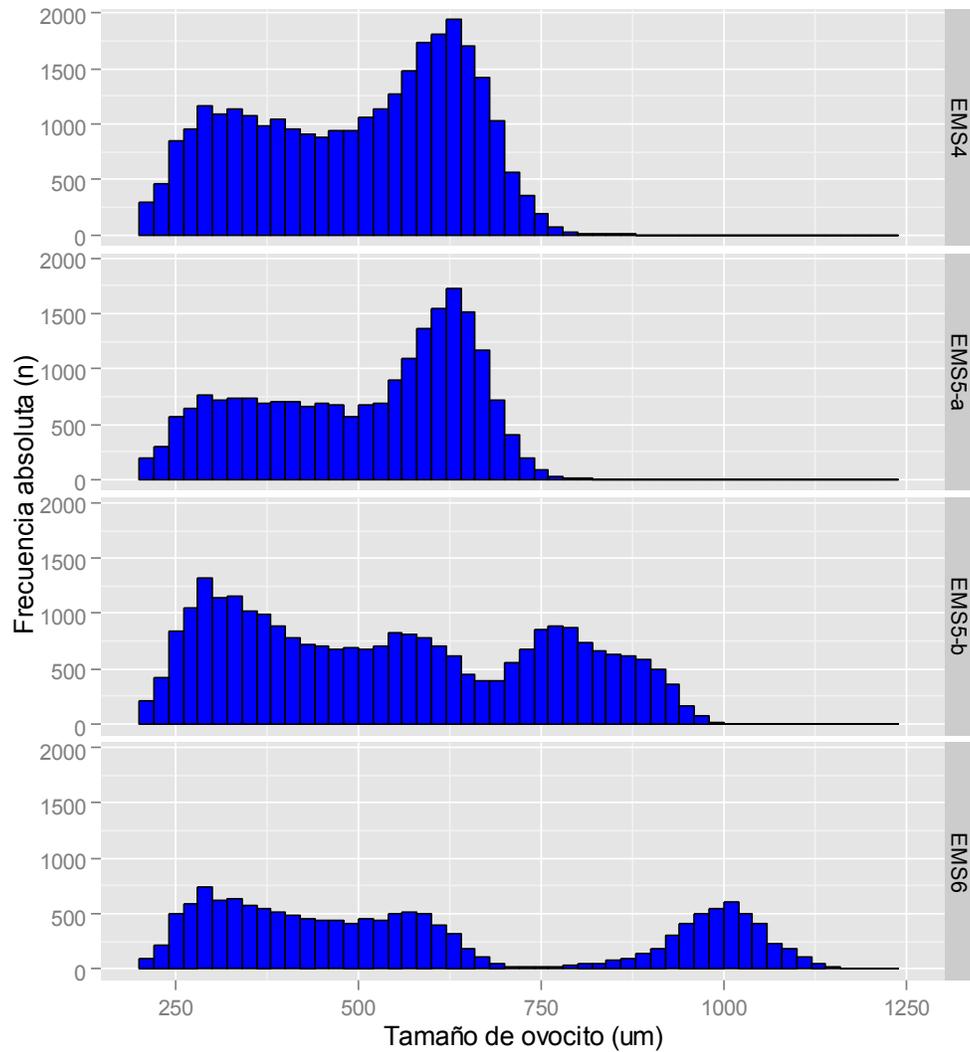


Figura 6. Frecuencia de tamaños de ovocitos por estadio de madurez sexual (EMS 4: Vitelogénesis tardía; EMS 5-a: Próximo hidratación temprana; EMS 5-b: Próximo hidratación tardía; EMS 6: Hidratadas).

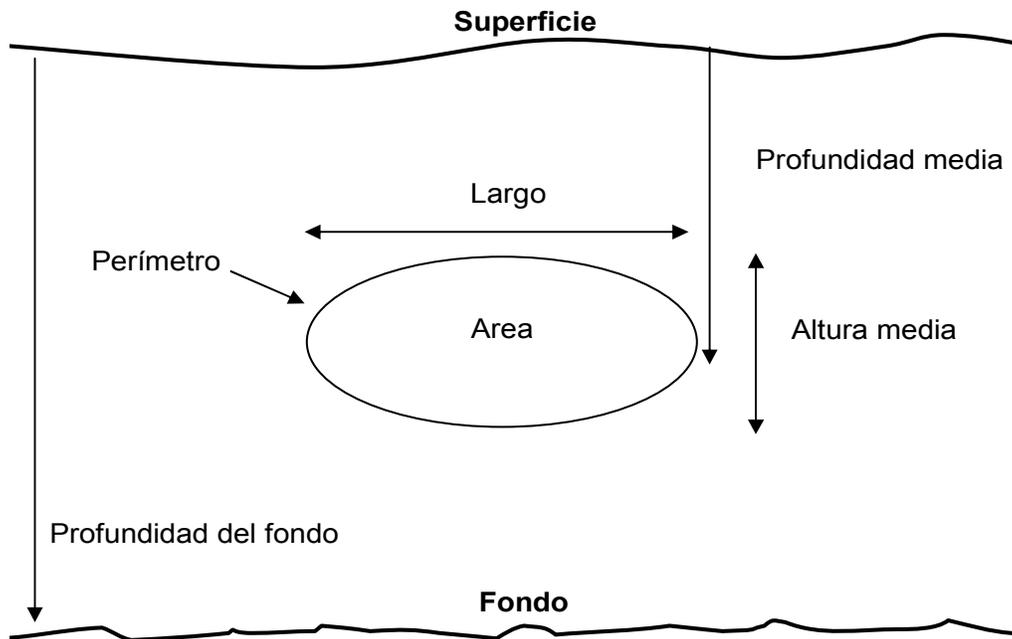


Figura 7. Descriptores morfol3gicos y batim3tricos de una agregaci3n.

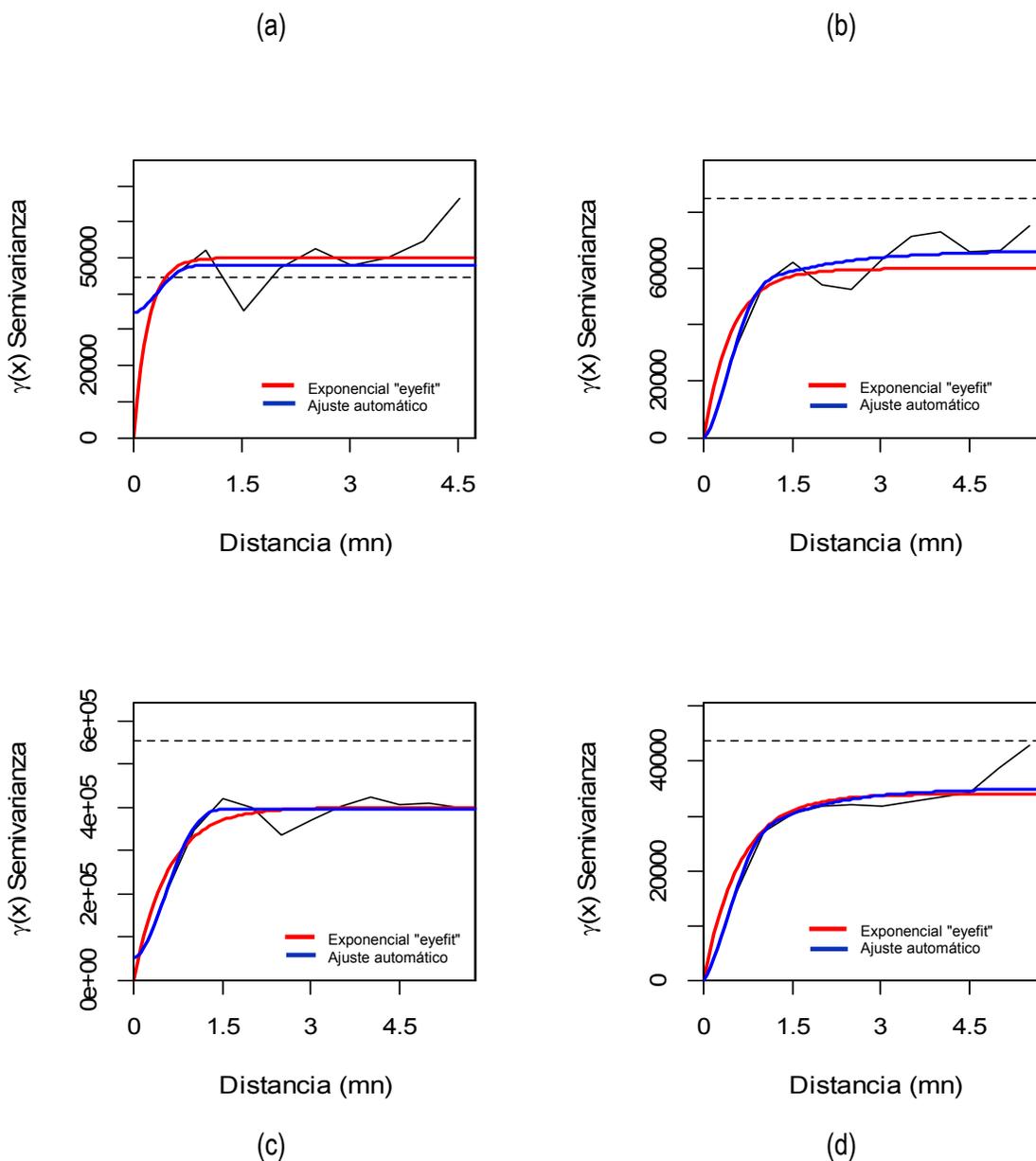


Figura 8. (a) Semivariogramas, direcci3n 90° subzona 1 (b) direcci3n Omnidireccional subzona 2, (c) direcci3n Omnidireccional subzona 3, (d) direcci3n 90° subzona 4. Crucero MERGAYI 1607.

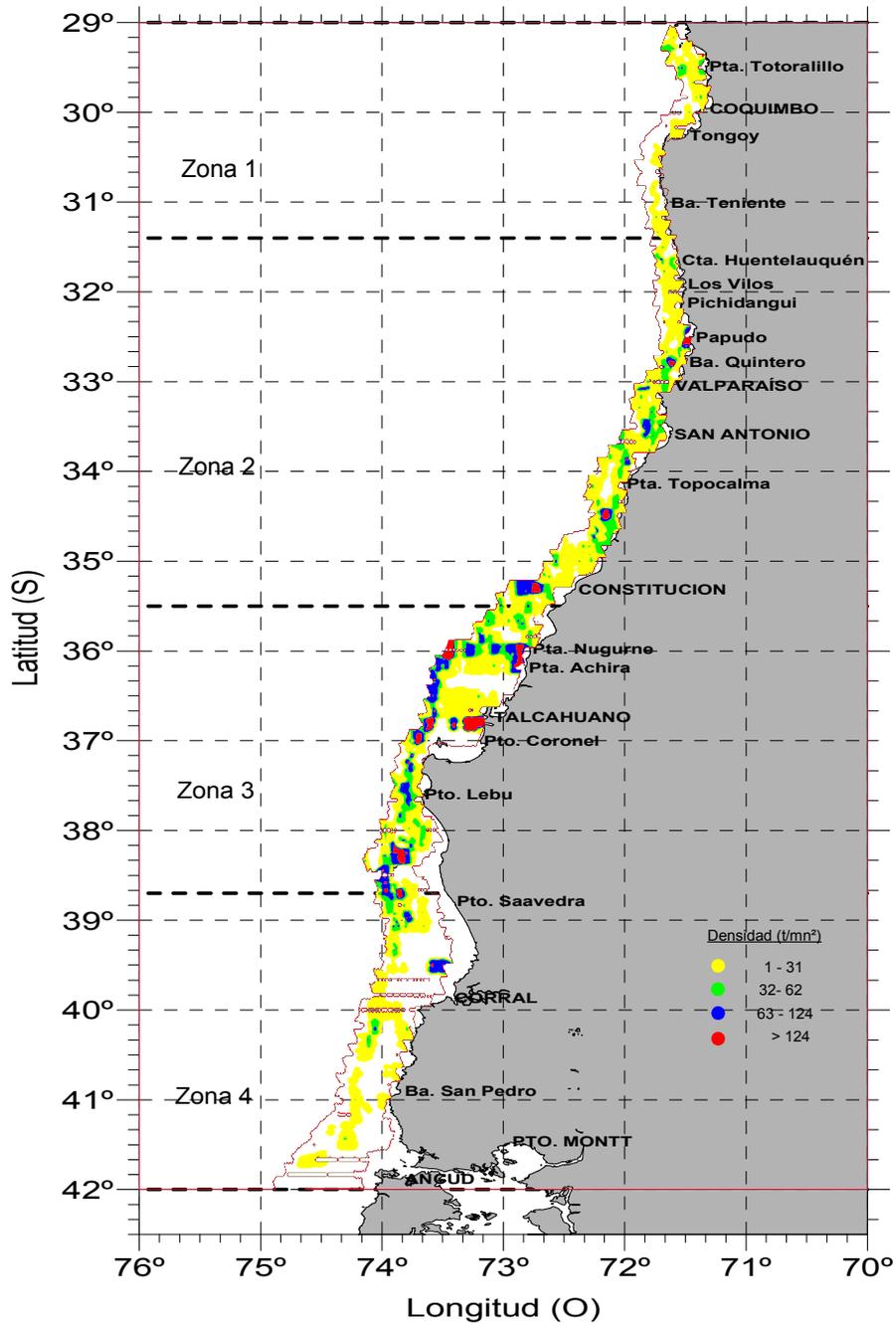


Figura 9. Distribuci3n espacial de la biomasa de merluza com3n. Julio-agosto 2016. La escala est3 expresada en t/mn².

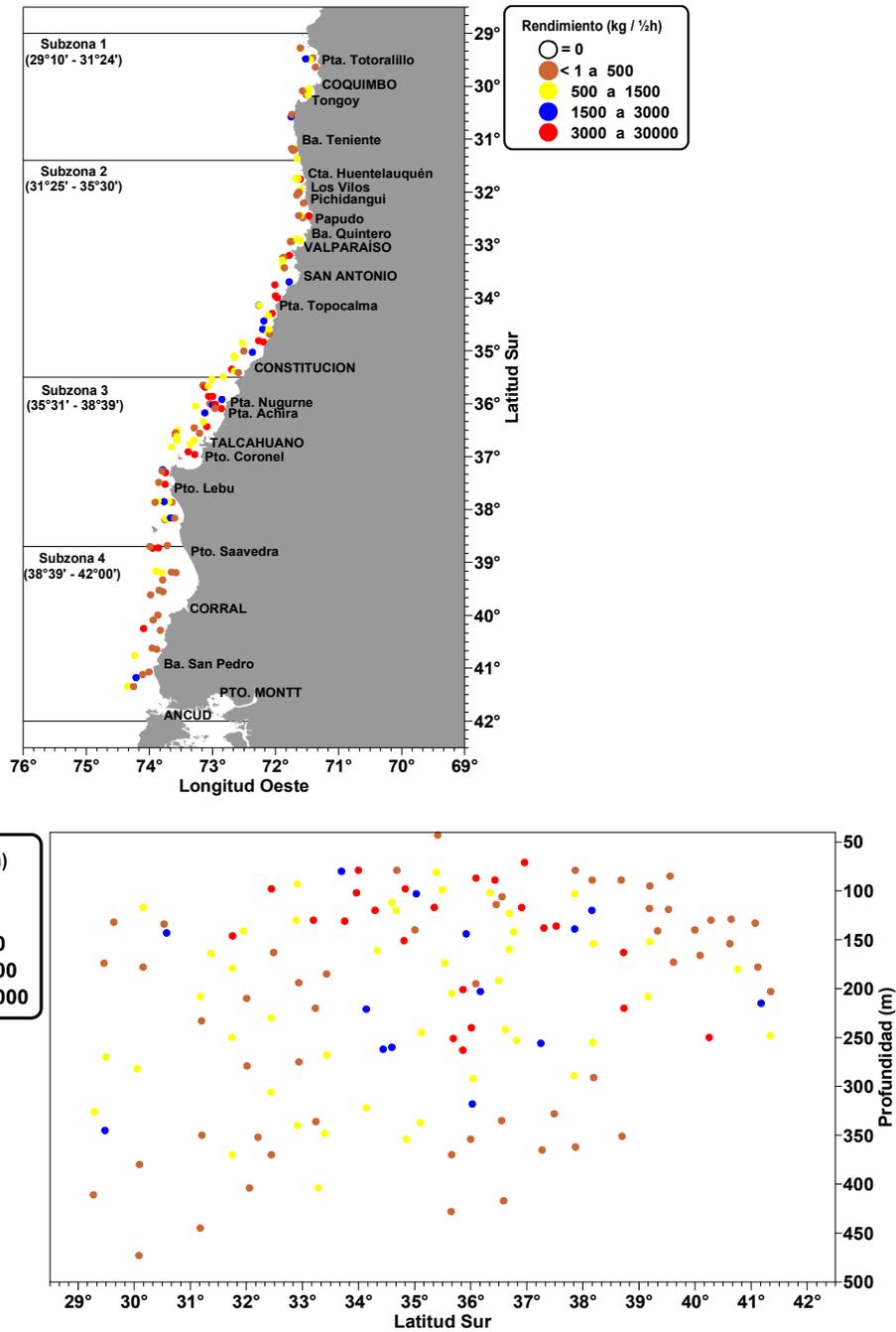


Figura 10. Distribuci3n espacial de la densidad local (kg/30min) de merluza com3n estimada a partir de los lances de identificaci3n. Crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n (julio-agosto 2016).

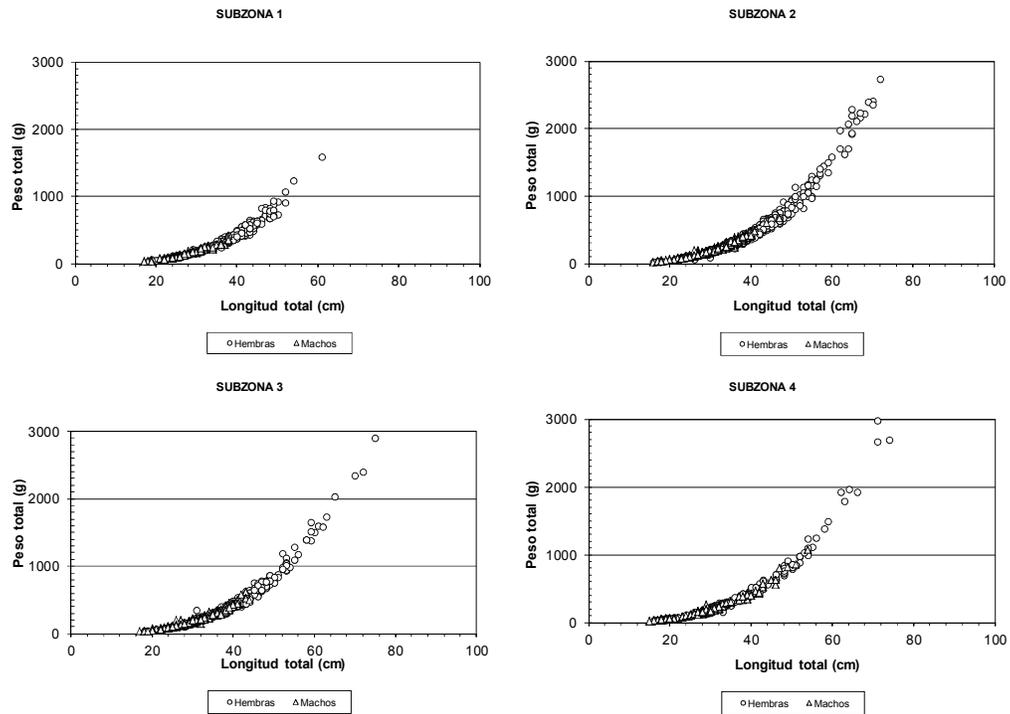


Figura 11. Dispersi3n de la variable peso total (gr) y longitud total (cm), de merluza com3n, por zona en el 3rea de evaluaci3n durante julio-agosto de 2016.

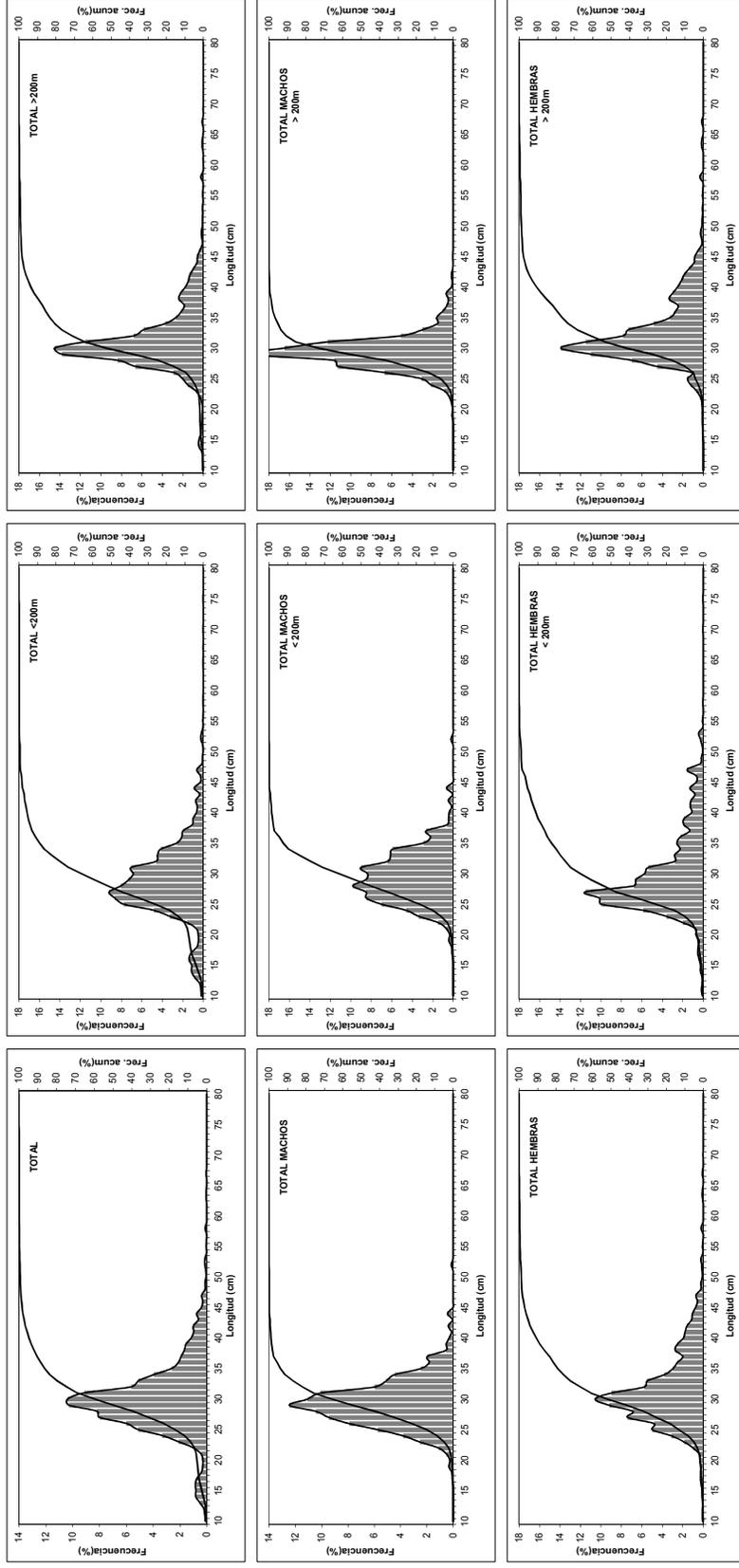


Figura 12. Distribuci3n de la estructura de tallas de merluza com3n por rango de talla (cm), rango batim3trico (m) y zona total de estudio. Cruceiro de evaluaci3n directa de merluza com3n, julio - agosto de 2016.

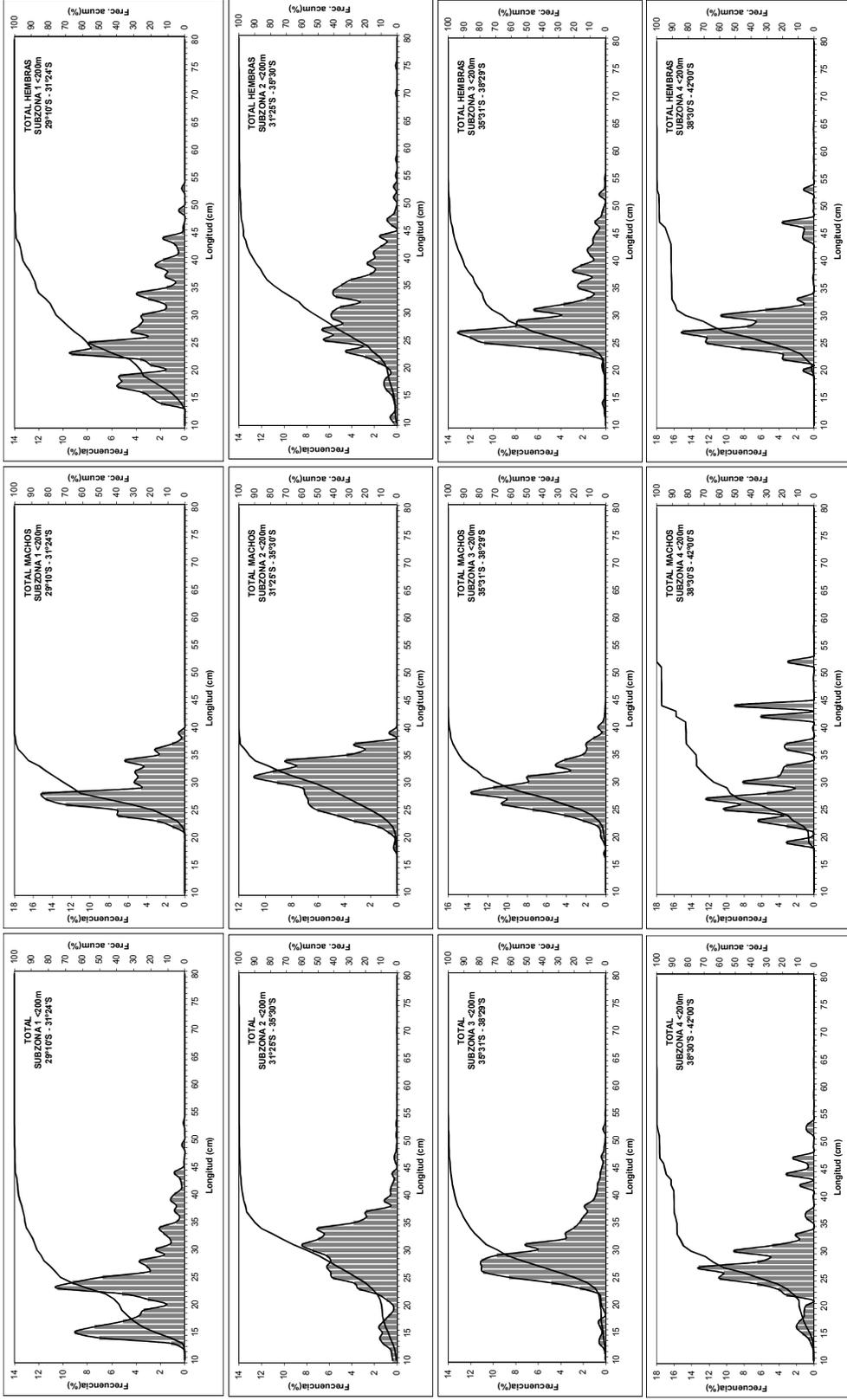


Figura 13. Distribuci3n de la estructura de tallas de merluza com3n por rango de talla (cm), sexo y subzona de estudio. Profundidades menores a 200m. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, julio - agosto de 2016.

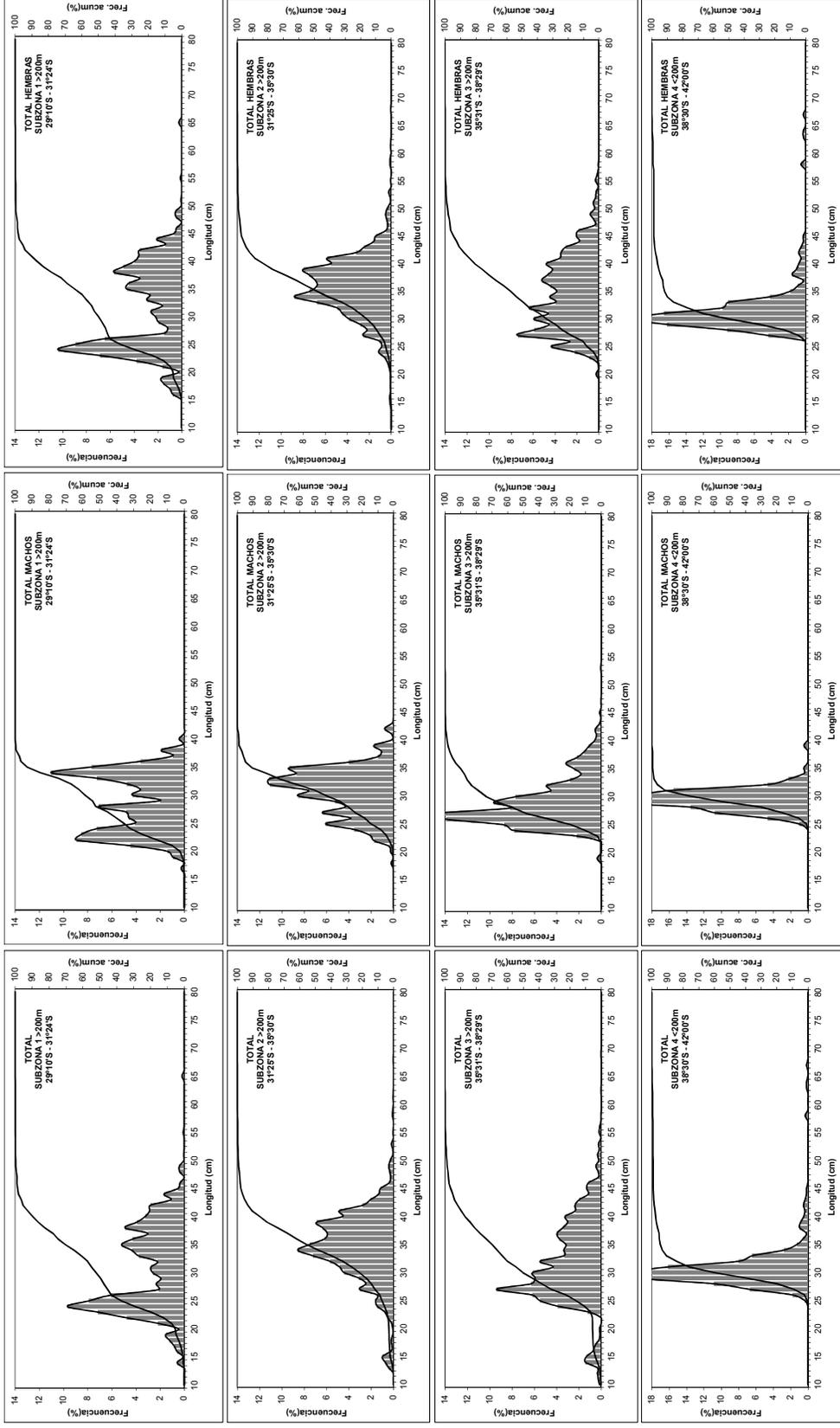


Figura 14. Distribuci3n de la estructura de tallas de merluza com3n por rango de talla (cm), sexo y subzona de estudio. Profundidades mayores a 200m. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, julio-agosto de 2016.

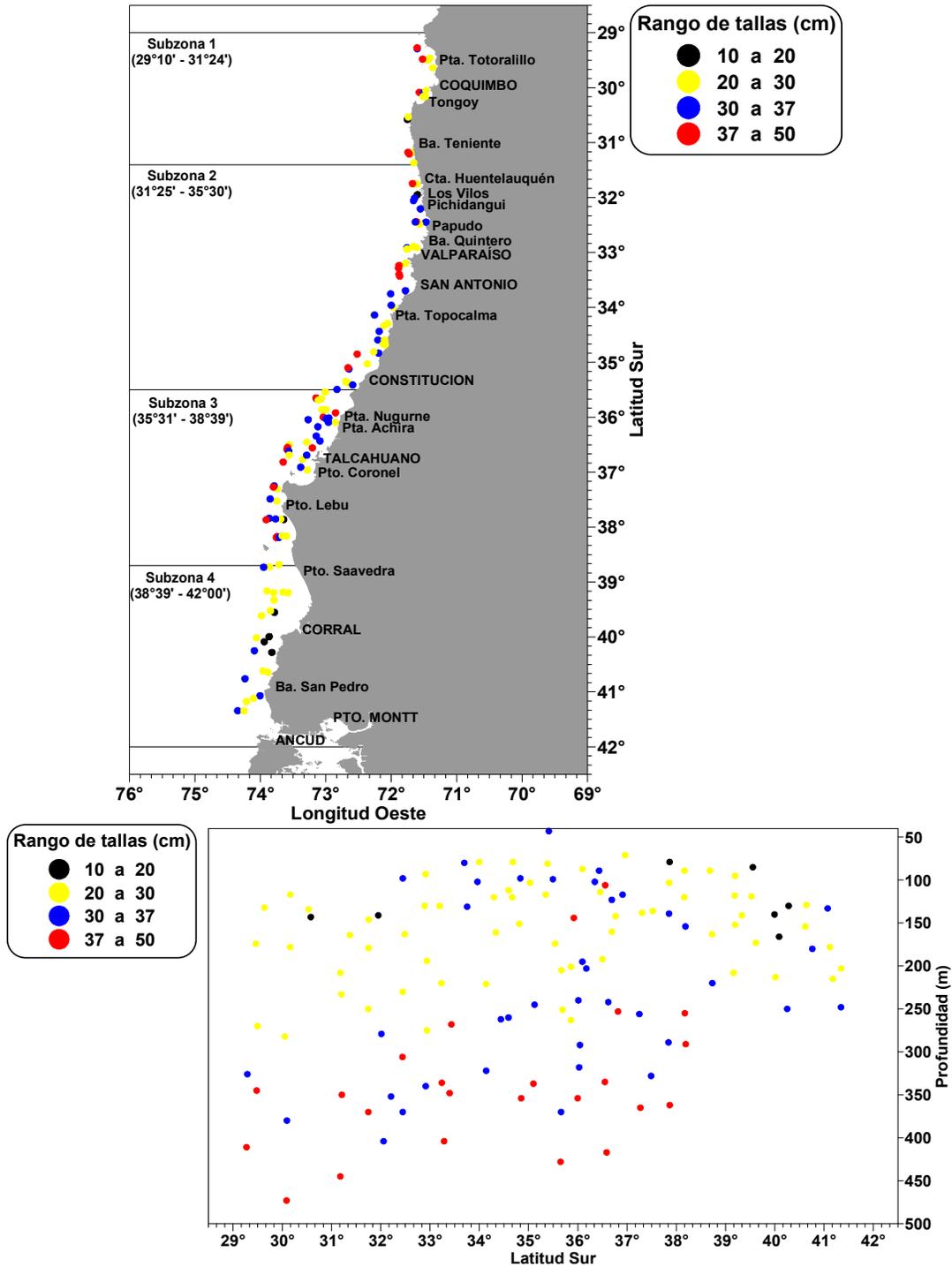


Figura 15. Distribuci3n de la talla media de merluza com3n estimada a partir de los lances de pesca de identificaci3n (julio-agosto 2016).

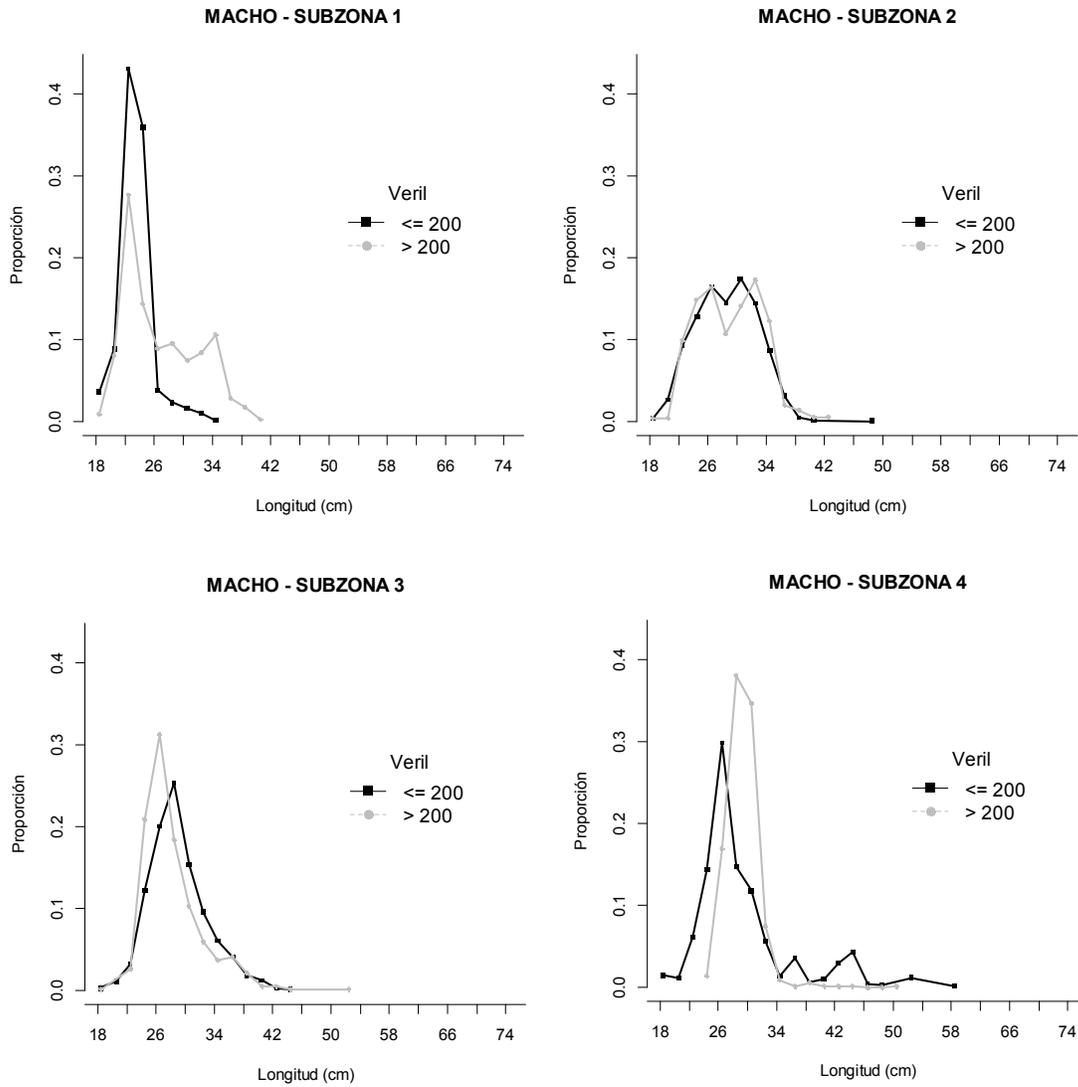


Figura 16. Composici3n de tallas estimada de machos en la captura por categora de profundidad, separadas por subzona, crucero a3o 2016.

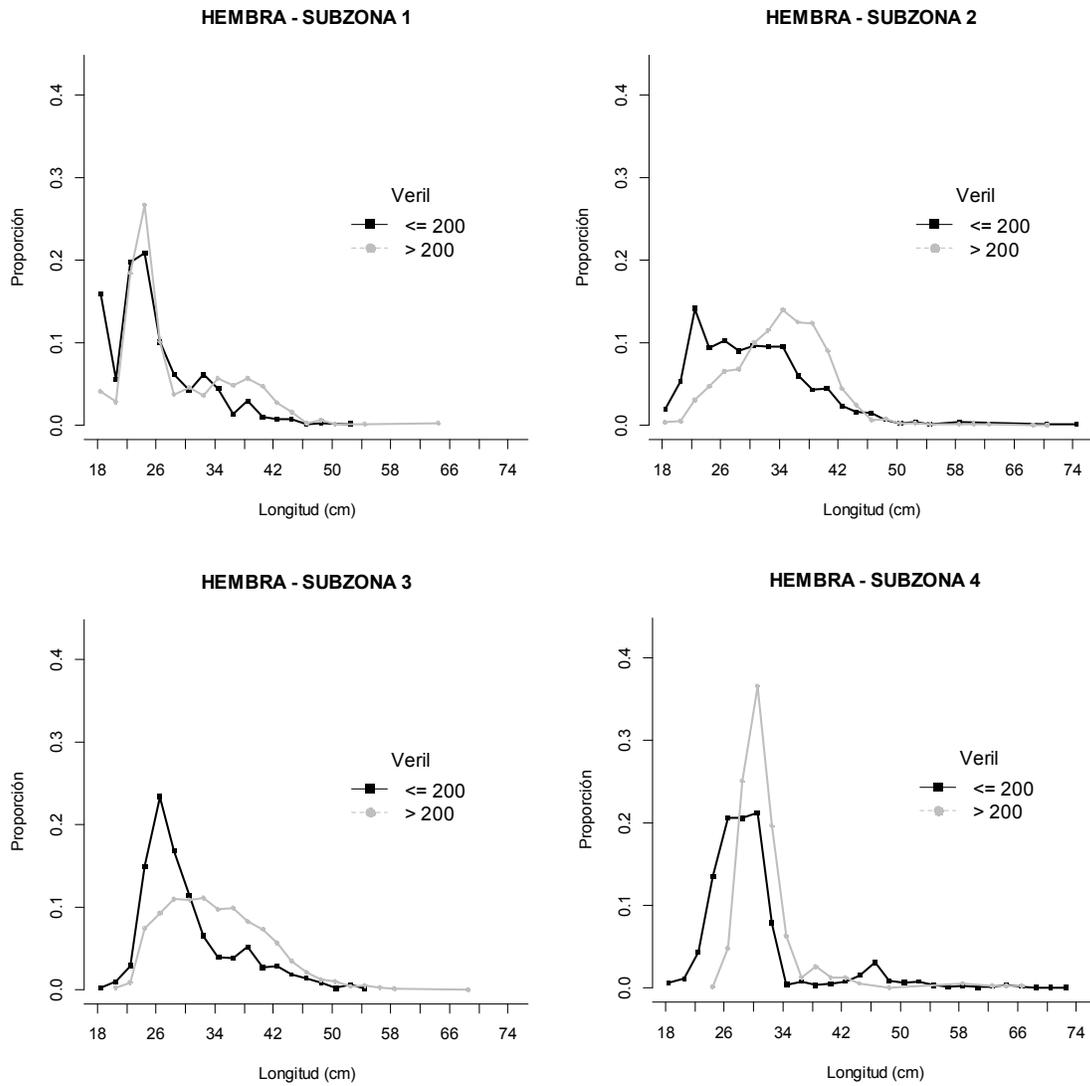


Figura 17. Composici3n de tallas estimada de hembras en la captura por categora de profundidad, separadas por subzona, crucero a1o 2016.

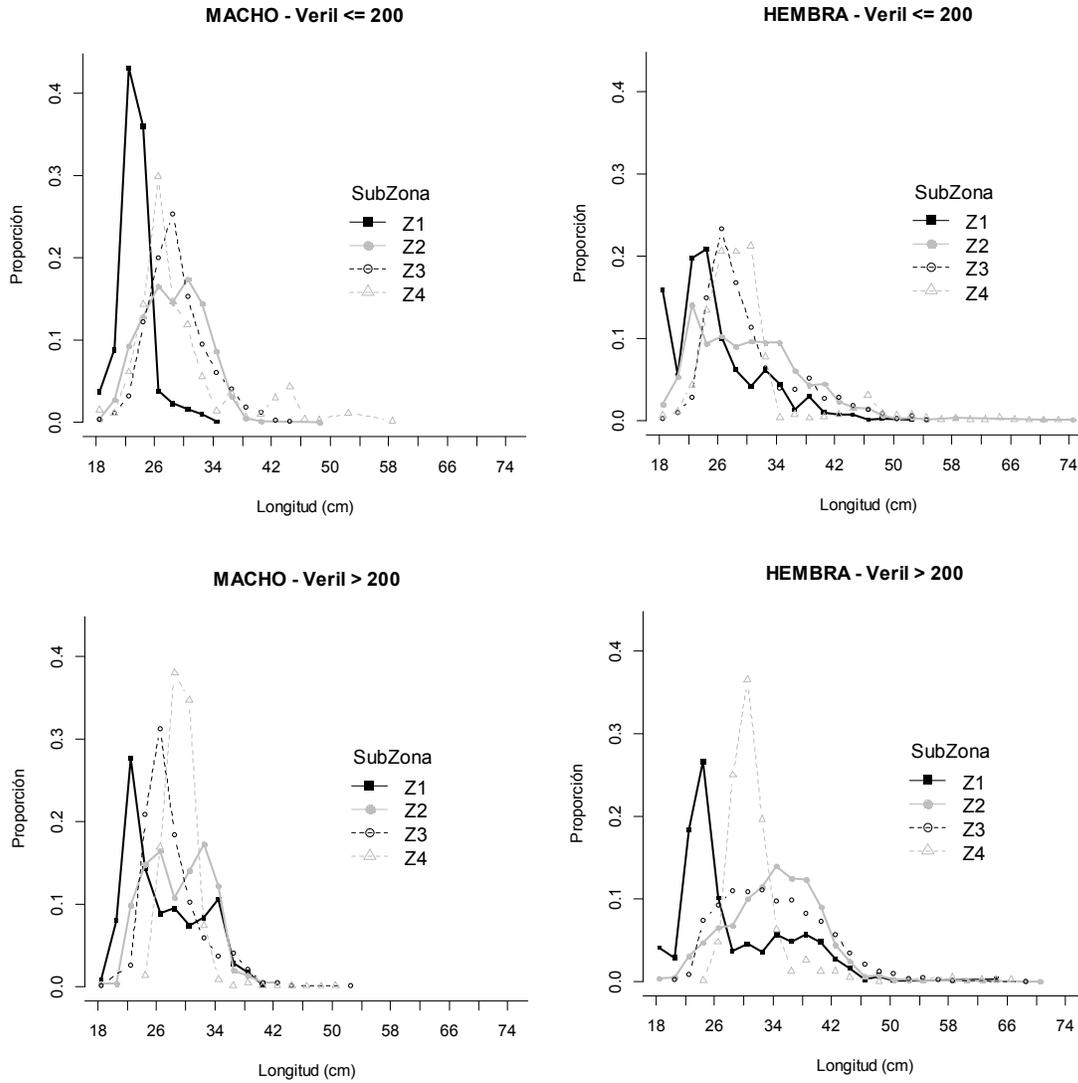


Figura 18. Composici3n de tallas estimada de machos y hembras en la captura por subzona, separadas por categora de profundidad, crucero a1o 2016.

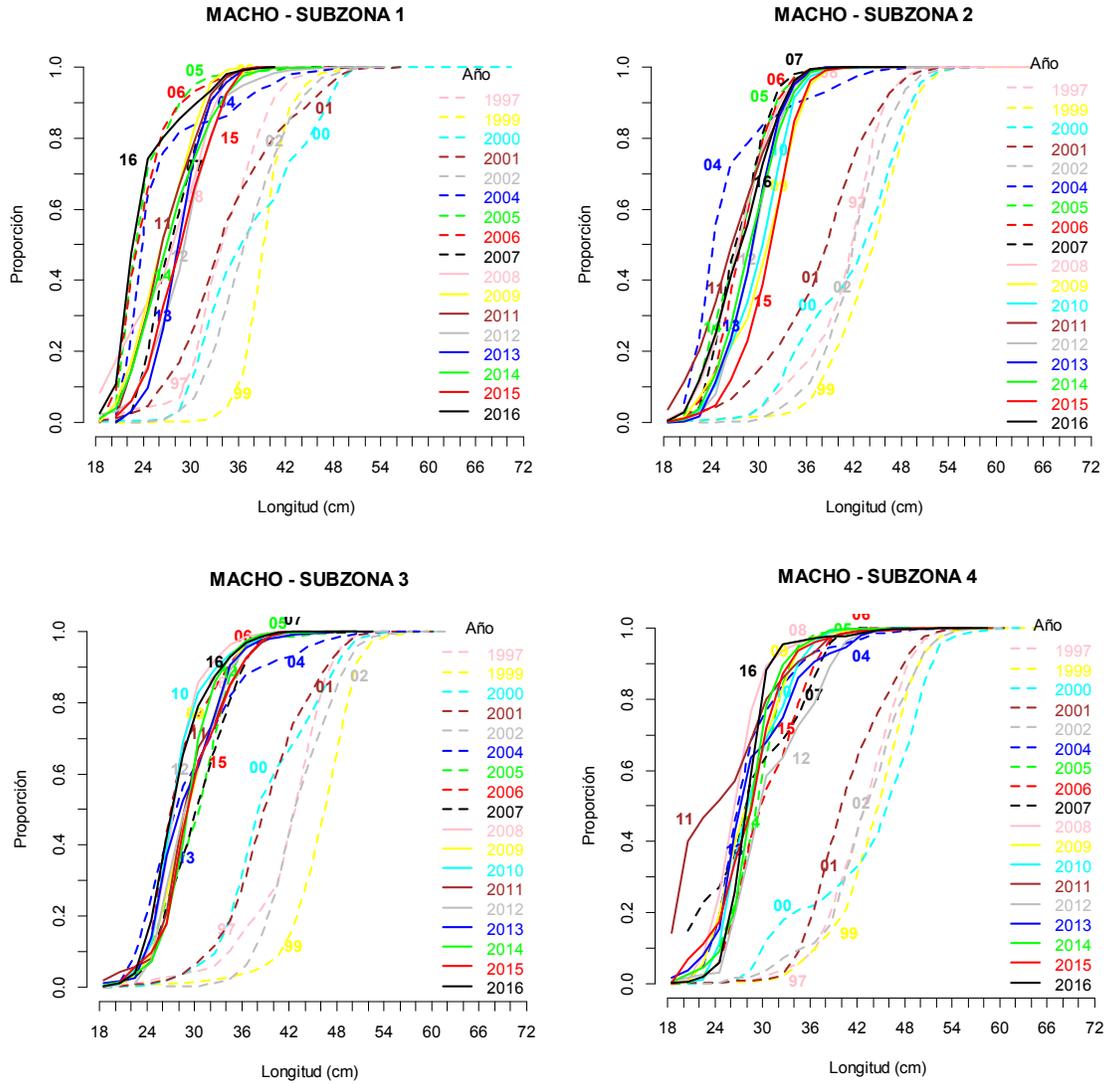


Figura 19. Ojiva estimada de talla para machos en la captura por a3o de evaluaci3n, separadas por subzona en el periodo julio – agosto 2016.

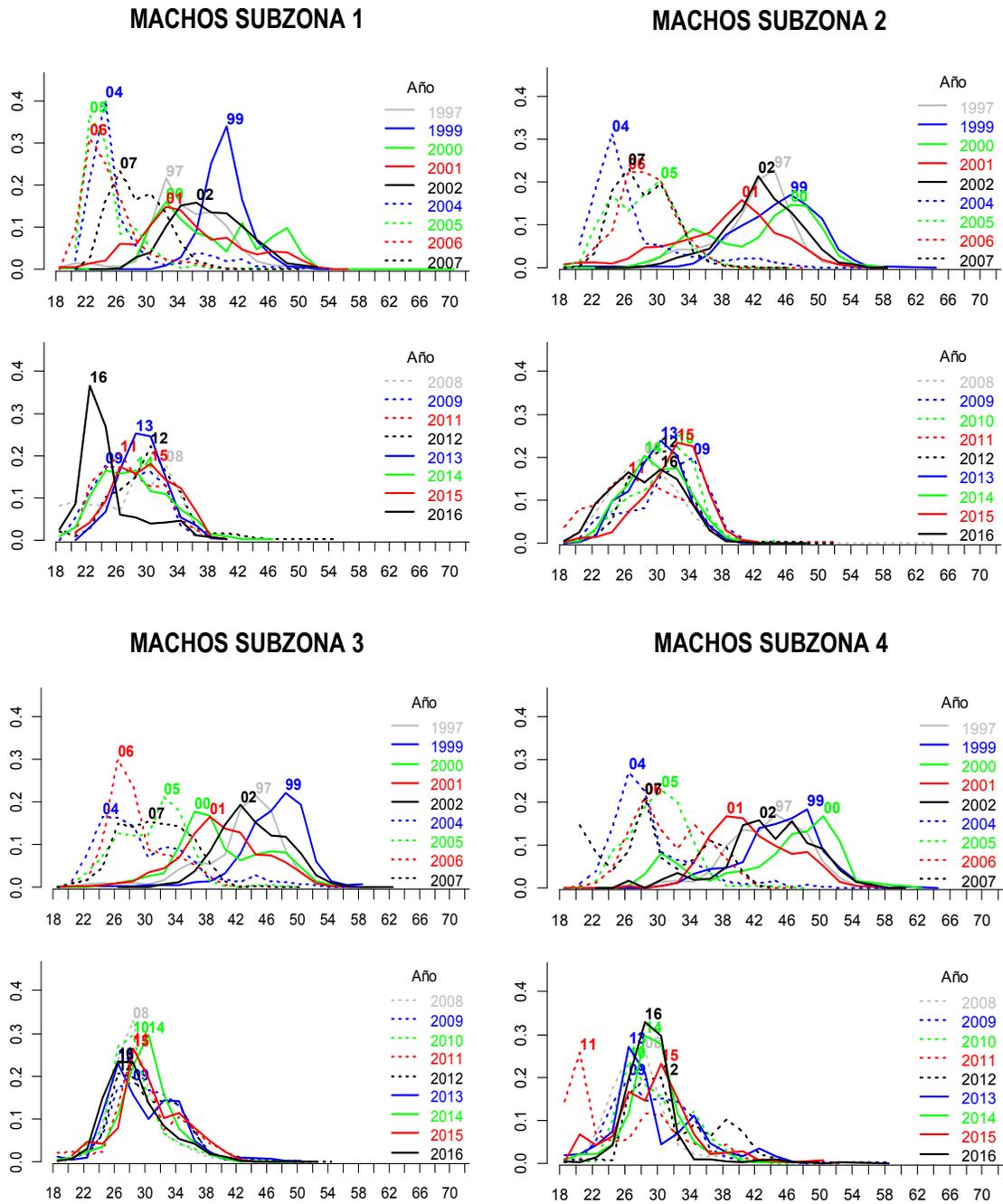


Figura 20. Composici3n de tallas estimada de machos en la captura por a1o de evaluaci3n, separadas por subzona en el periodo julio – agosto 2016.

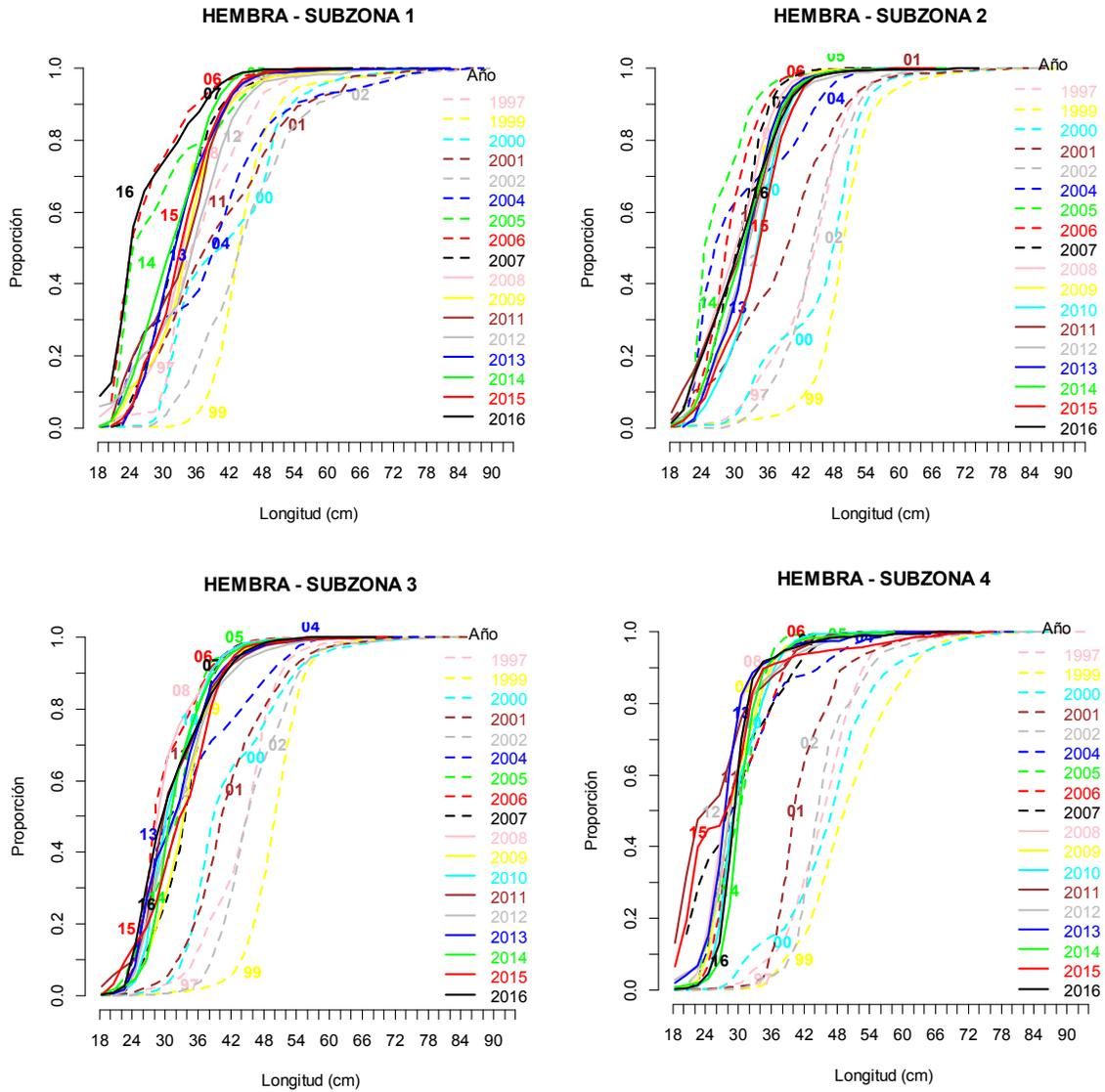


Figura 21. Ojiva estimada de talla para hembras en la captura por a1o de evaluaci3n, separadas por subzona en el periodo julio – agosto 2016.

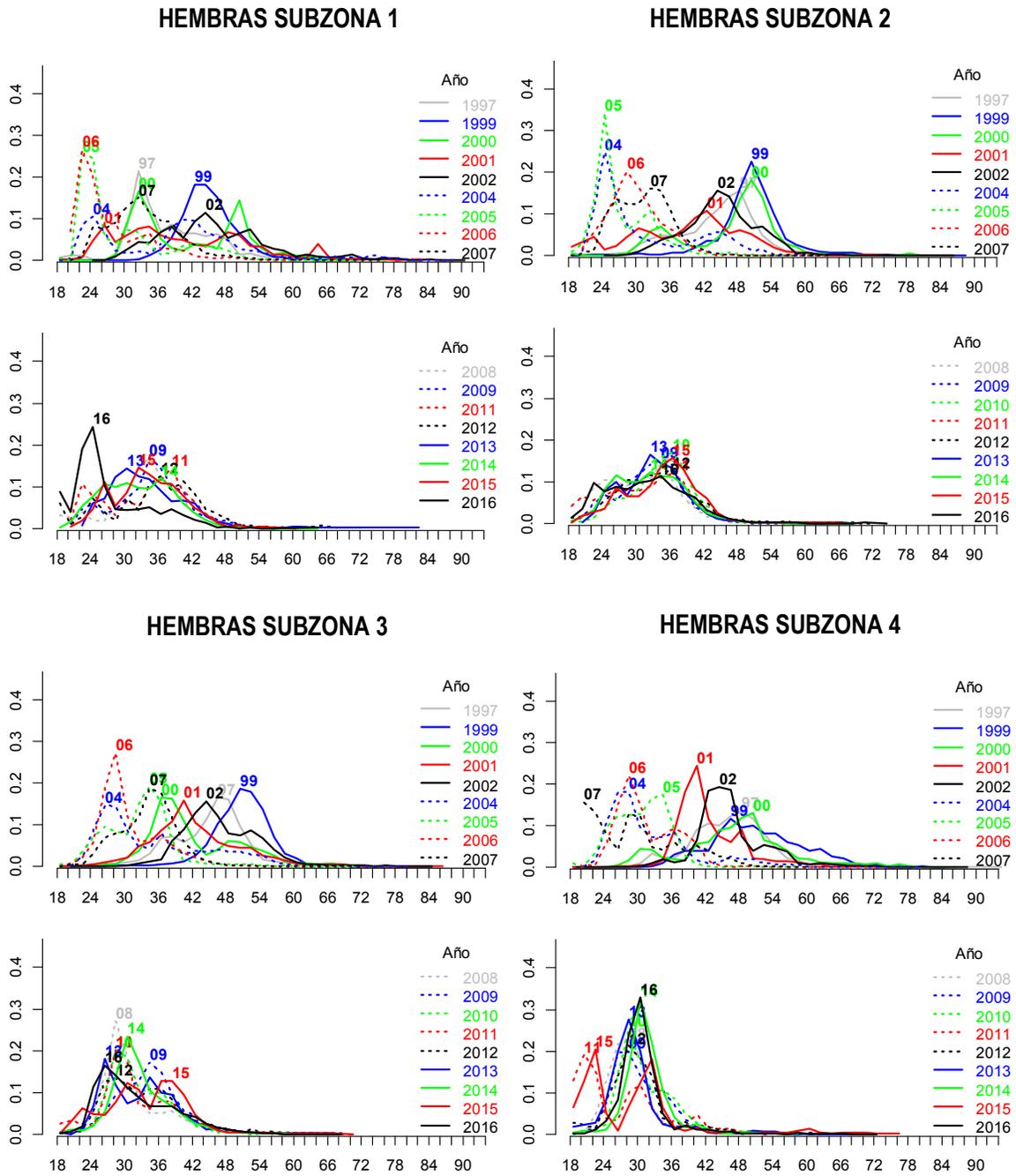


Figura 22. Composici3n de tallas estimada de hembras en la captura por a1o de evaluaci3n, separadas por subzona en el periodo julio – agosto 2016.

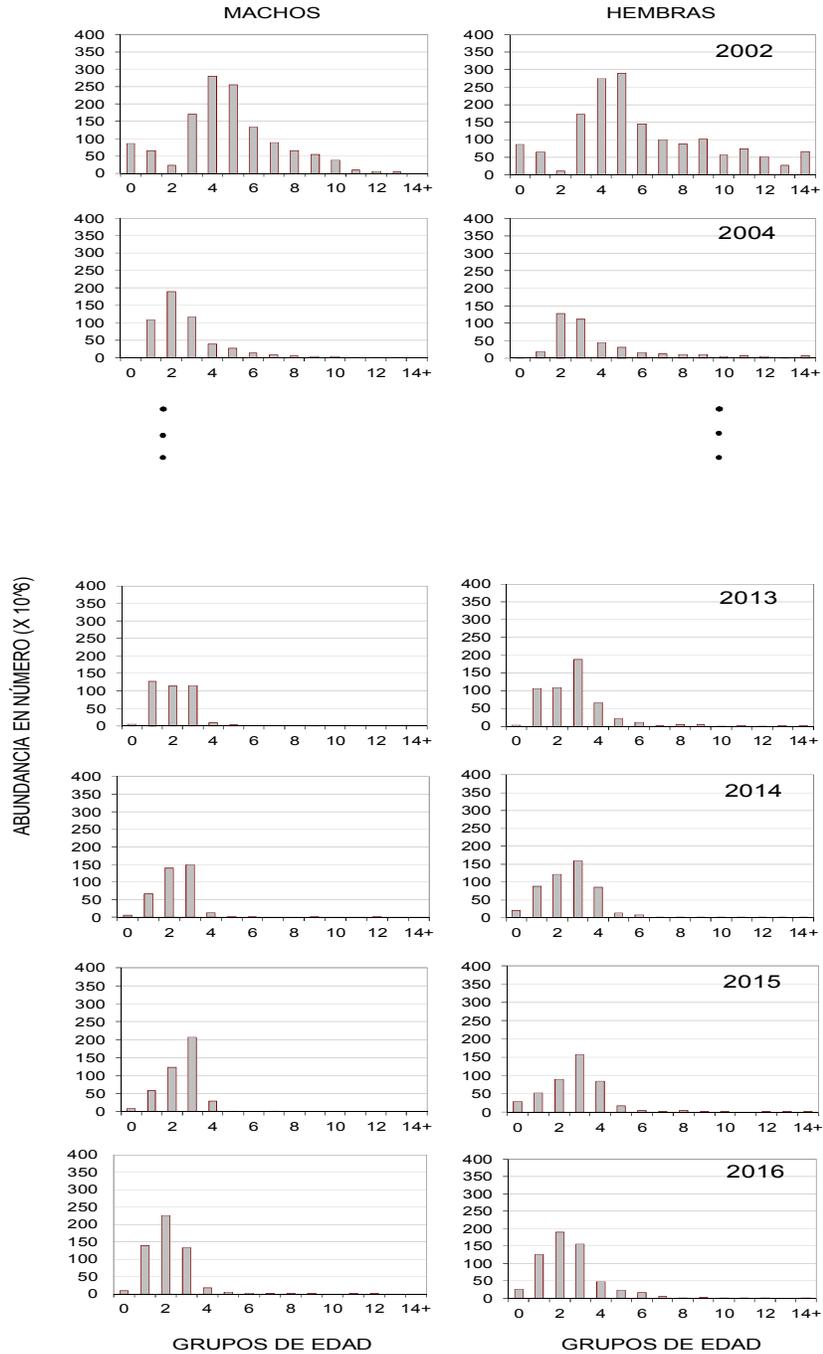
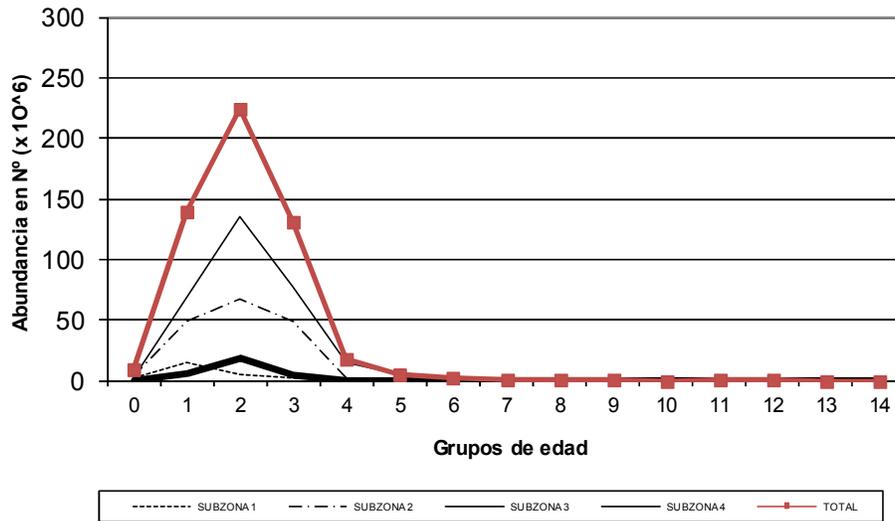


Figura 23. Abundancia por grupos de edad de merluza com3n, cruces de evaluaci3n, periodo 2002 – 2004 y 2012-2016.



Merluza com3n machos



Merluza com3n hembras

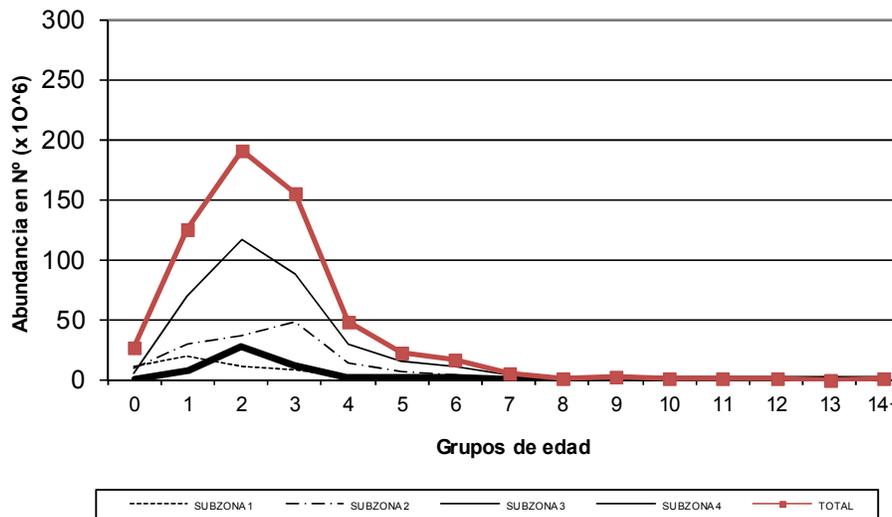


Figura 24. Abundancia de merluza com3n por grupos de edad, diferenciado por sexo y zona. Crucero de evaluaci3n, julio-agosto de 2016.

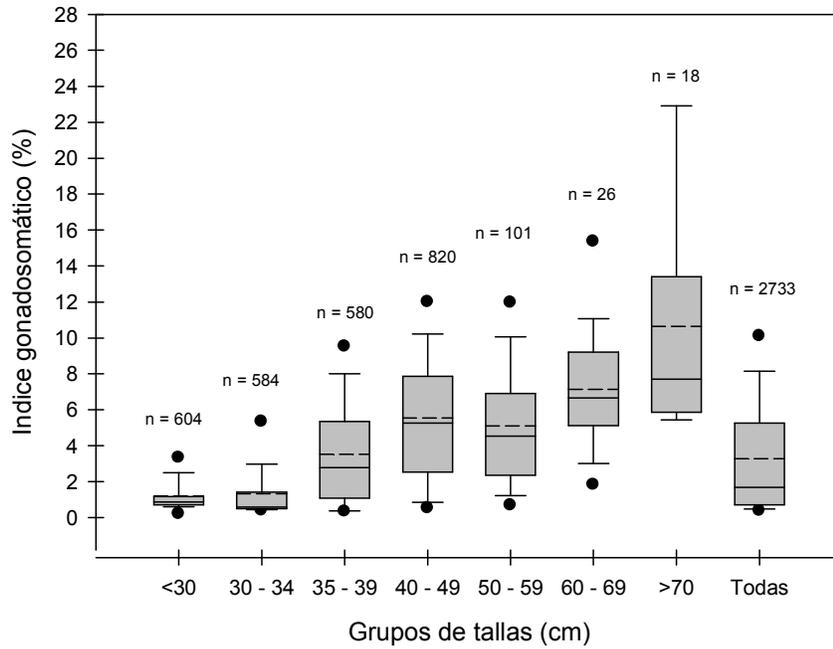


Figura 25. Valor medio del Índice Gonadosomático para todos los ejemplares y por grupos de tamaños.

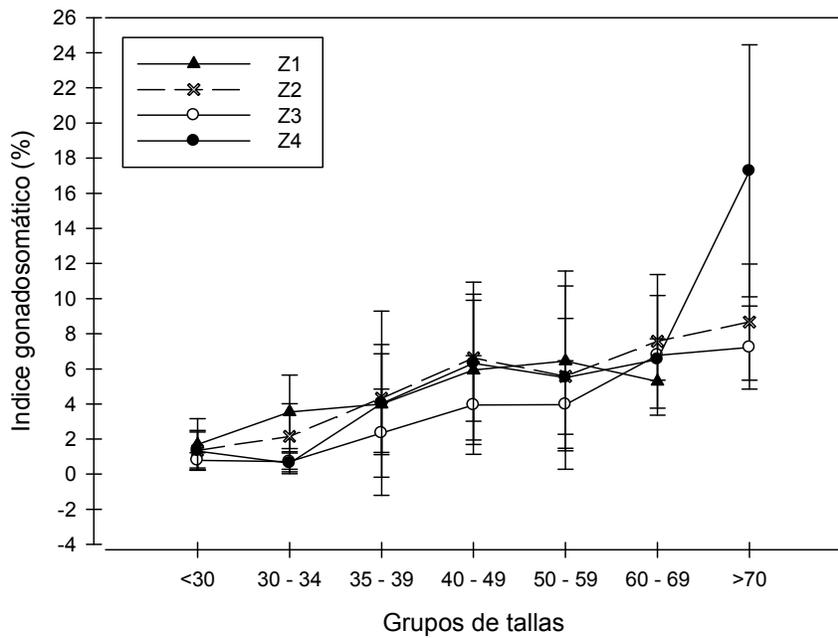


Figura 26. Valor medio del Índice Gonadosomático en ejemplares por zonas y grupos de tamaños.

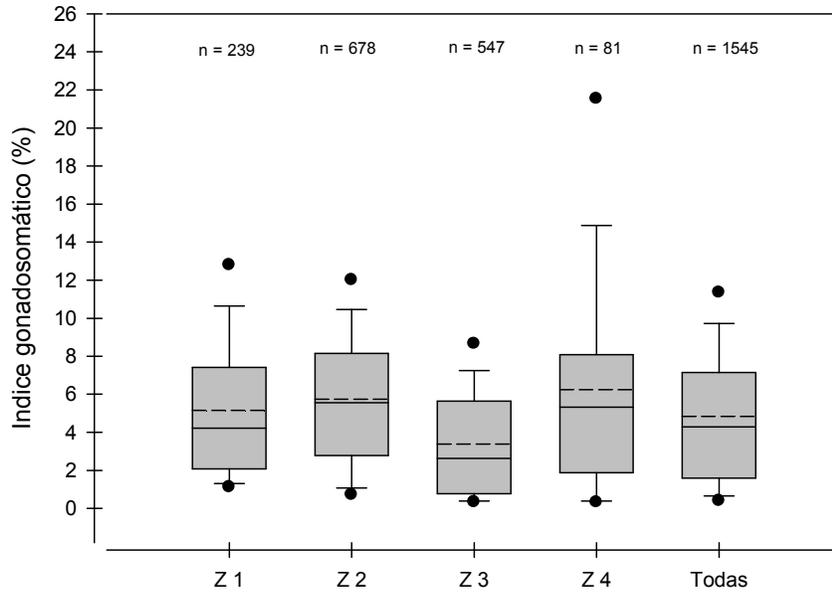


Figura 27. Valor medio del Índice Gonadosomático para hembras ≥ 35 cm LT, en toda el área y por zonas.

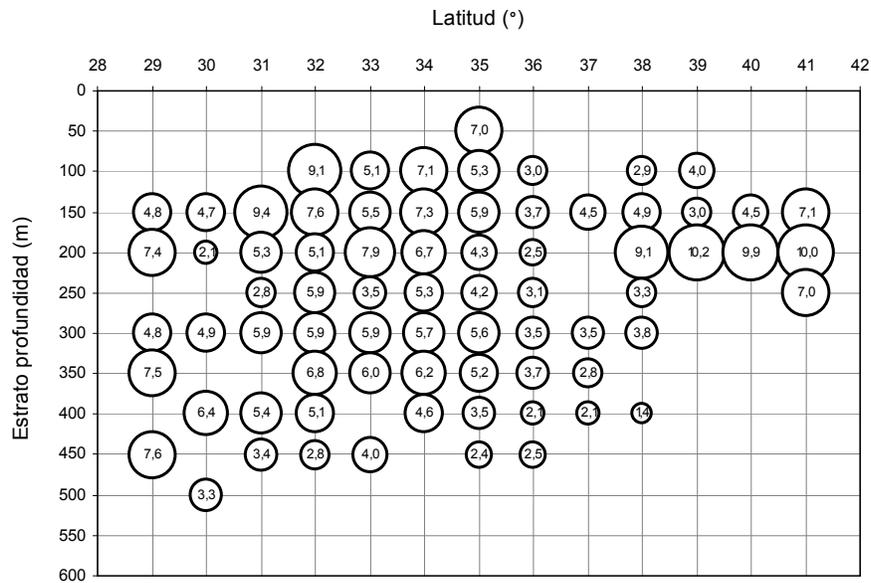


Figura 28. Distribuci3n de los valores medios de IGS de hembras ≥ 35 cm LT por grado de latitud y estrato de profundidad.

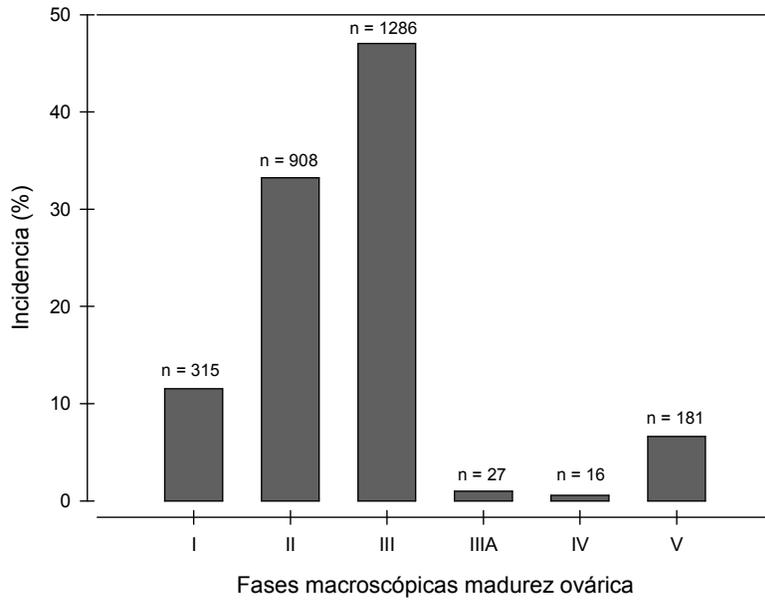


Figura 29. Frecuencia porcentual de fases macrosc3picas de madurez gonadal en merluza com3n muestreadas en julio-agosto 2015.

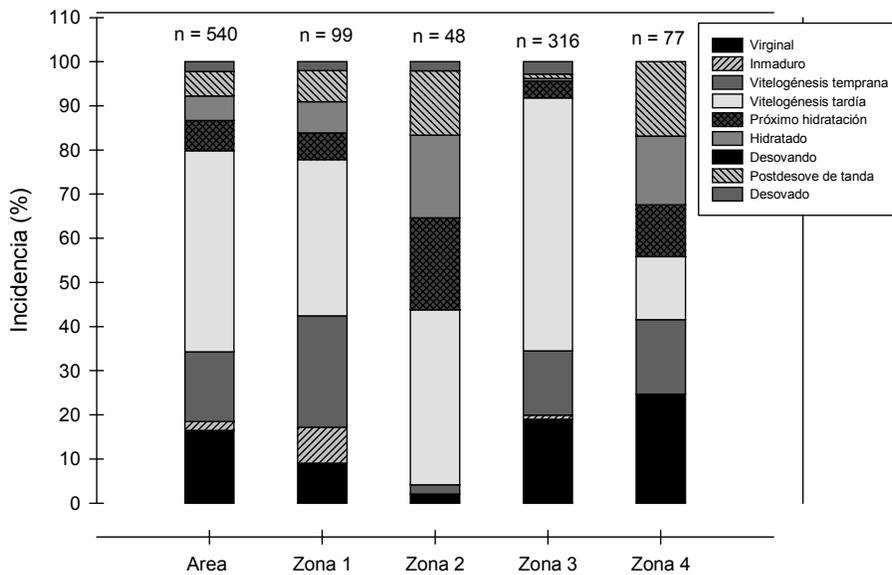


Figura 30. Incidencia porcentual de fases microsc3picas de madurez gonadal en merluza com3n en el 3rea de estudio y por zonas.

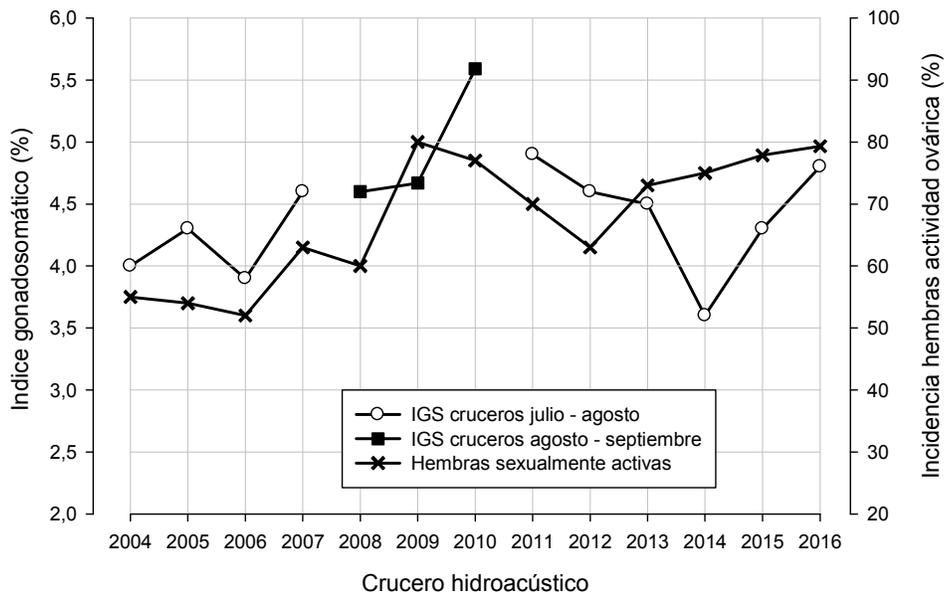


Figura 31. Valor medio del índice gonadosomático de hembras mayores a 34 cm y la incidencia microscópica de hembras sexualmente activas, de la serie de cruceos de evaluaci3n entre 2004 y 2016.

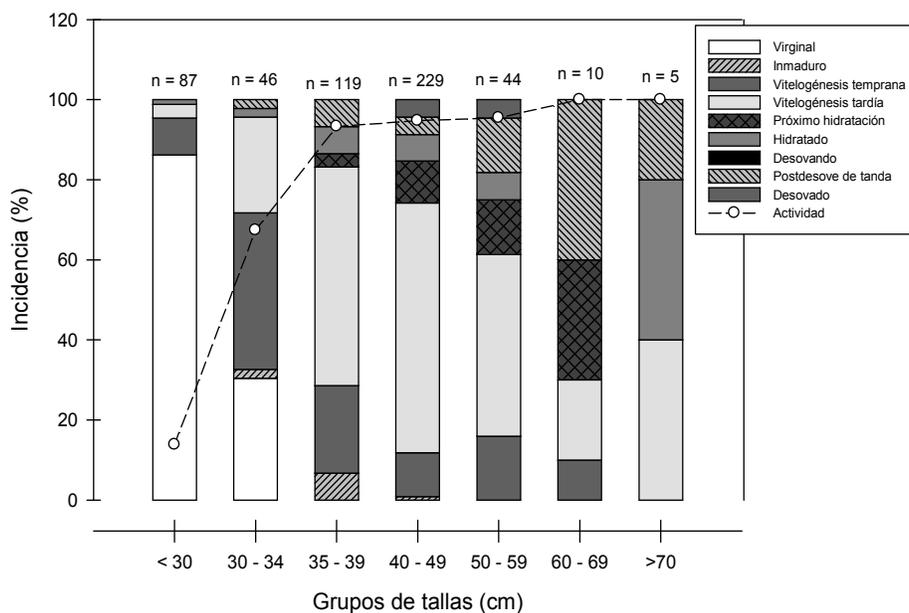


Figura 32. Incidencia de fases microscópicas de madurez gonadal por grupo de tamaños de los ejemplares en el área de estudio.

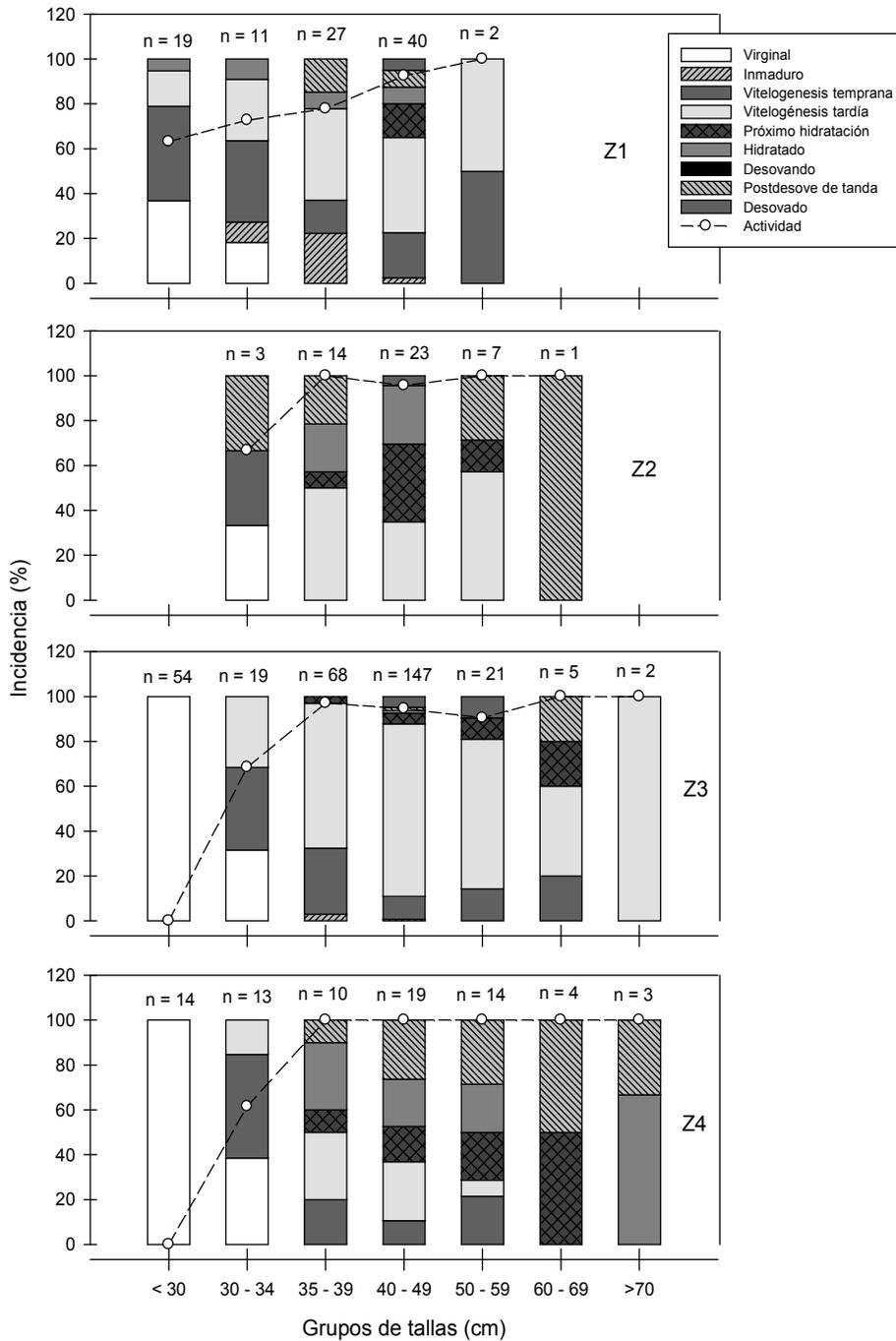


Figura 33. Incidencia de fases microscópicas de madurez gonadal por grupos de tamaños de los ejemplares por subzona.

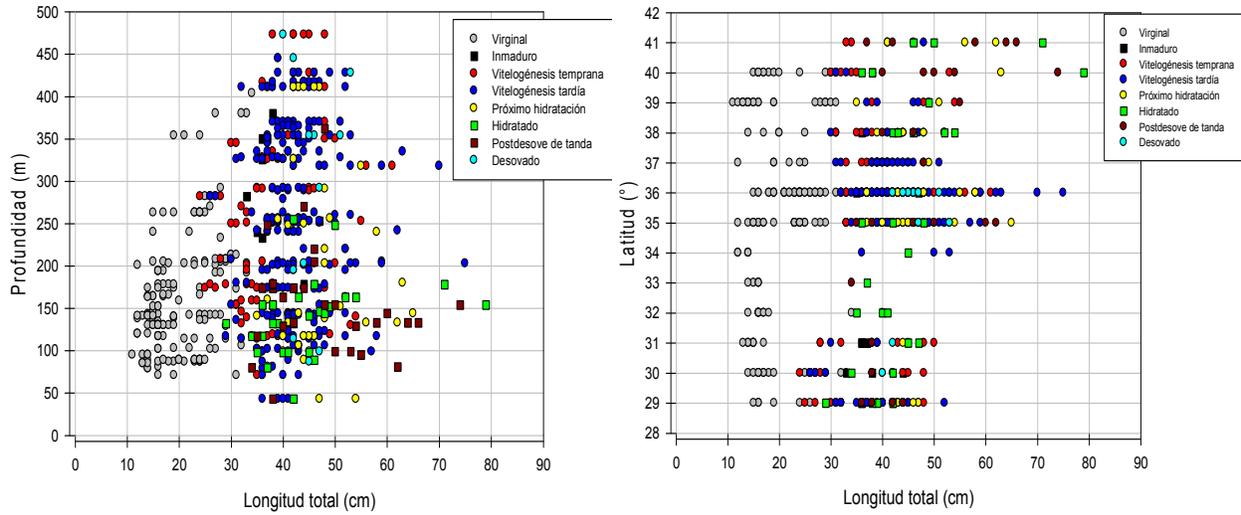


Figura 34. Distribuci3n de las fases ováricas de madurez por profundidad media y grado de latitud.

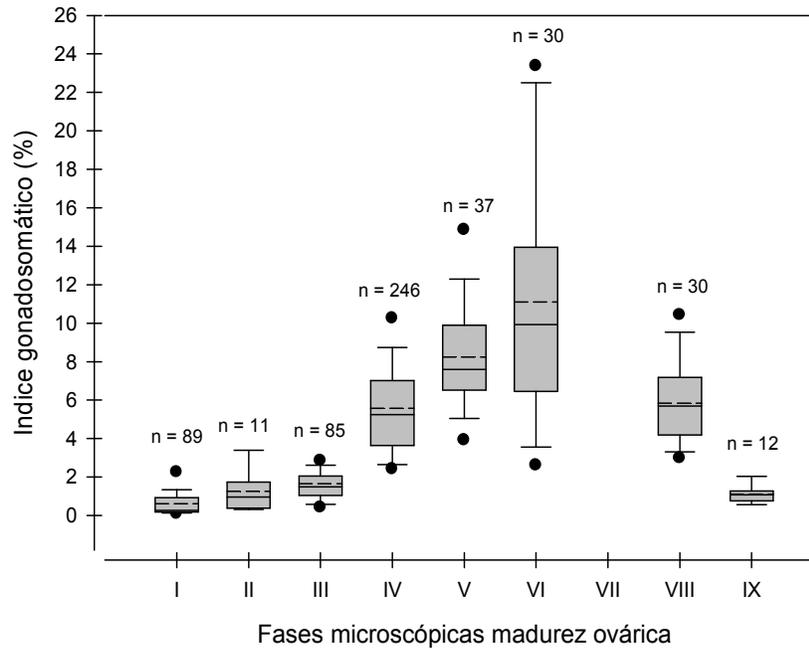


Figura 35. Distribuci3n del IGS medio en relaci3n a la fase microsc3pica de madurez gonadal.

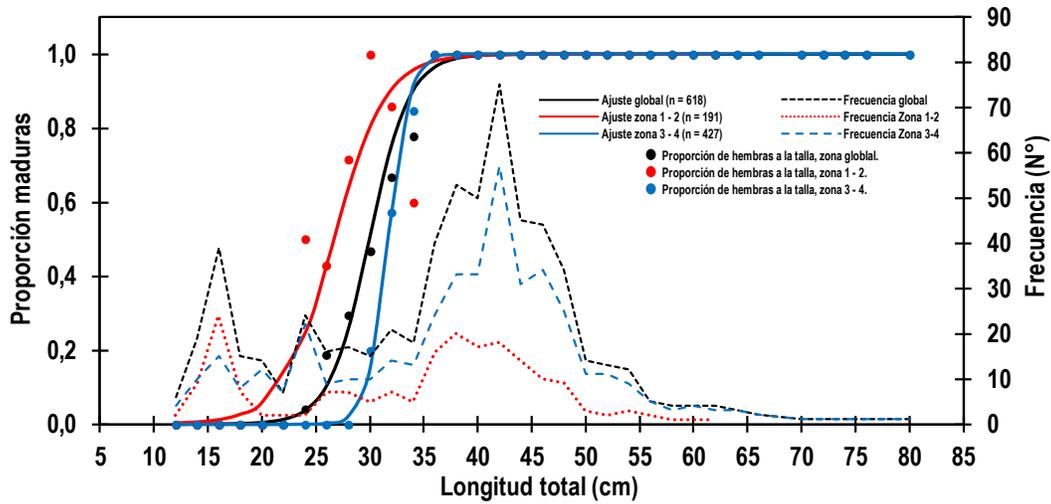


Figura 36. Ojiva de madurez sexual para hembras en el 1rea de estudio.

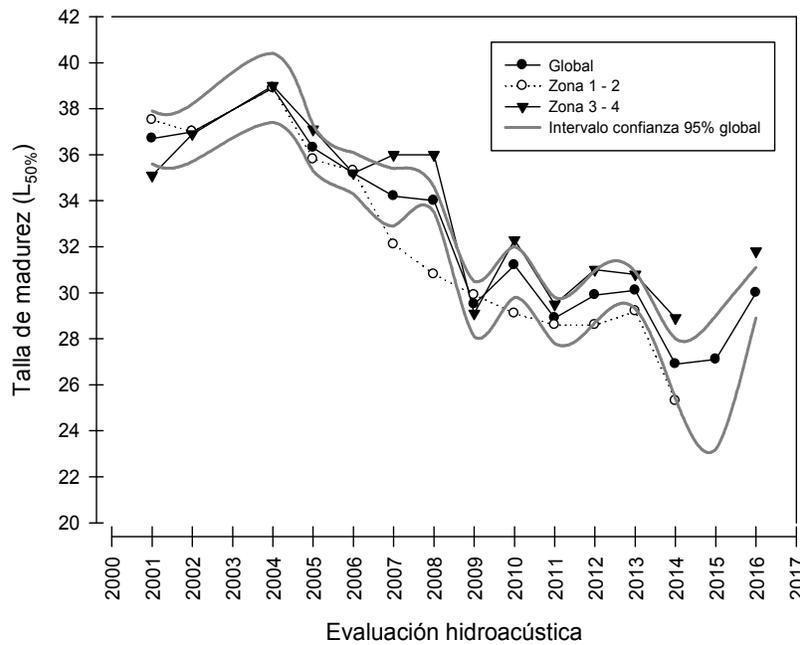


Figura 37. Estimados del par1metro de talla media de madurez sexual ($L_{50\%}$) en hembras efectuados en evaluaciones directas entre el 2001 y 2016.

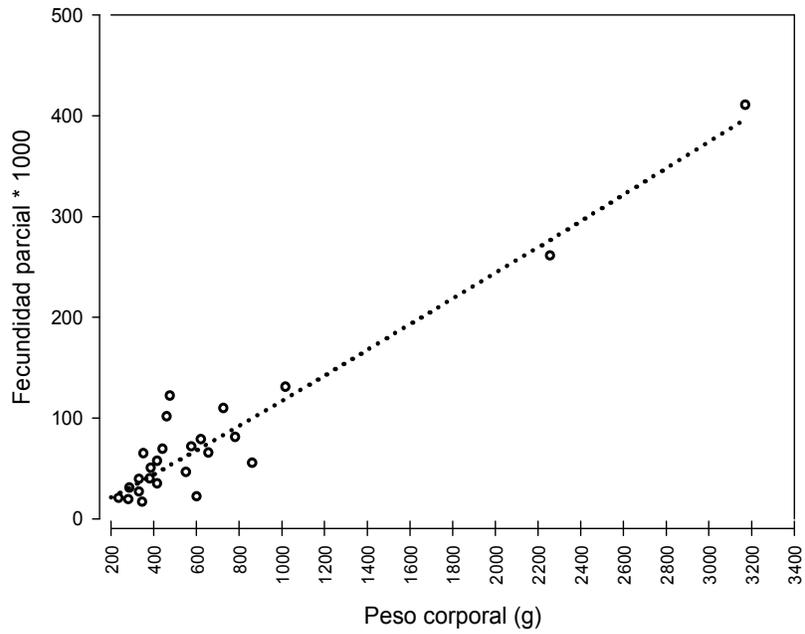


Figura 38. Distribuci3n de la fecundidad parcial en funci3n del peso corporal de las hembras.

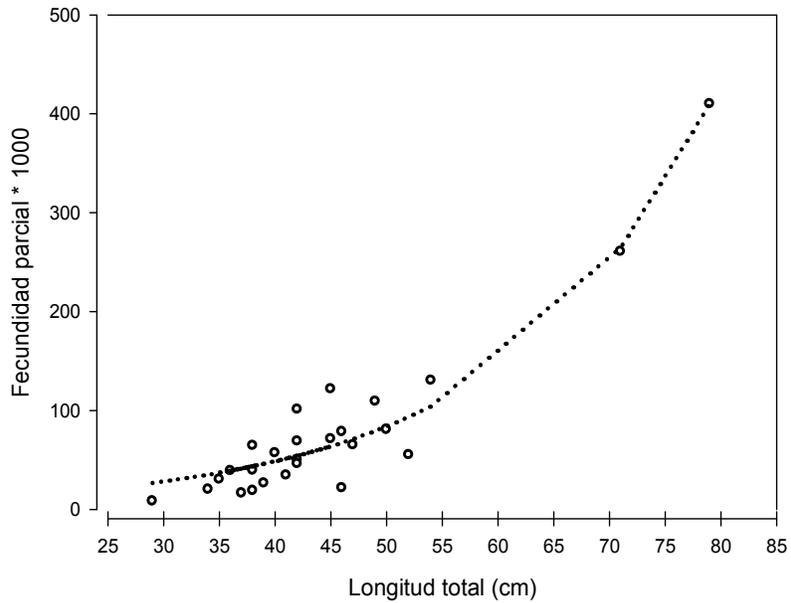


Figura 39. Distribuci3n de la fecundidad parcial de las hembras en funci3n de la longitud total.

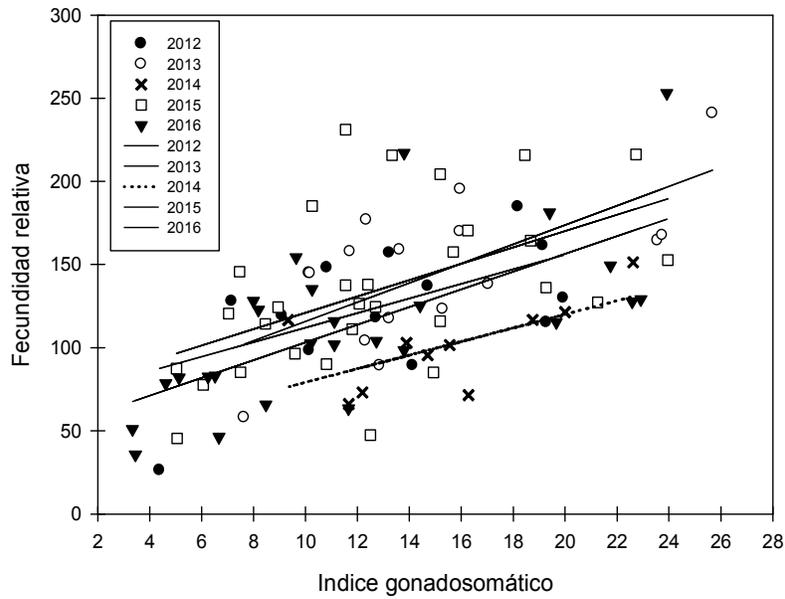


Figura 40. Relaciones lineales anuales entre el Índice Gonadosomático y la fecundidad relativa de hembras con ovocitos $\geq 750 \mu\text{m}$ a partir de evaluaciones al recurso.

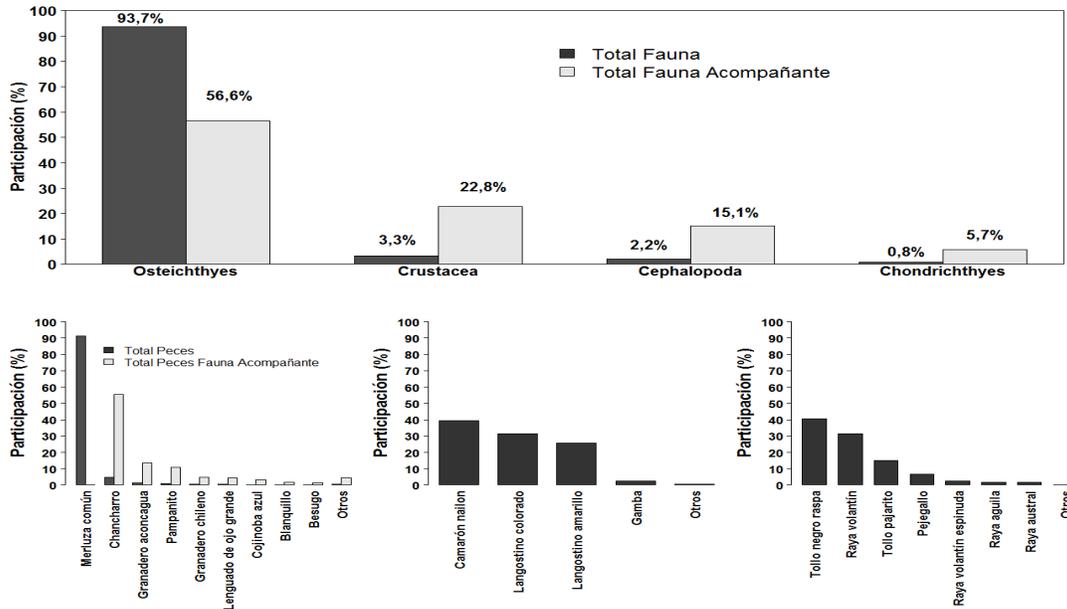


Figura 41 Importancia relativa, respecto captura total estandarizada, de los principales grupos taxonómicos capturados durante el crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.

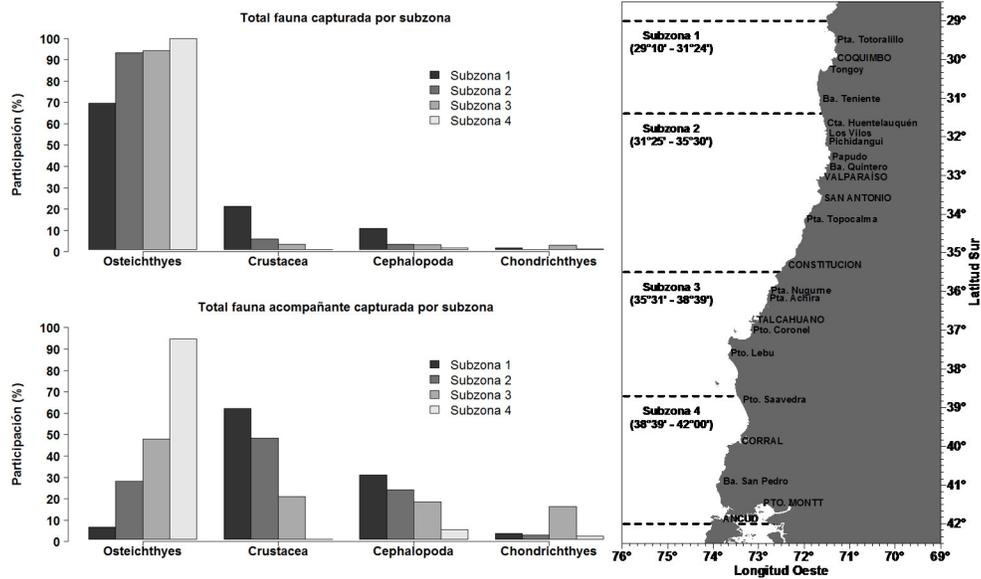


Figura 42. Importancia relativa principales grupos taxon3micos presentes por subzona, respecto captura total estandarizada por subzona: **a)** total fauna (todas las especies) y **b)** total fauna acompa1ante (excluye merluza com3n). Crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, invierno 2016.

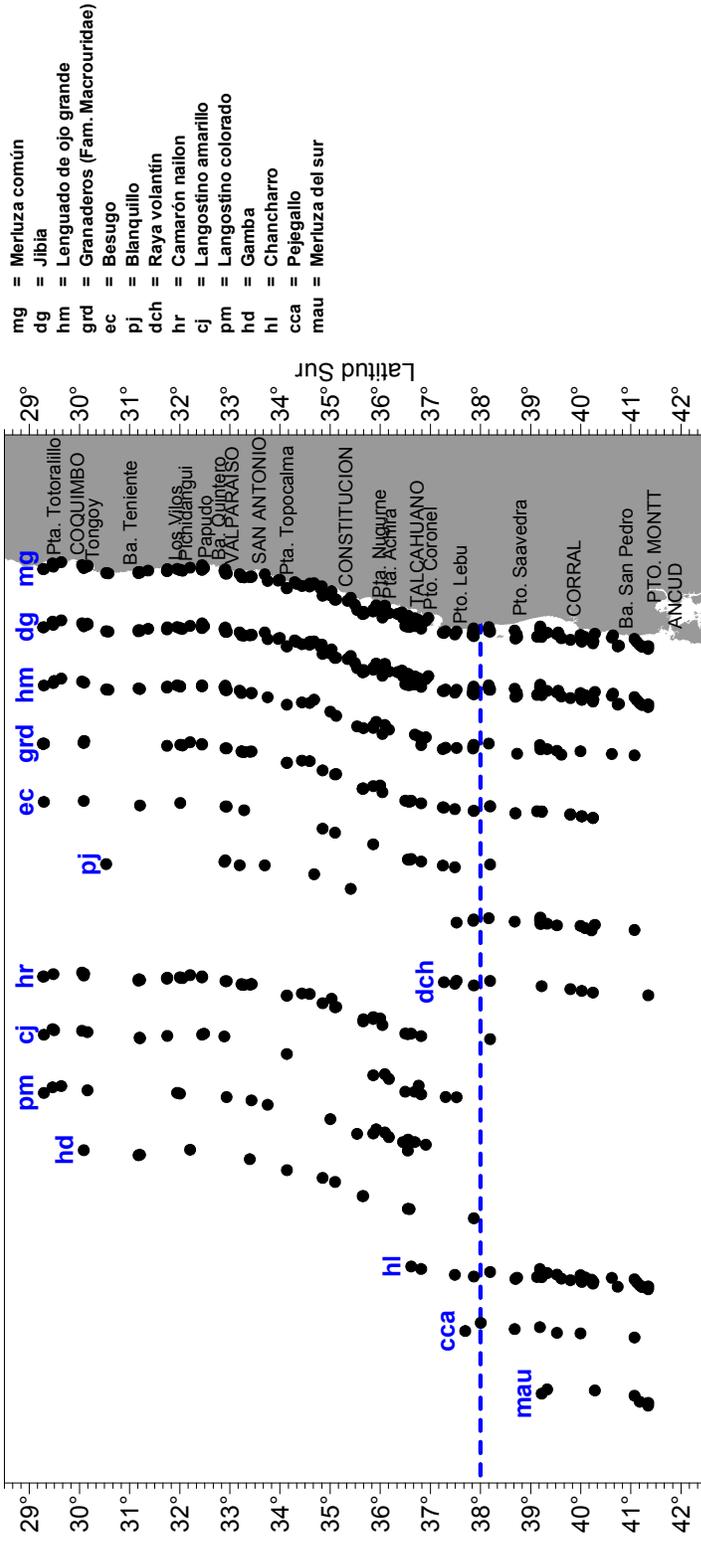


Figura 43. Distribuci3n latitudinal de los principales grupos taxon3micos y distribuci3n batim3trica de las especies m3s representativas asociadas a cada grupo. Crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, invierno 2016.

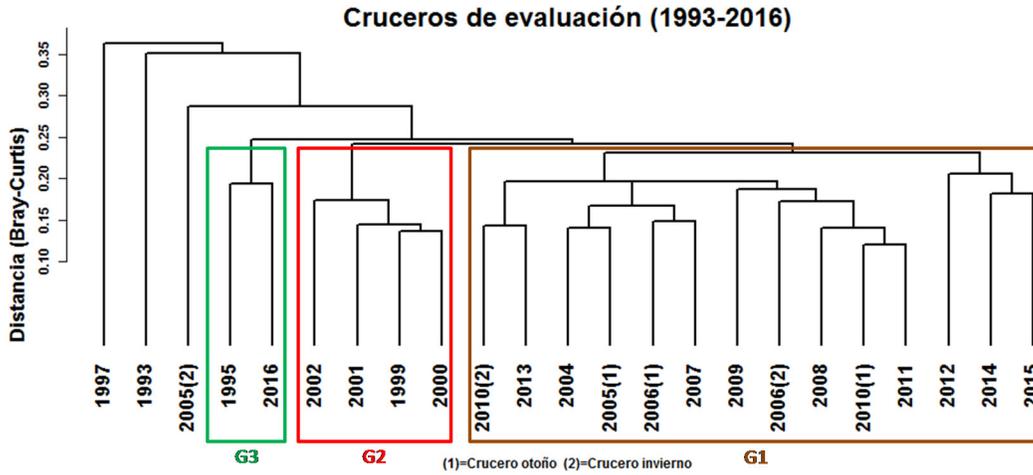


Figura 44. Resultado del análisis de clasificaci3n de la abundancia relativa de la fauna presente en los cruceros de evaluaci3n directa de merluza com3n realizados entre 1993 y 2016.

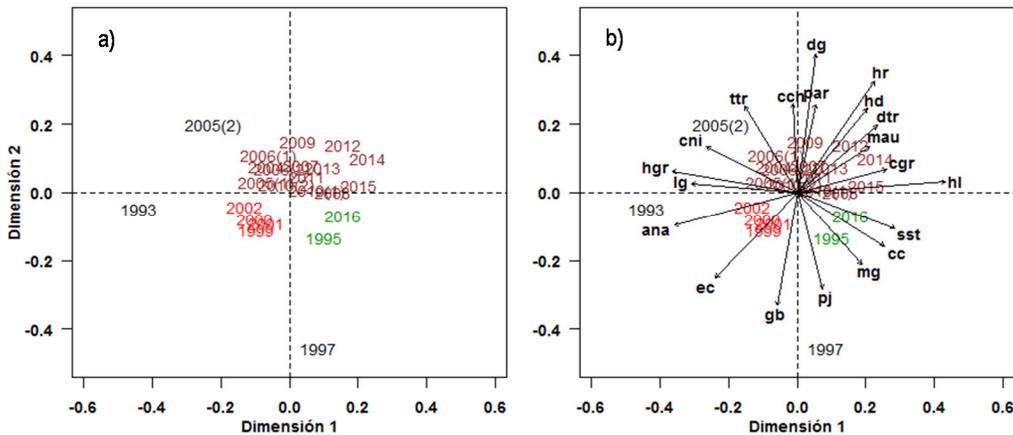


Figura 45. Resultado del análisis de ordenaci3n de la abundancia relativa de la fauna presente en los cruceros de evaluaci3n directa de merluza com3n realizados entre 1993 y 2016 (simbolog3a: ver tabla 44).

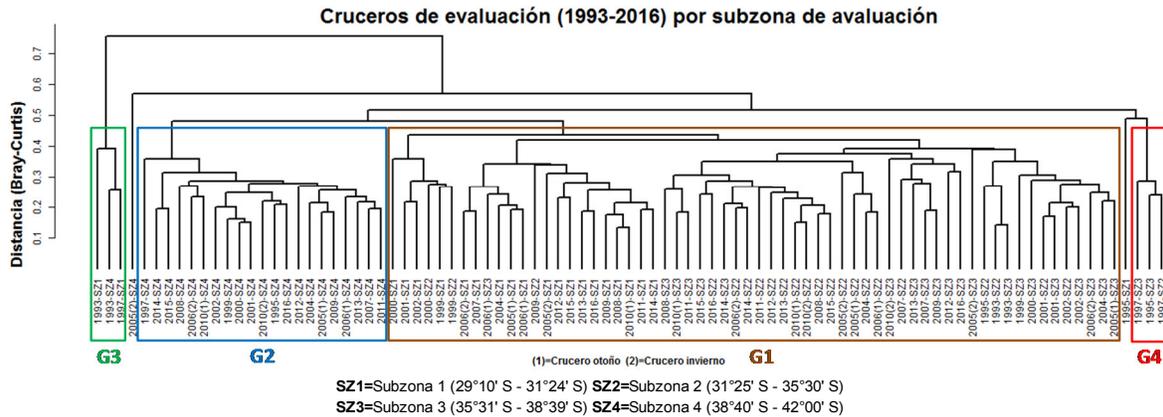


Figura 46. Resultado del an3lisis de clasificaci3n de la abundancia relativa de la fauna presente por subzona durante los cruceros de evaluaci3n directa de merluza com3n realizados entre 1993 y 2016.

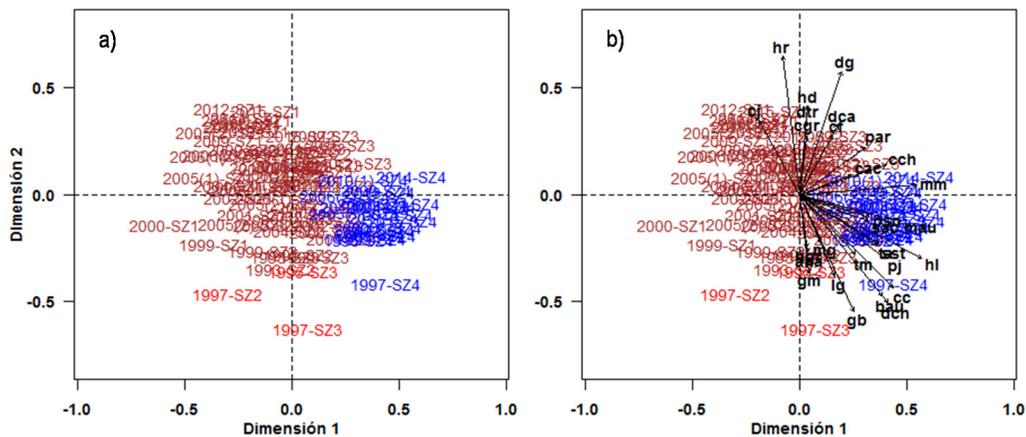


Figura 47. Resultado del an3lisis de ordenaci3n de la abundancia relativa de la fauna presente por subzona durante los cruceros de evaluaci3n directa de merluza com3n realizados entre 1993 y 2016 (simbolog3a: ver tabla 44).

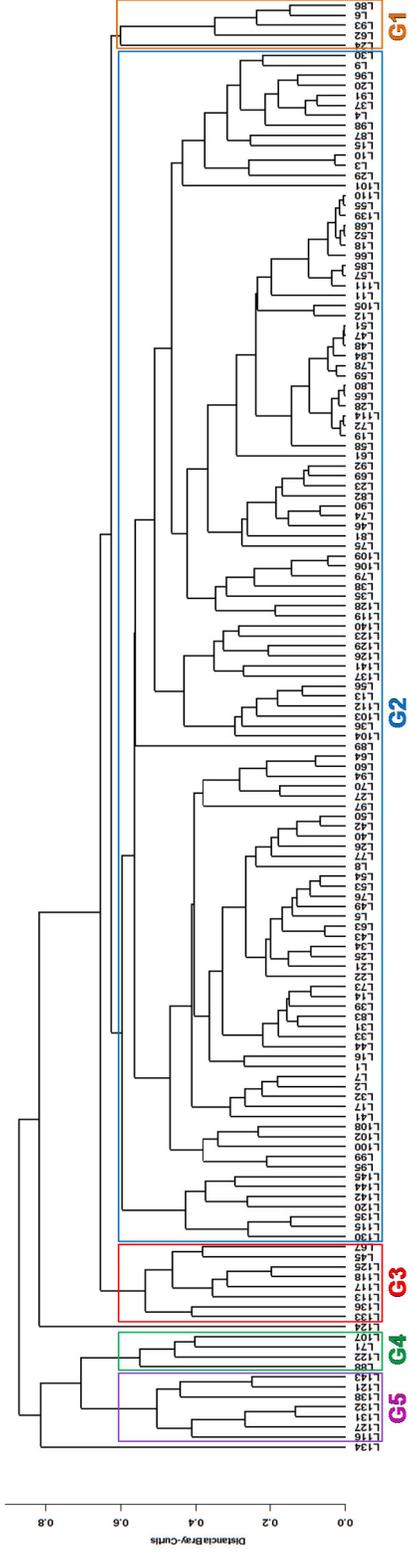


Figura 50. Resultado del an3lisis de clasificaci3n de la abundancia relativa de las principales especies capturada por lance de identificaci3n durante el crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, invierno 2016.

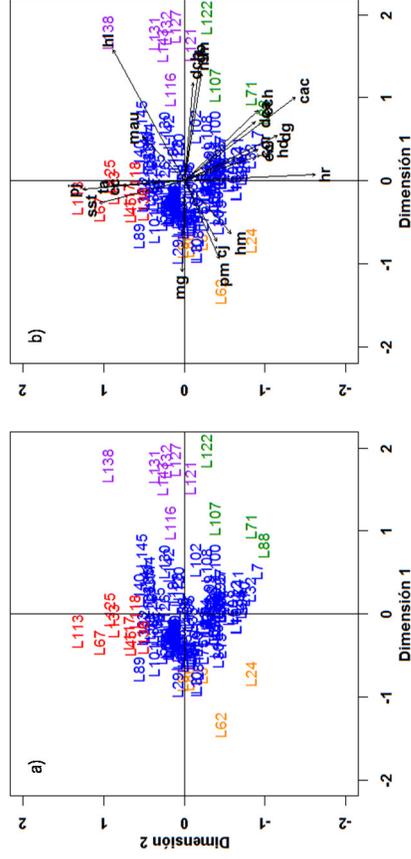


Figura 51. Resultado del an3lisis de ordenaci3n de la abundancia relativa de las principales especies capturadas por lance de identificaci3n durante el crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, invierno 2016.

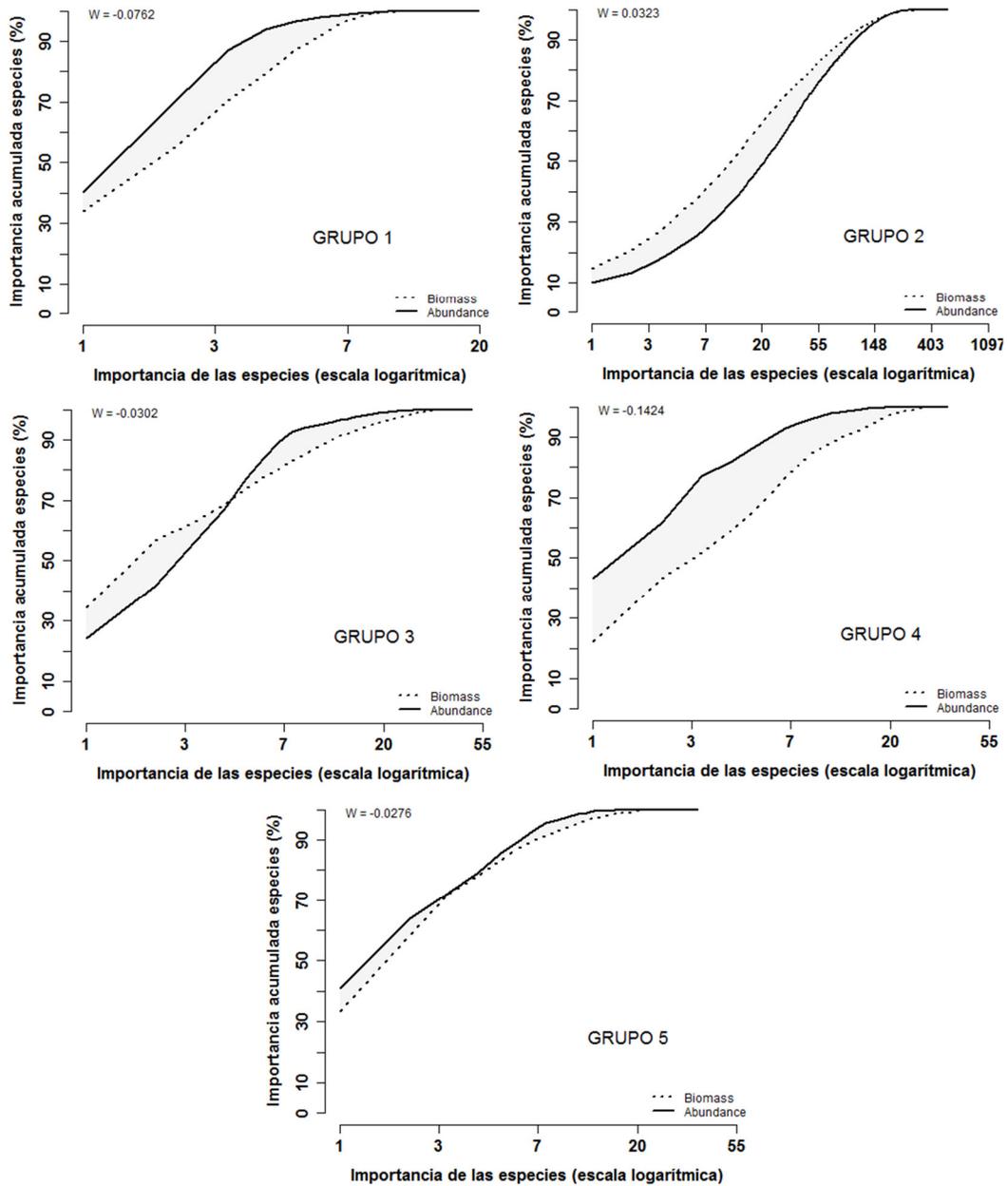


Figura 52. Curvas de k-dominancia para la abundancia numérica y relativa (CPUA) de la fauna capturada en los lances de identificación realizados en el crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.

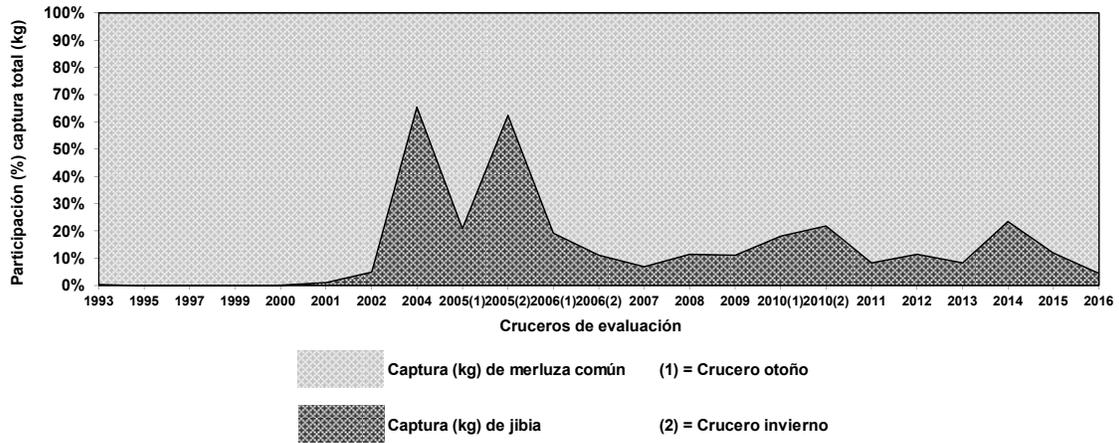


Figura 53. Participaci3n (%) de jibia, respecto de la captura total por crucero de evaluaci3n de merluza com3n.

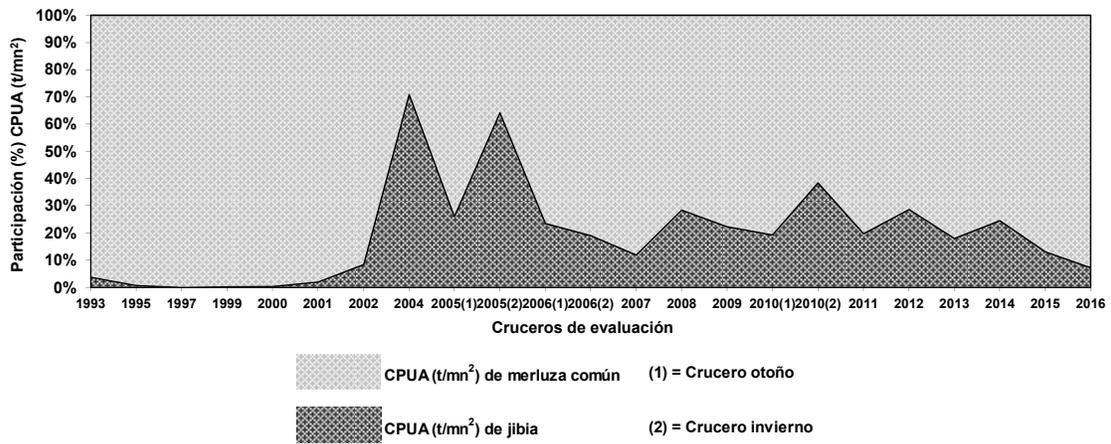


Figura 54. Captura por unidad de 3rea (CPUA [t/mn²]) de jibia registrada durante los cruceros de evaluaci3n de merluza com3n.

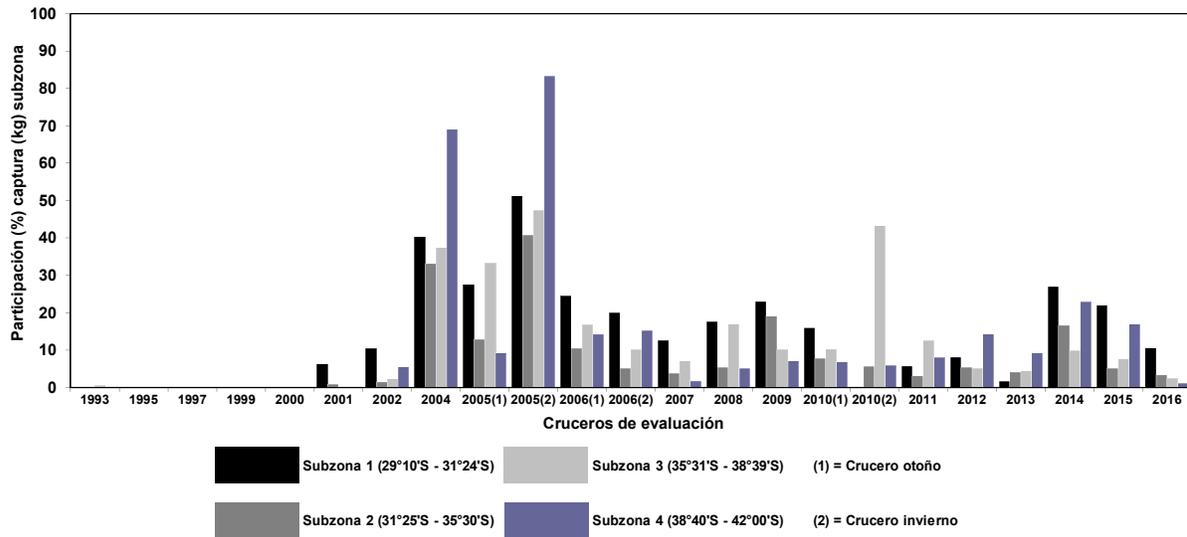


Figura 55. Participaci3n (%) de jibia respecto de la captura total obtenida por subzona. Cruceros de evaluaci3n de merluza com3n, 1993 a 2016.

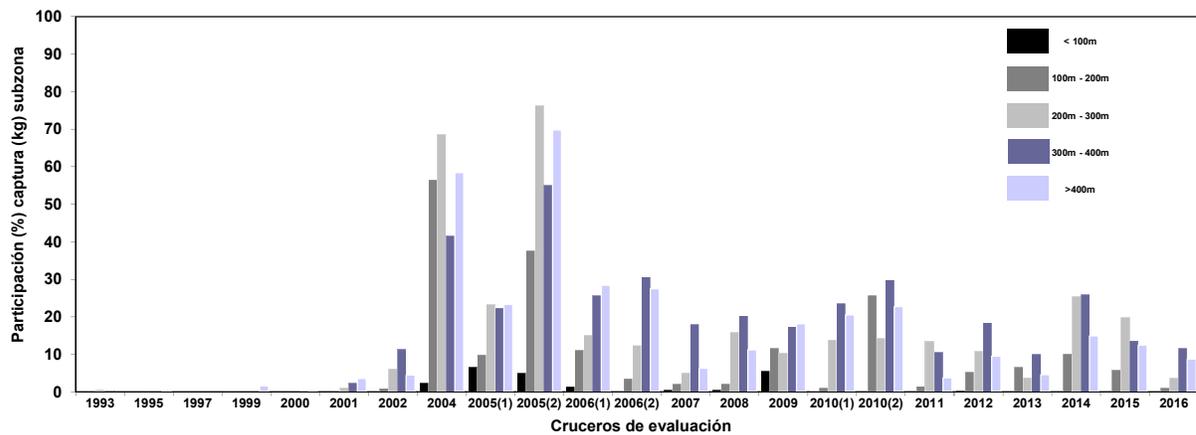


Figura 56. Participaci3n (%) de jibia respecto de la captura total por veril de profundidad. Cruceros de evaluaci3n de merluza com3n, 1993 a 2016.

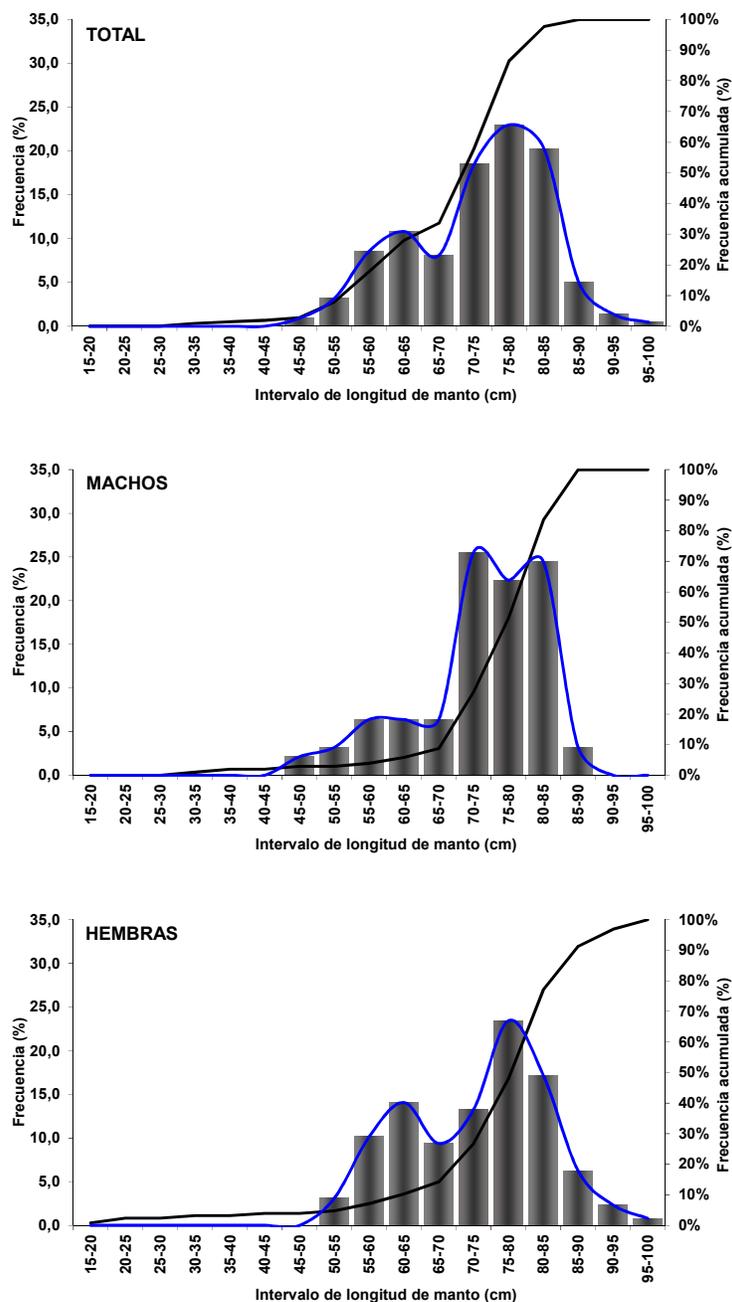


Figura 57. Distribuci3n de frecuencia para la longitud de manto de jibia capturada en los lances de identificaci3n. Crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, invierno 2016.

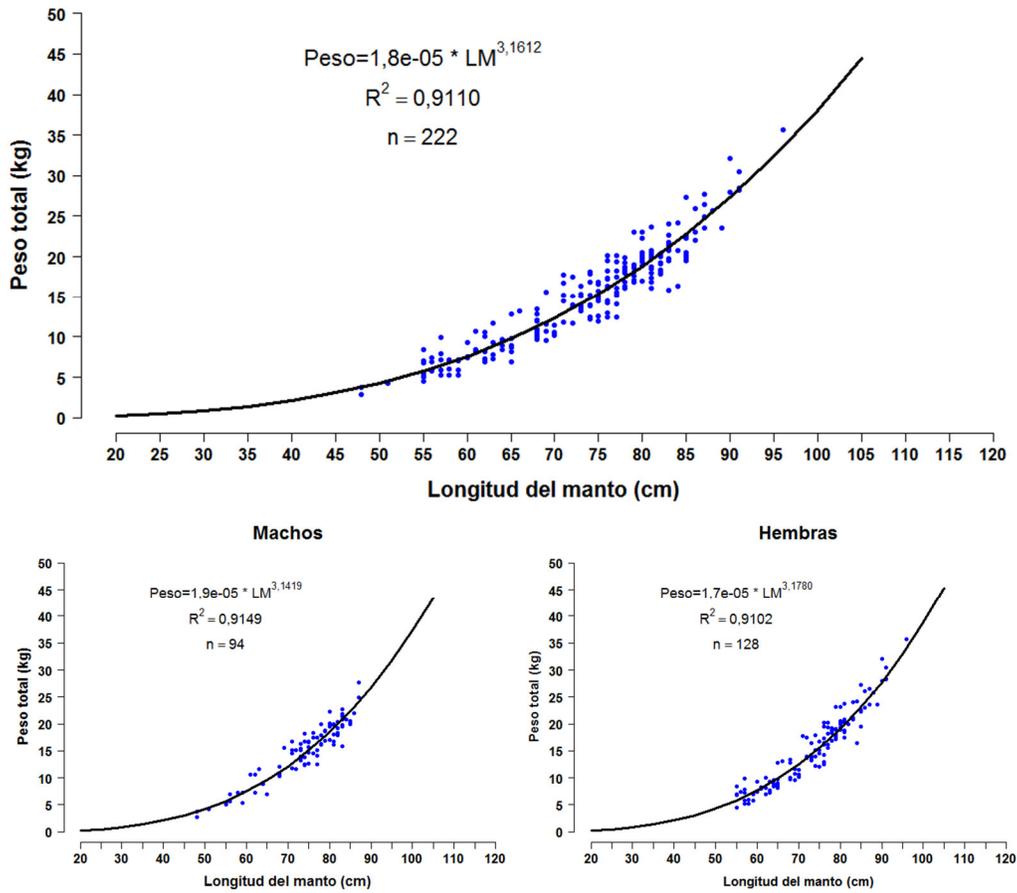


Figura 58. Relaci3n entre la longitud del manto y el peso total obtenida para ejemplares de jibia capturados durante los lances de identificaci3n. Total (panel superior) y por sexo (panel inferior). Crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, invierno 2016.

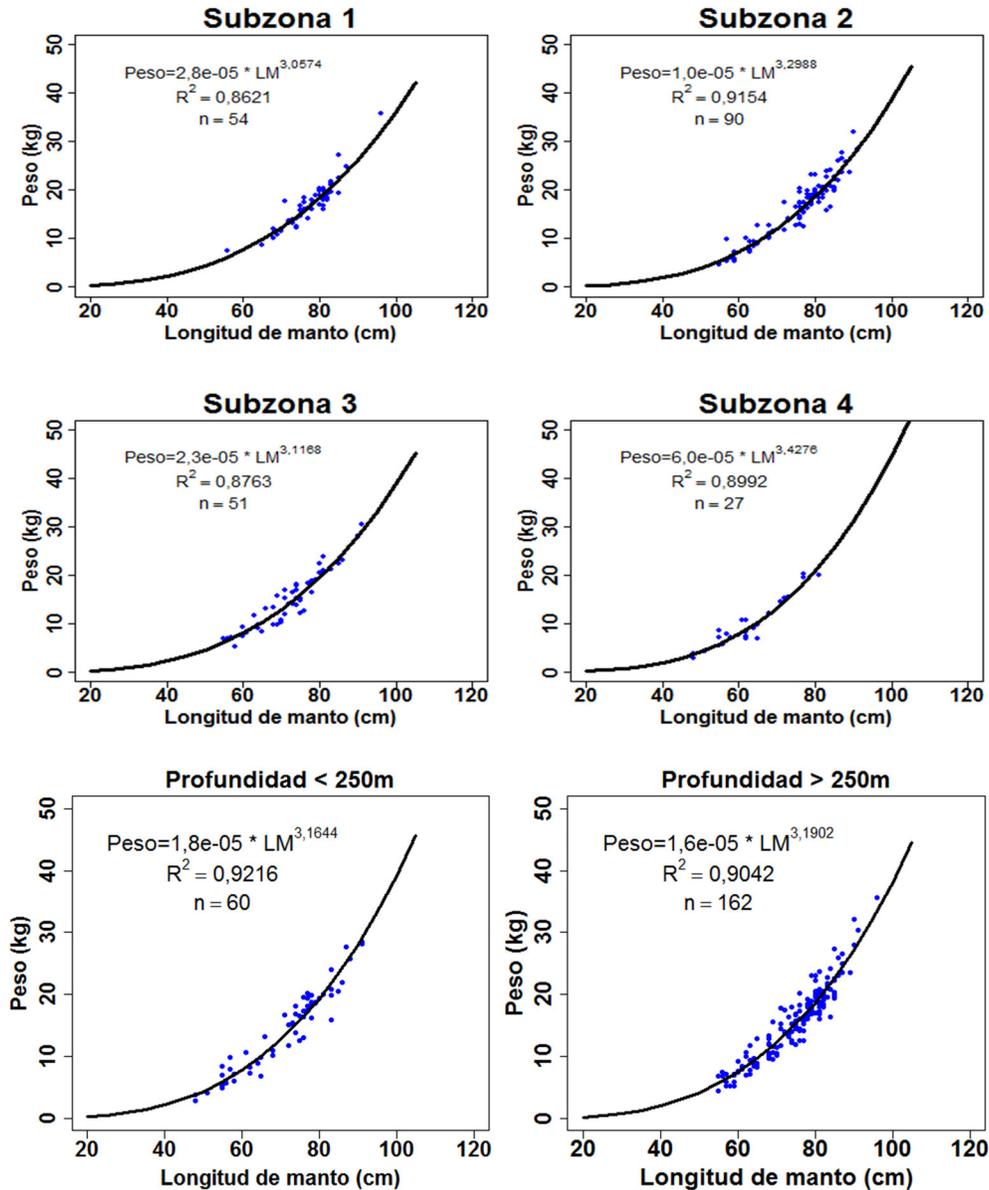


Figura 59. Relaci3n entre la longitud del manto y el peso total por subzonas y rango de profundidad para ejemplares de jibia capturados durante los lances de identificaci3n. Crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, invierno 2016.

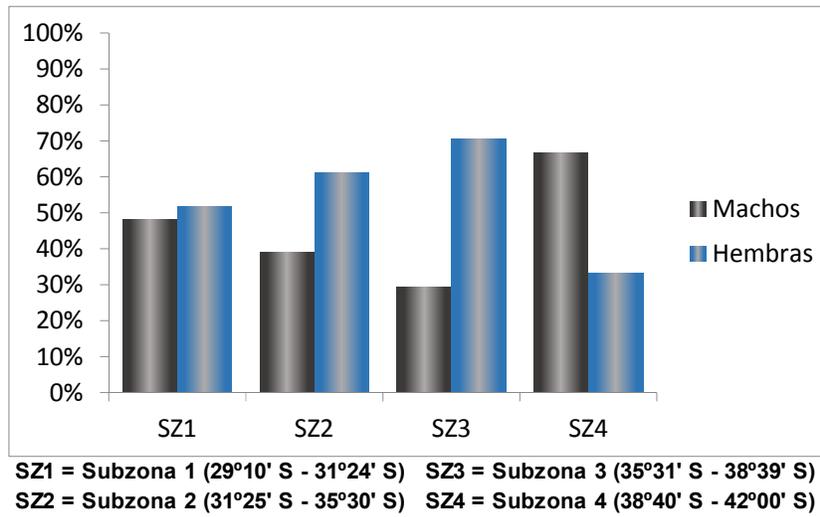


Figura 60. Proporci3n sexual de jibia por subzona. Crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, invierno 2016.

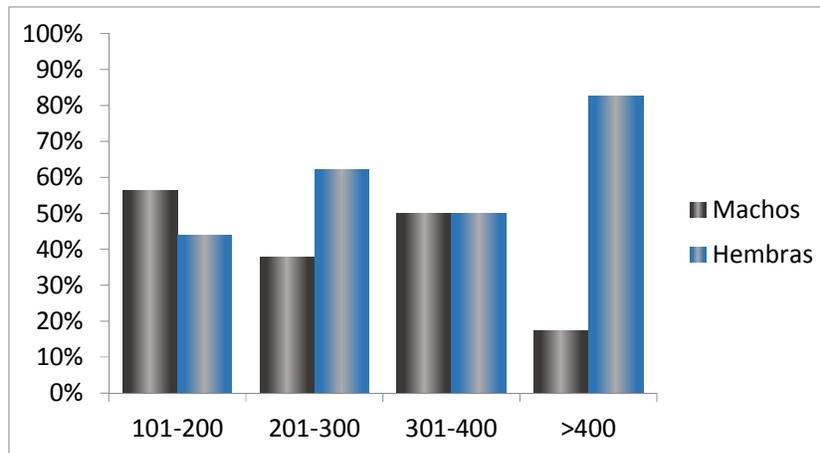


Figura 61. Proporci3n sexual de jibia por estrato de profundidad. Crucero de evaluaci3n de merluza com3n, invierno 2016.

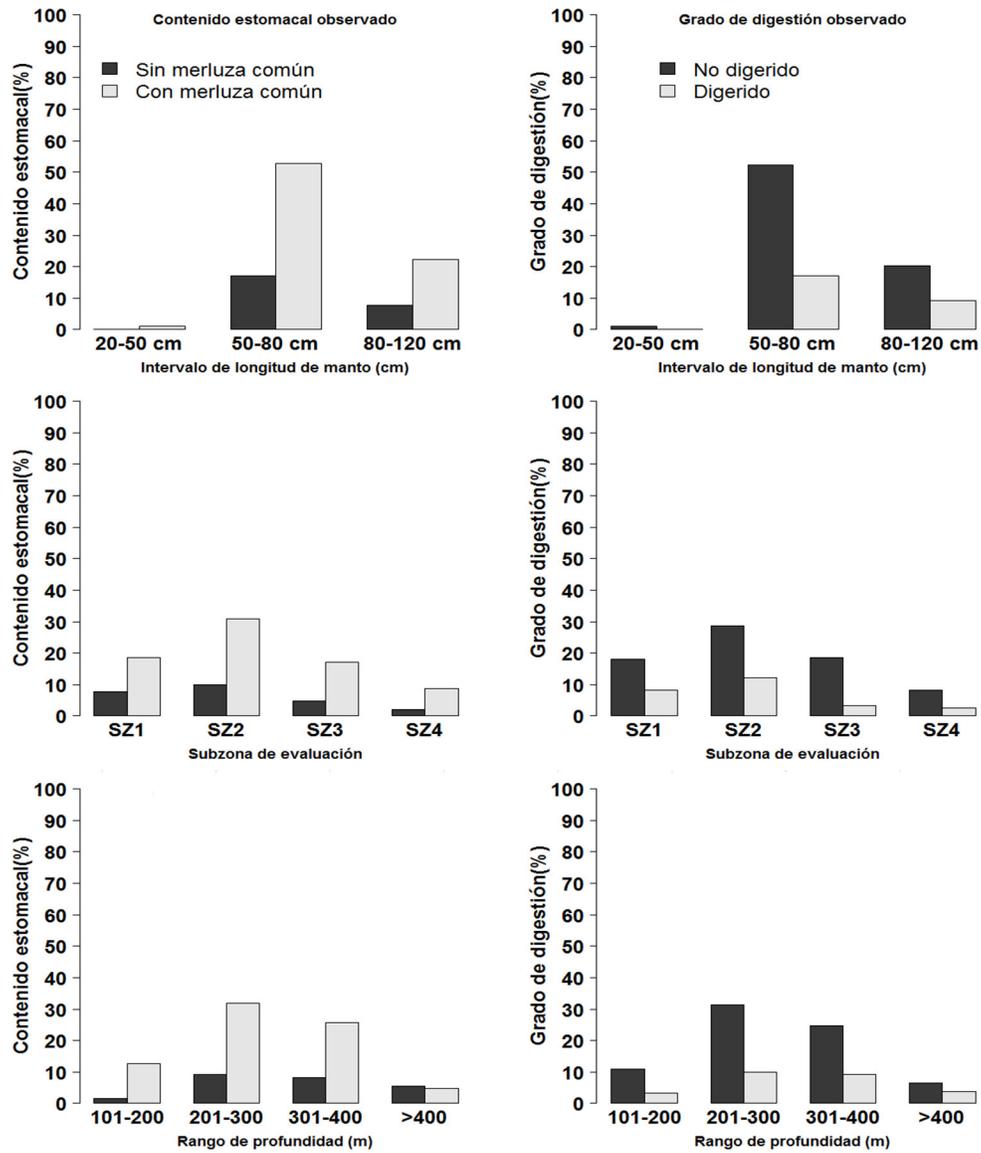


Figura 62. Proporci3n del contenido estomacal de jibia por subzona, longitud del manto y veril de profundidad. Crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, invierno 2016.

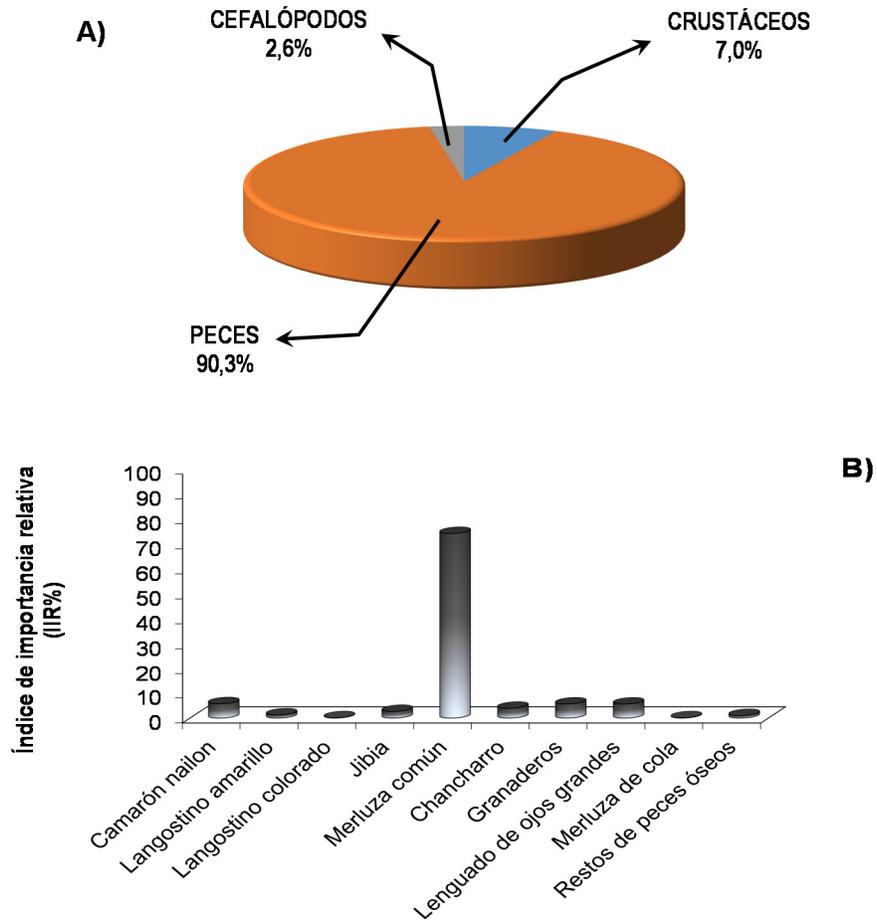


Figura 63. Índice de importancia relativa (*IR*) del contenido estomacal de jibia por: **A)** grupo taxon3mico y **B)** por especie identificada. Crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, invierno 2016.

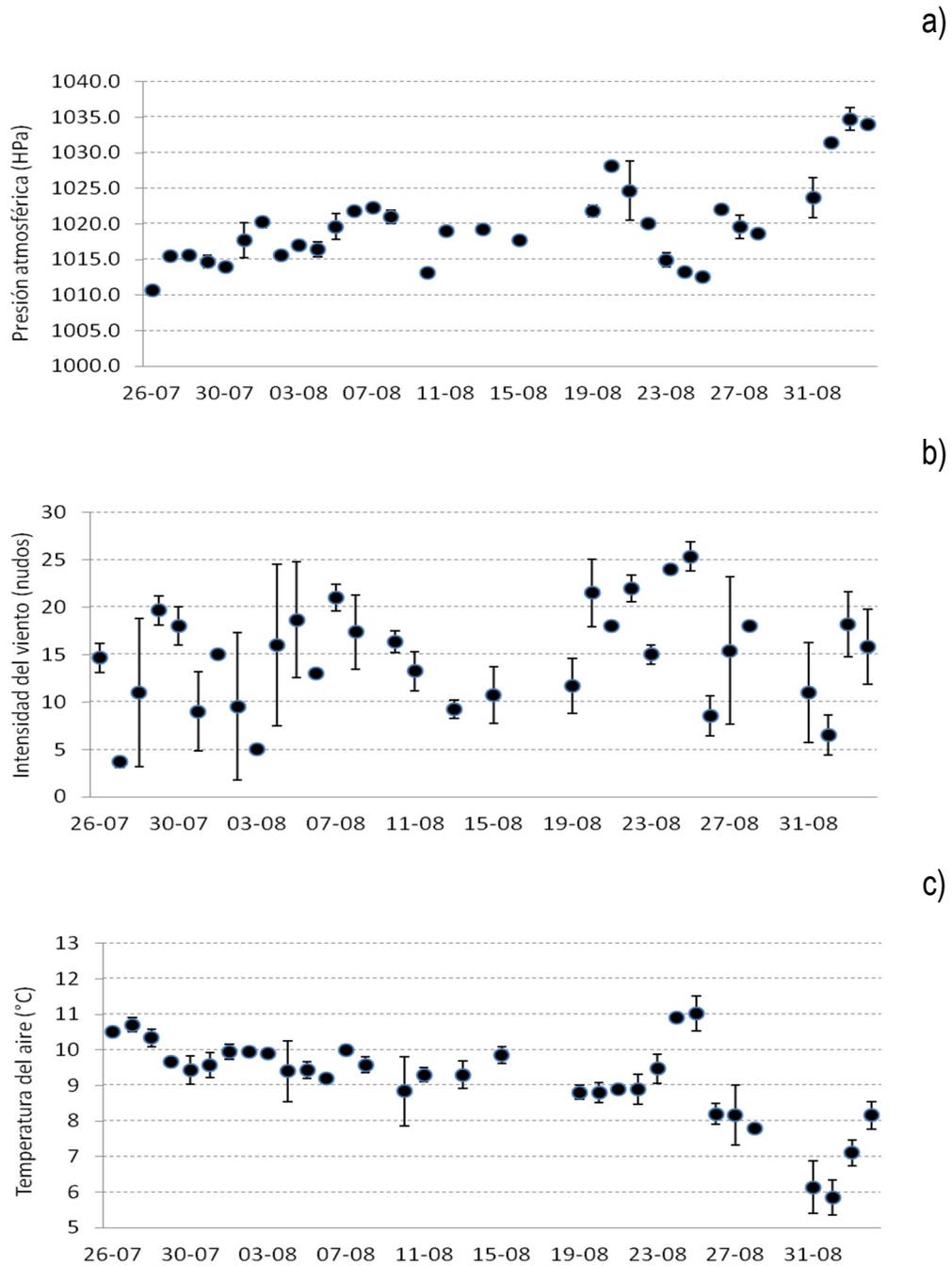


Figura 64. Variabilidad diaria de la presi3n atmosférica (HPa), intensidad del viento (nudos) y la temperatura del aire (°C) durante el periodo de estudio. Crucero Julio - Septiembre 2016.

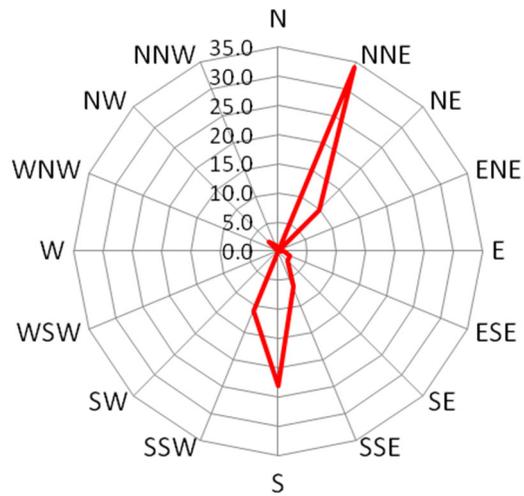


Figura 65. Variabilidad porcentual de la direcci3n del viento en el 1rea de estudio comprendida entre 29°10' - 42°00'S. Crucero Julio - Septiembre 2016.

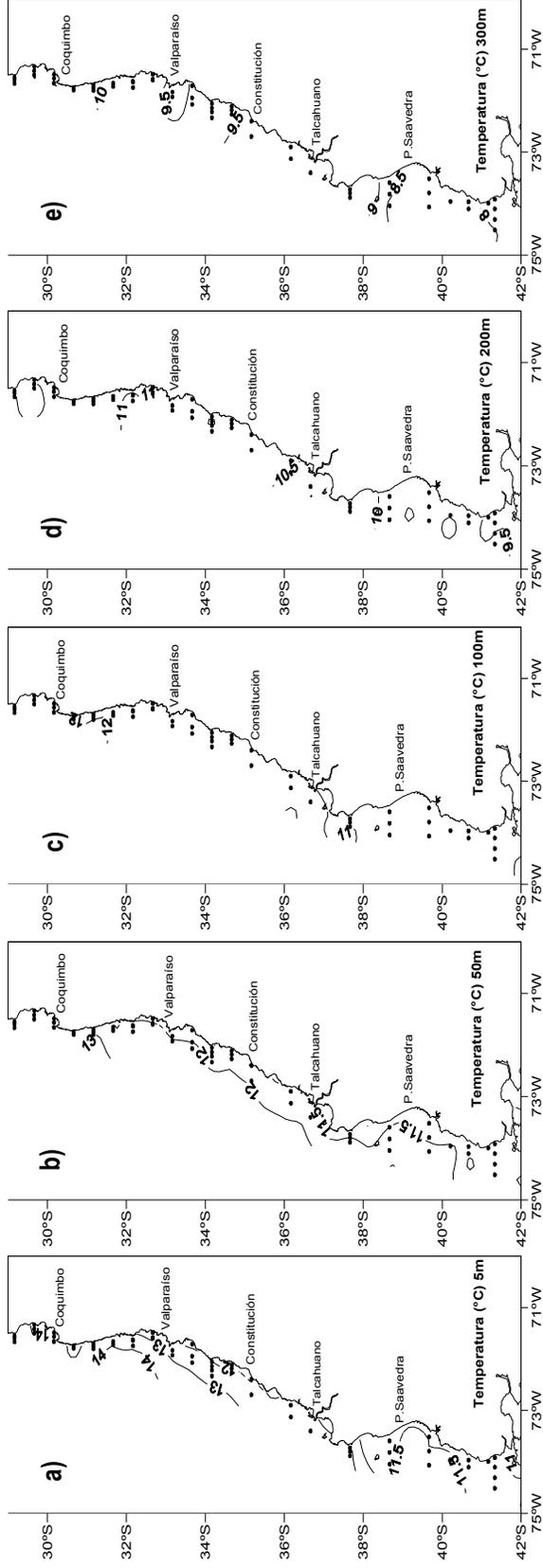


Figura 66. Distribuci3n horizontal de la temperatura del mar (°C) para los estratos de a) 5, b) 50, c) 100, d) 200 y e) 300 metros de profundidad en el 1rea de estudio. Crucero julio-septiembre de 2016.

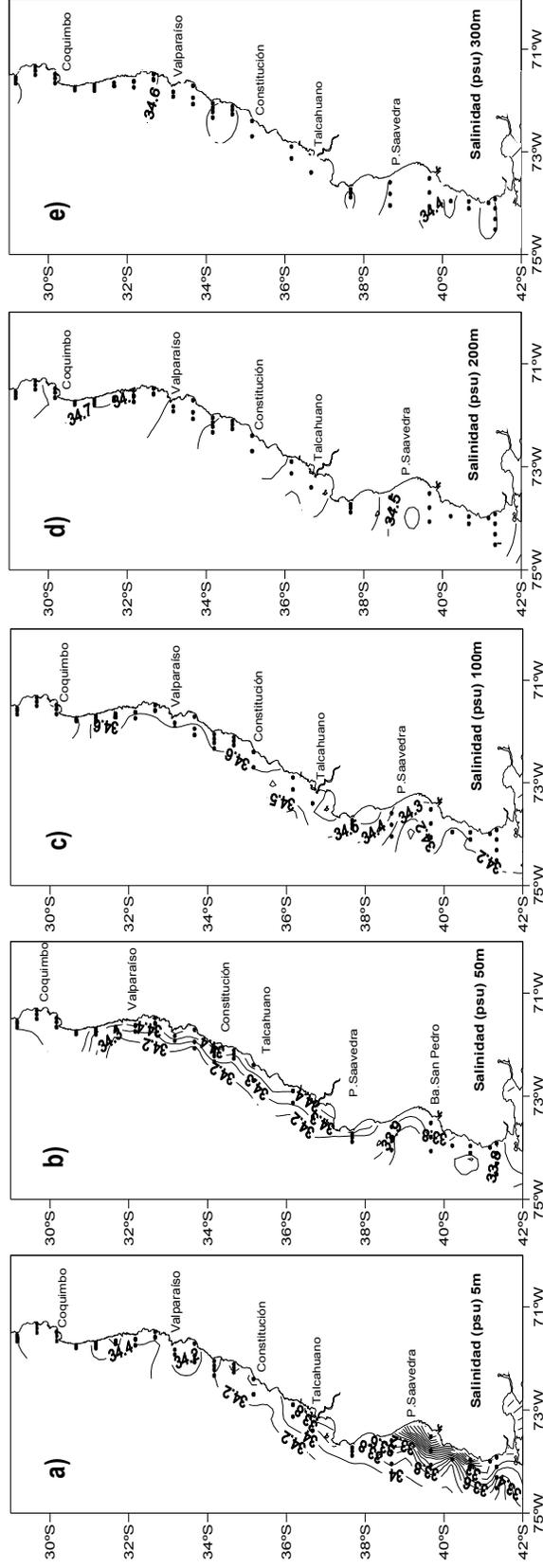


Figura 67 Distribuci3n horizontal de la salinidad (psu) para los estratos de a) 5, b) 50, c) 100, d) 200 y e) 300 de profundidad en el 1rea de estudio. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

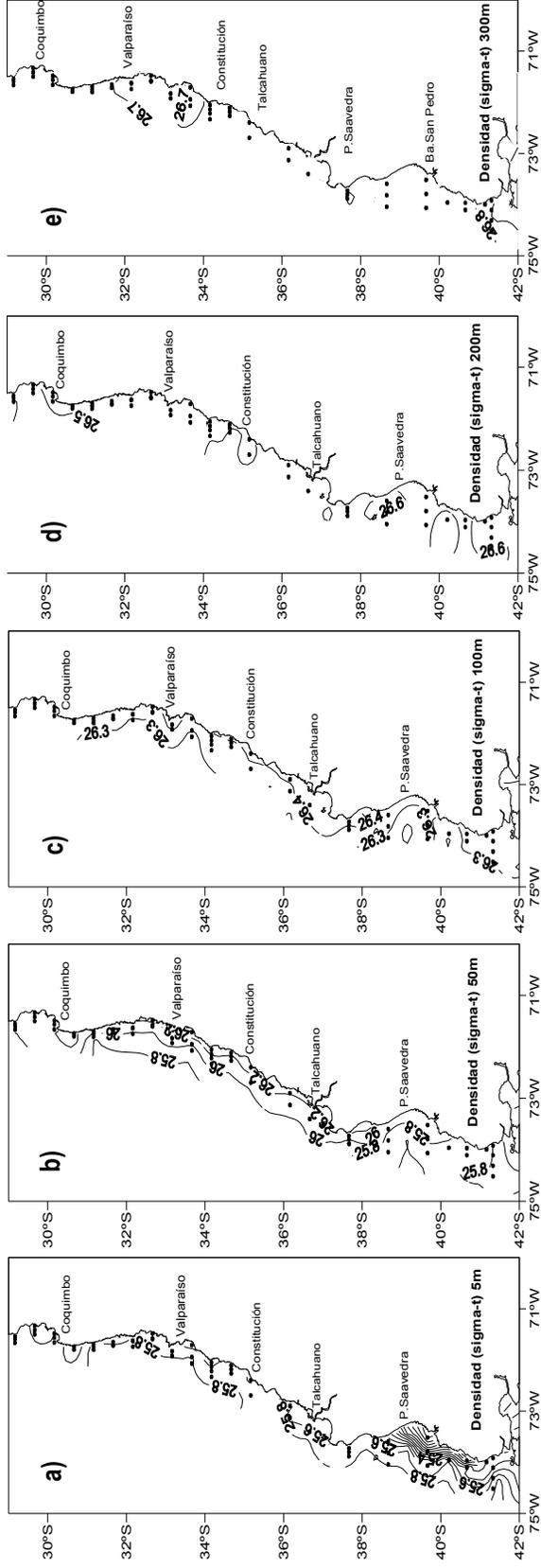


Figura 68. Distribuci3n horizontal de la densidad del agua de mar (σ_t) para los estratos de 5, 50, 100, 200 y 300 metros de profundidad en el 1rea de estudio. Cruceiro julio-agosto de 2016.

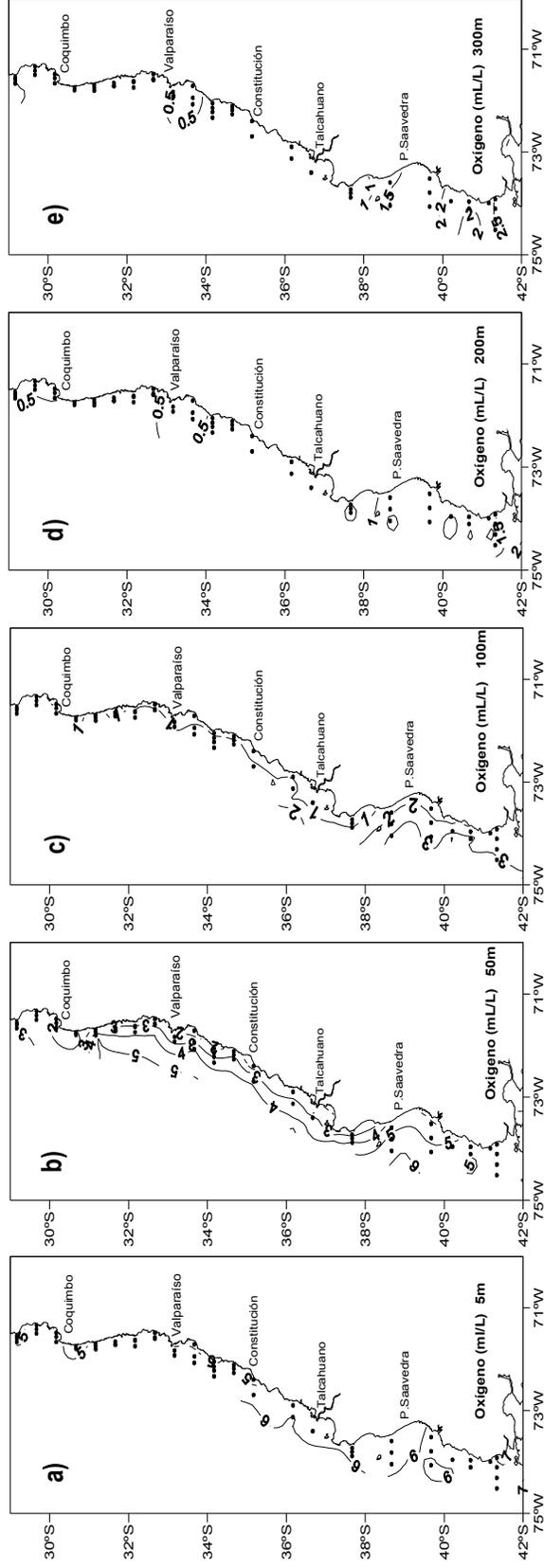


Figura 69. Distribuci3n horizontal de la concentraci3n de oxigeno disuelto ($\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}$) para los estratos de 5, 50, 100, 200 y 300 metros de profundidad en el 3rea de estudio. Crucero julio-agosto de 2016.

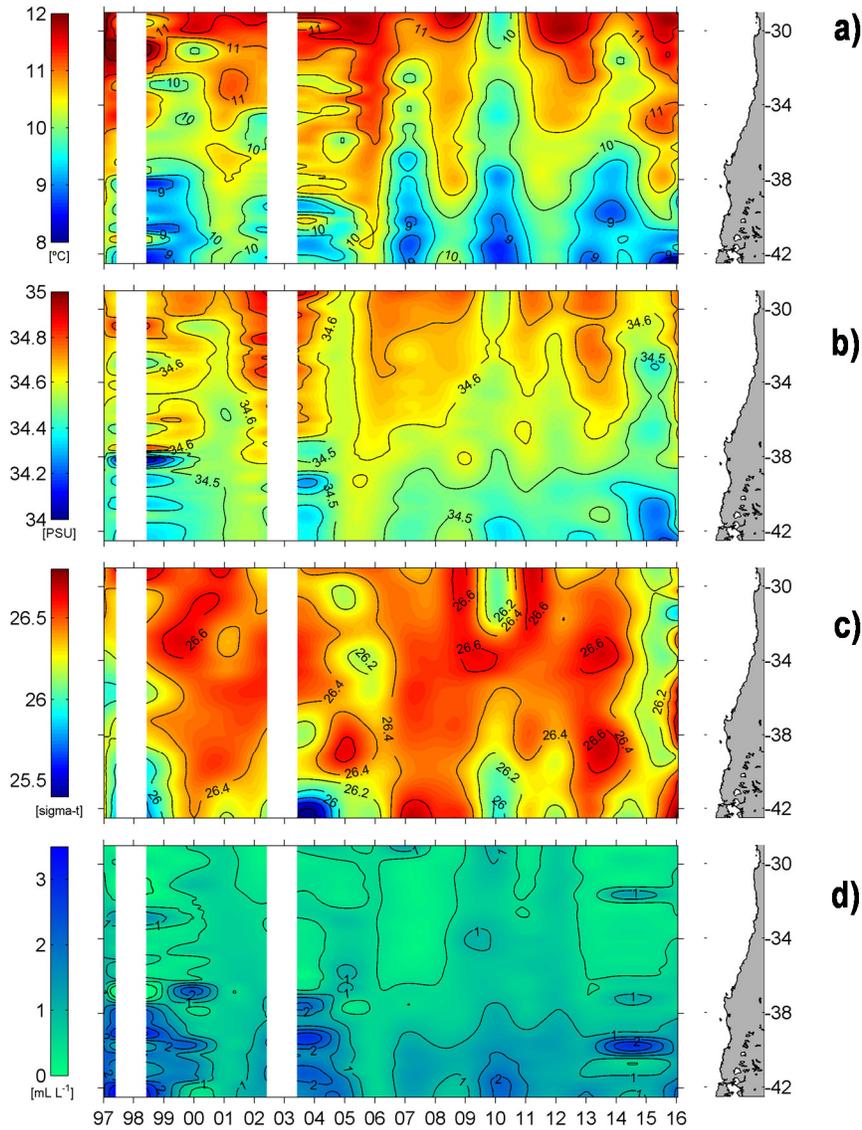


Figura 70. Diagramas espacio-tiempo (diagramas Hövmhøler) de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad ($\sigma\text{-T}$) y d) concentraci3n de oxígeno disuelto ($\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}$) para el estrato de 200 metros de profundidad en el área de estudio. Cruceos invernales para la serie 1997-2016.

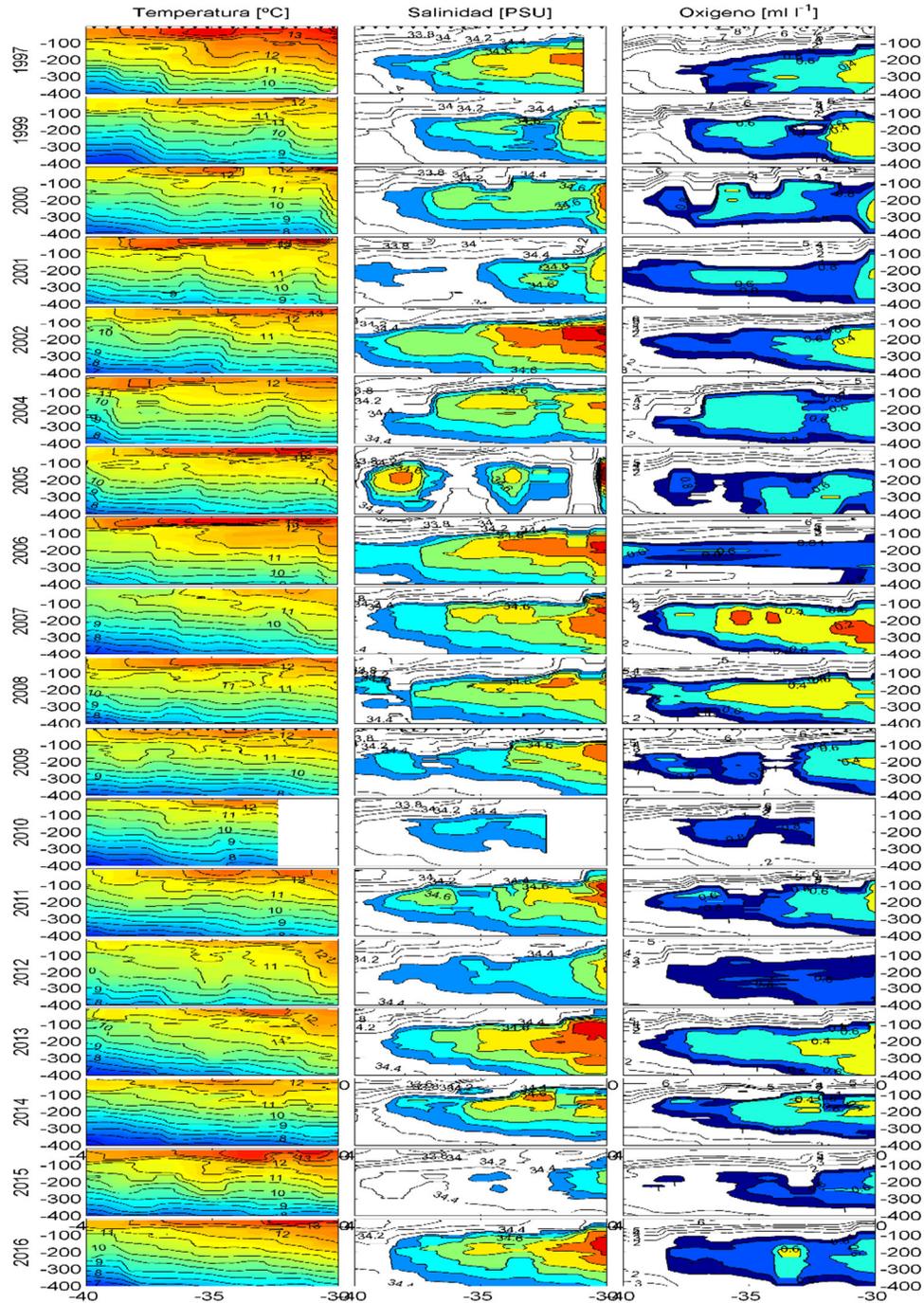


Figura 71. Secciones oceanográficas latitudinales de temperatura (°C), salinidad (psu), y concentración de oxígeno disuelto (mL*L⁻¹) para los cruceros invernales de la serie 1997-2016.

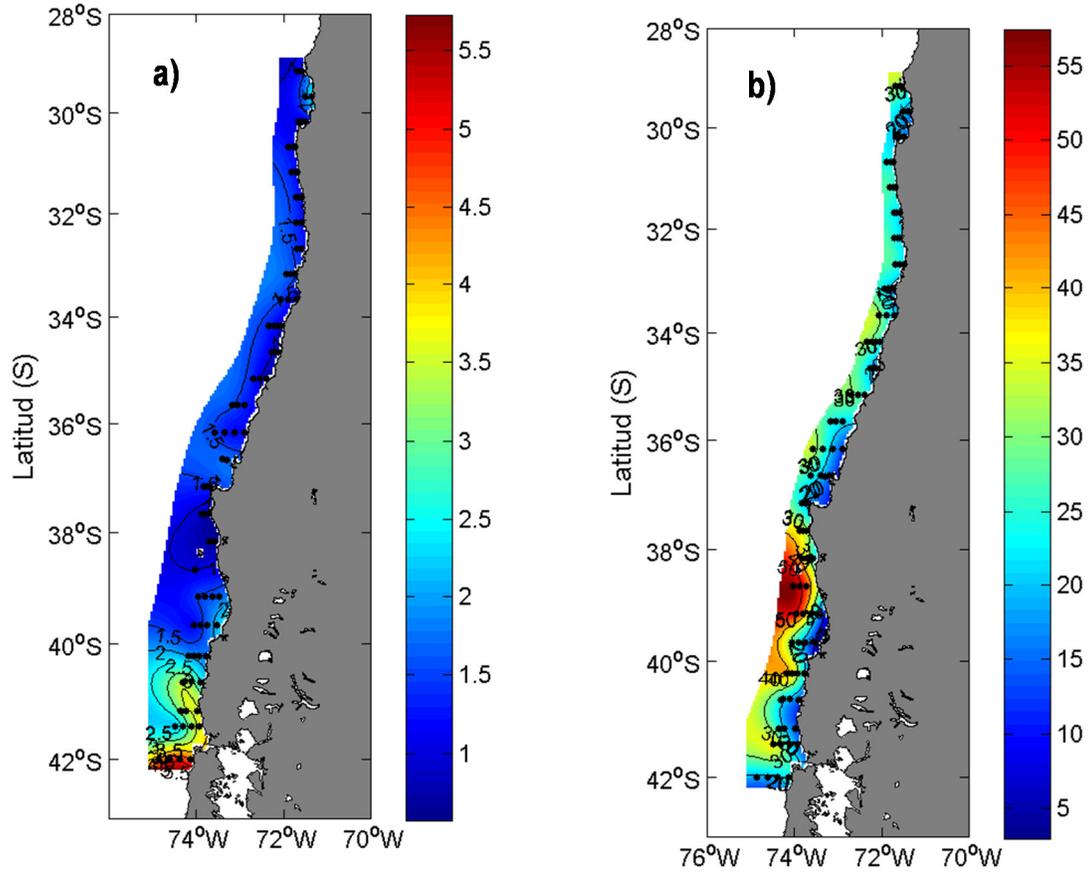


Figura 72. Distribuci3n horizontal de la a) clorofila-a superficial ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) y b) clorofila-a integrada en la columna de agua ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$). Crucero julio-agosto de 2016.

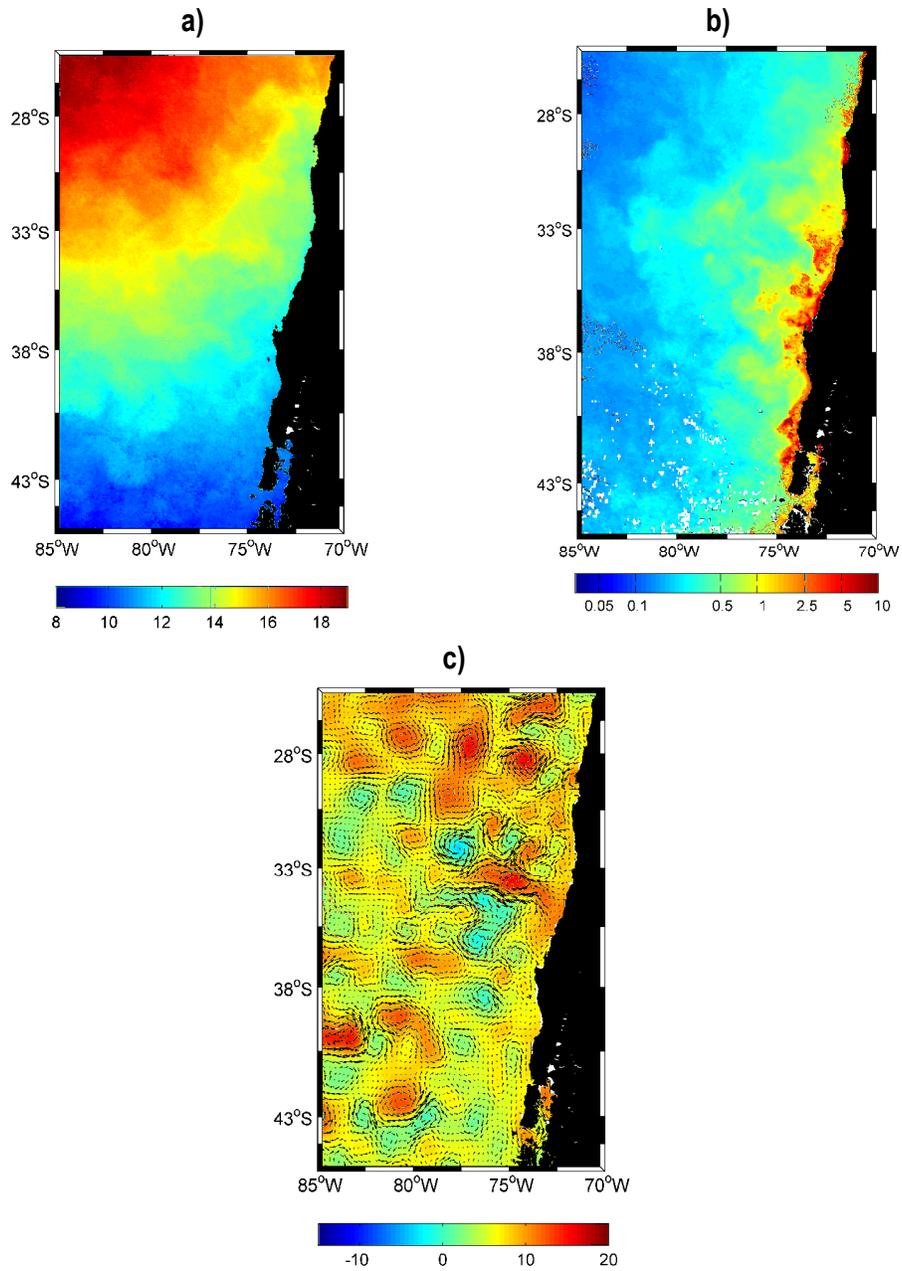


Figura 73. Imágenes satelitales de a) temperatura (°C), b) clorofila (mg·m⁻³), c) corrientes geostróficas (cm·s⁻¹), consolidado para el período de estudio. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

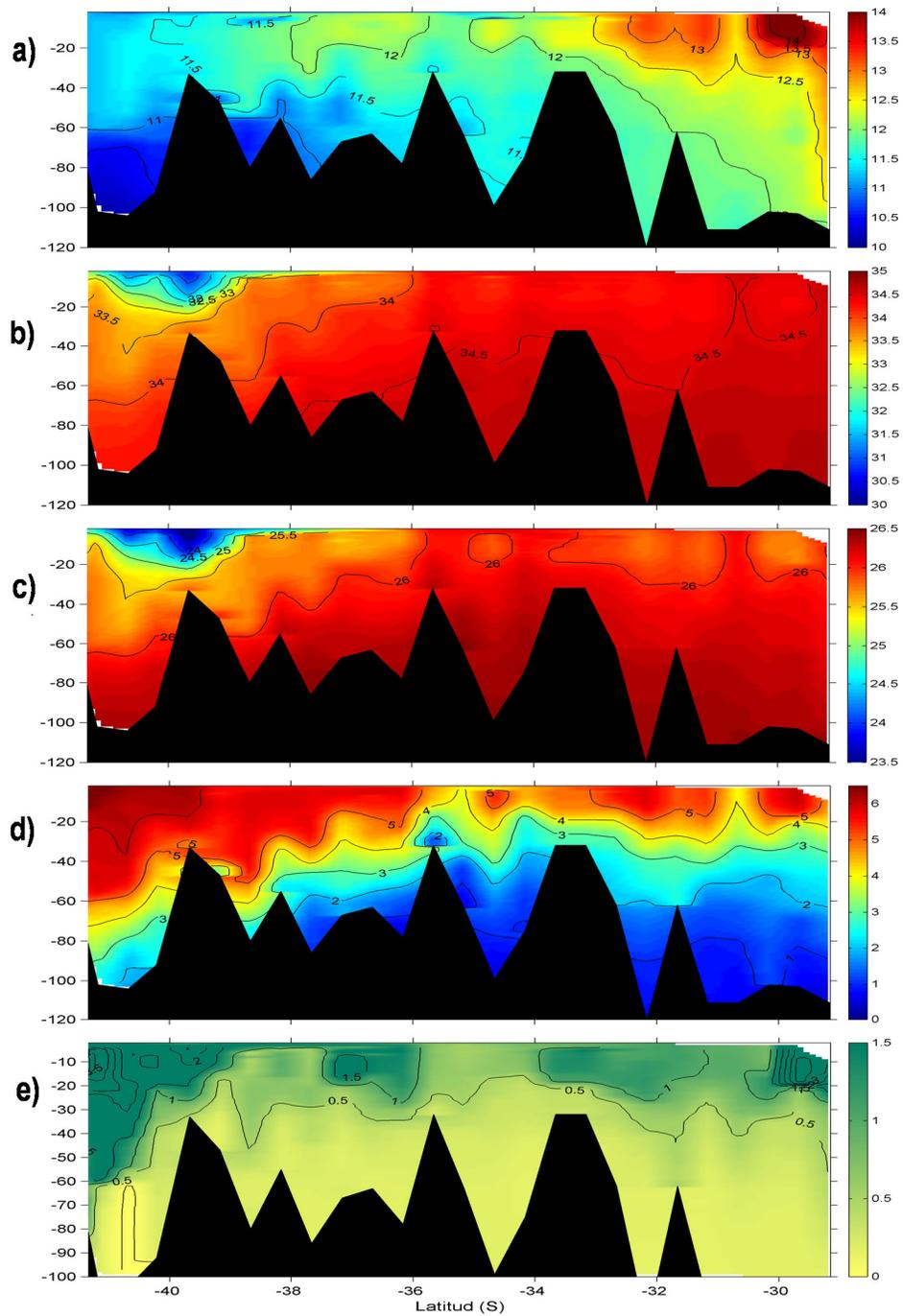


Figura 74. Secciones verticales de (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) (d) oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) y (e) clorofila-a ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$), para la transecta latitudinal costera. Crucero julio – septiembre 2016.

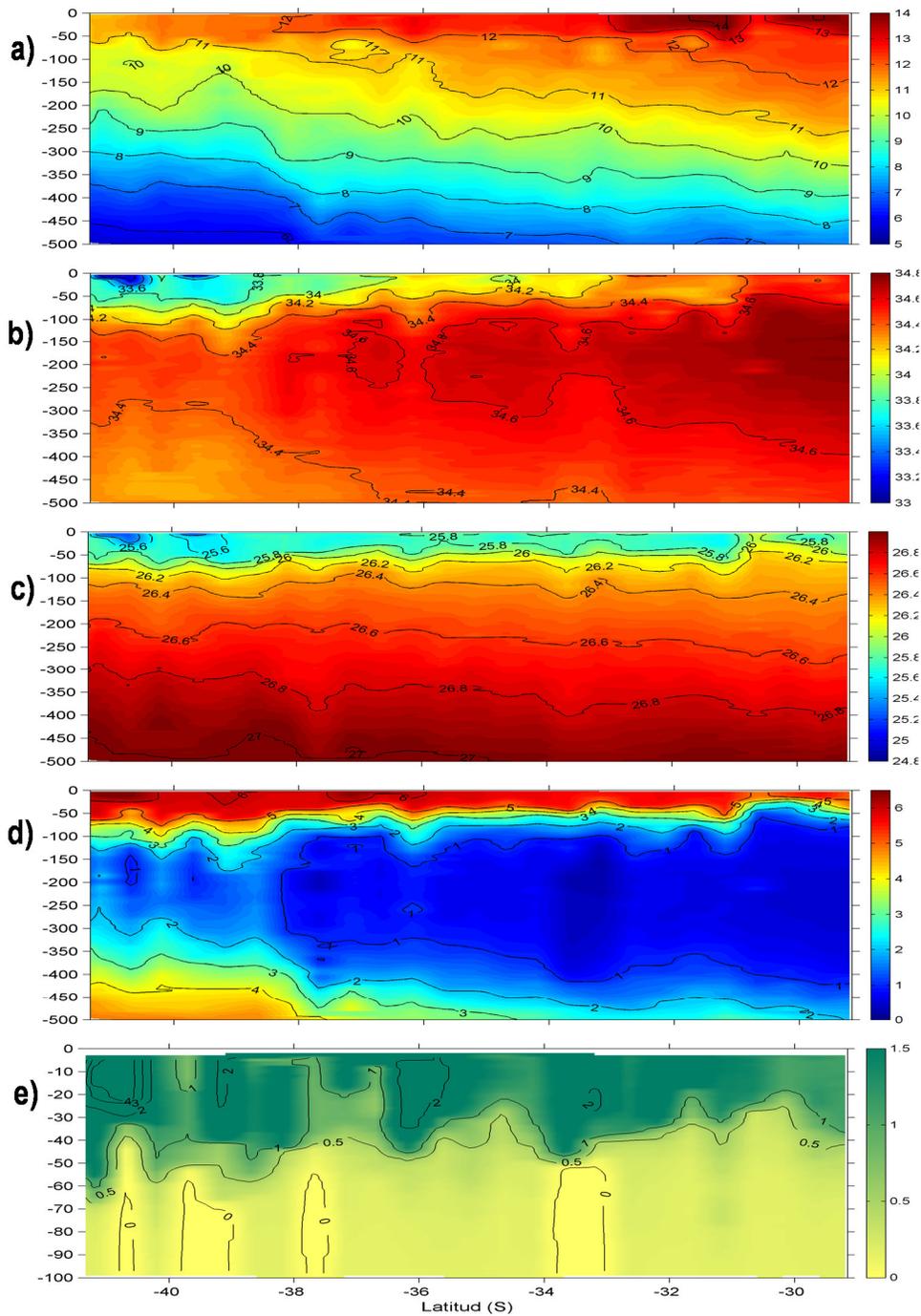


Figura 75. Secciones verticales de (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t), (d) oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) y (e) clorofila-a ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) para la transecta latitudinal oceánica. Crucero julio – septiembre de 2016.

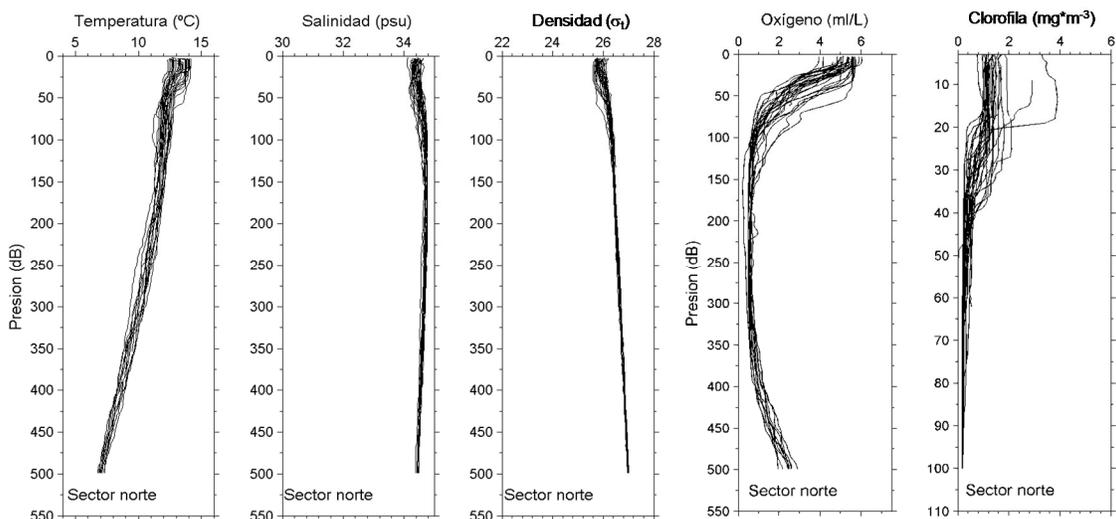


Figura 76. Perfiles verticales individuales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) y clorofila a ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) para las estaciones ubicadas en la zona norte. Crucero julio – septiembre de 2016.

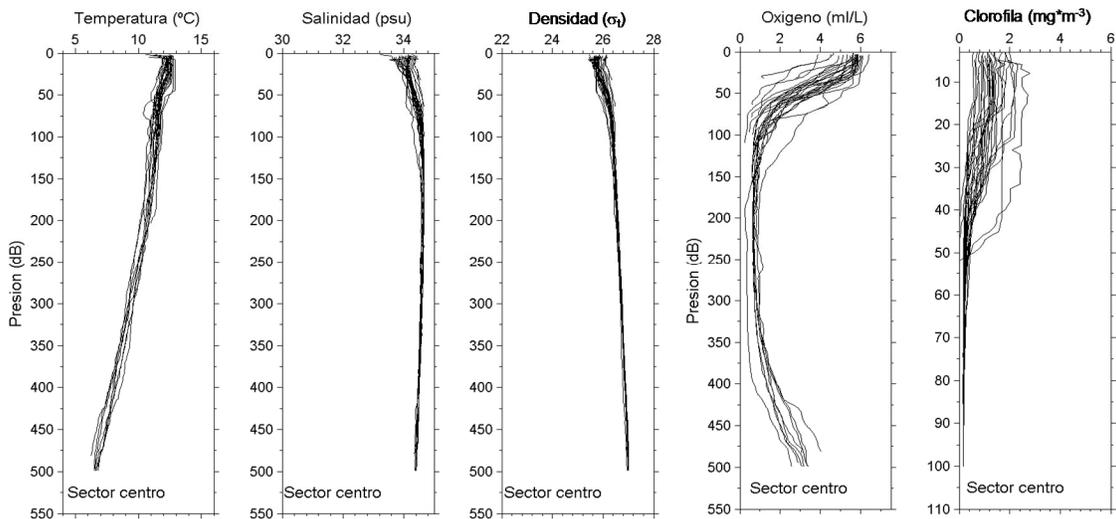


Figura 77. Perfiles verticales individuales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) y clorofila a ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) para las estaciones ubicadas en la zona central. Crucero julio – septiembre de 2016.

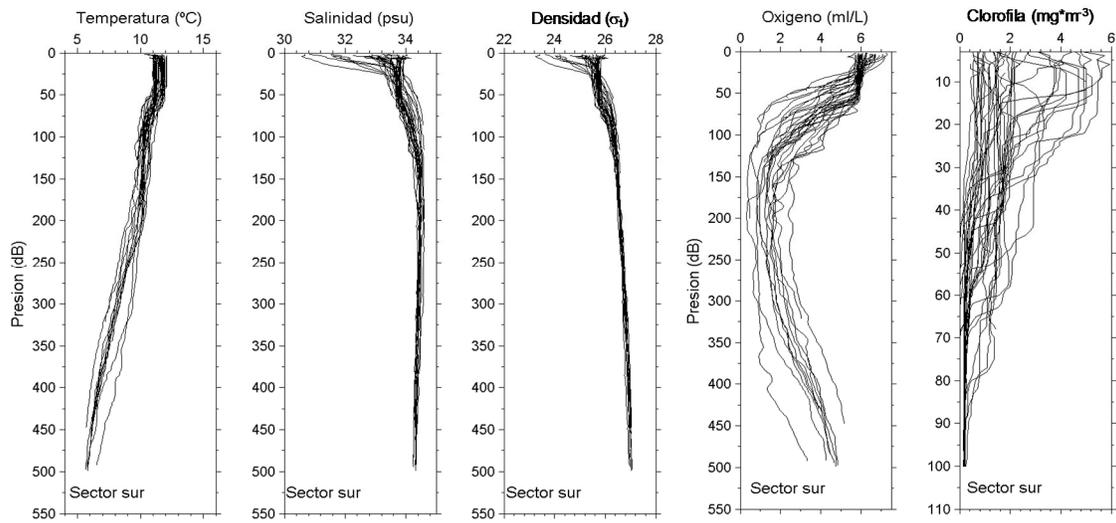


Figura 78. Perfiles verticales individuales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$) y clorofila a ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) para las estaciones ubicadas en la zona sur. Crucero julio – septiembre de 2016.

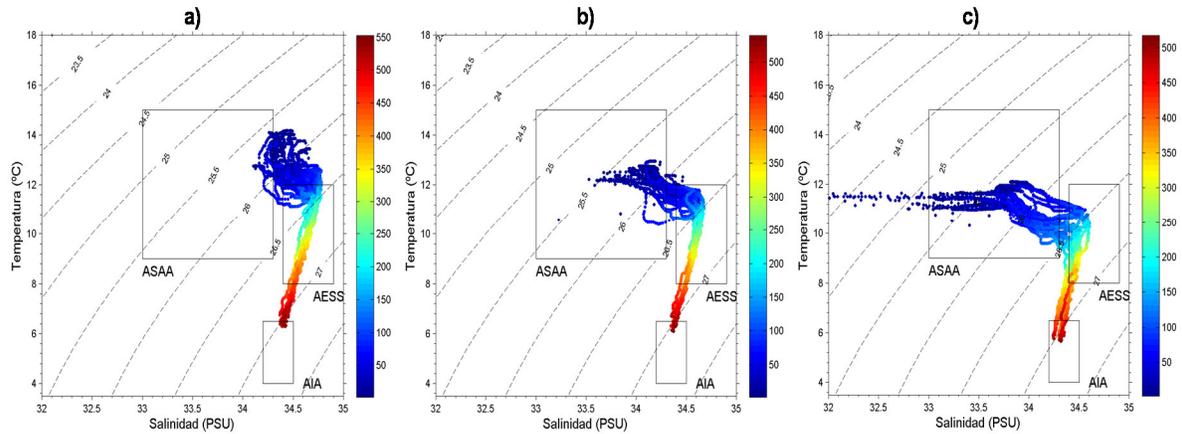


Figura 79. Diagrama TS para: (a) regi3n norte, b) regi3n centro y c) regi3n sur. Crucero julio – septiembre de 2016.

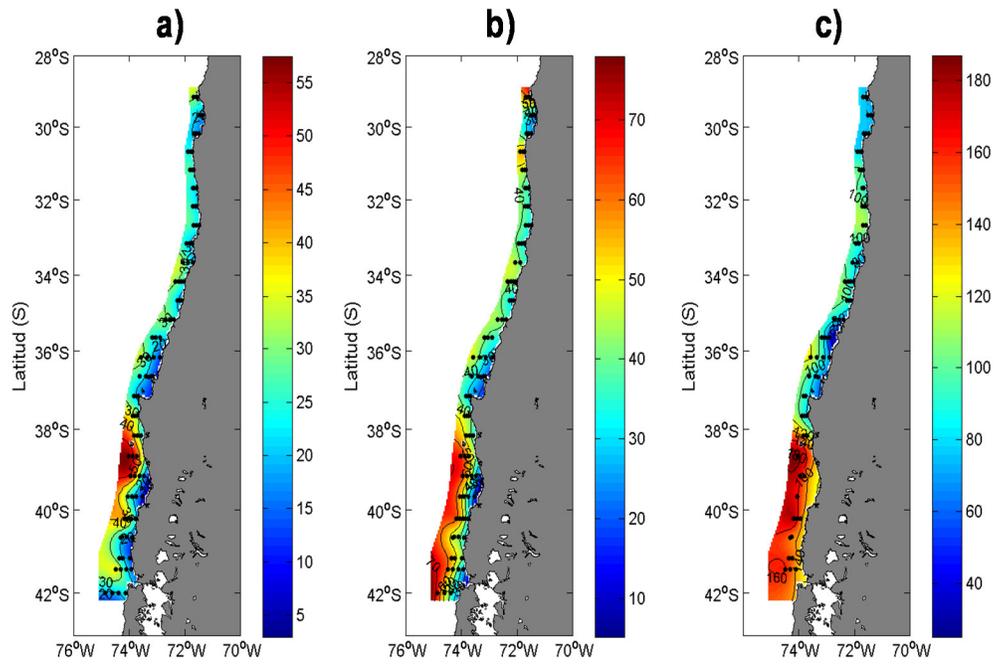


Figura 80. Distribuci3n horizontal de (a) profundidad capa de mezcla (m), (b) profundidad base de la termoclina (m) y (c) profundidad del m3nimo de ox3geno. Crucero julio - septiembre 2016.

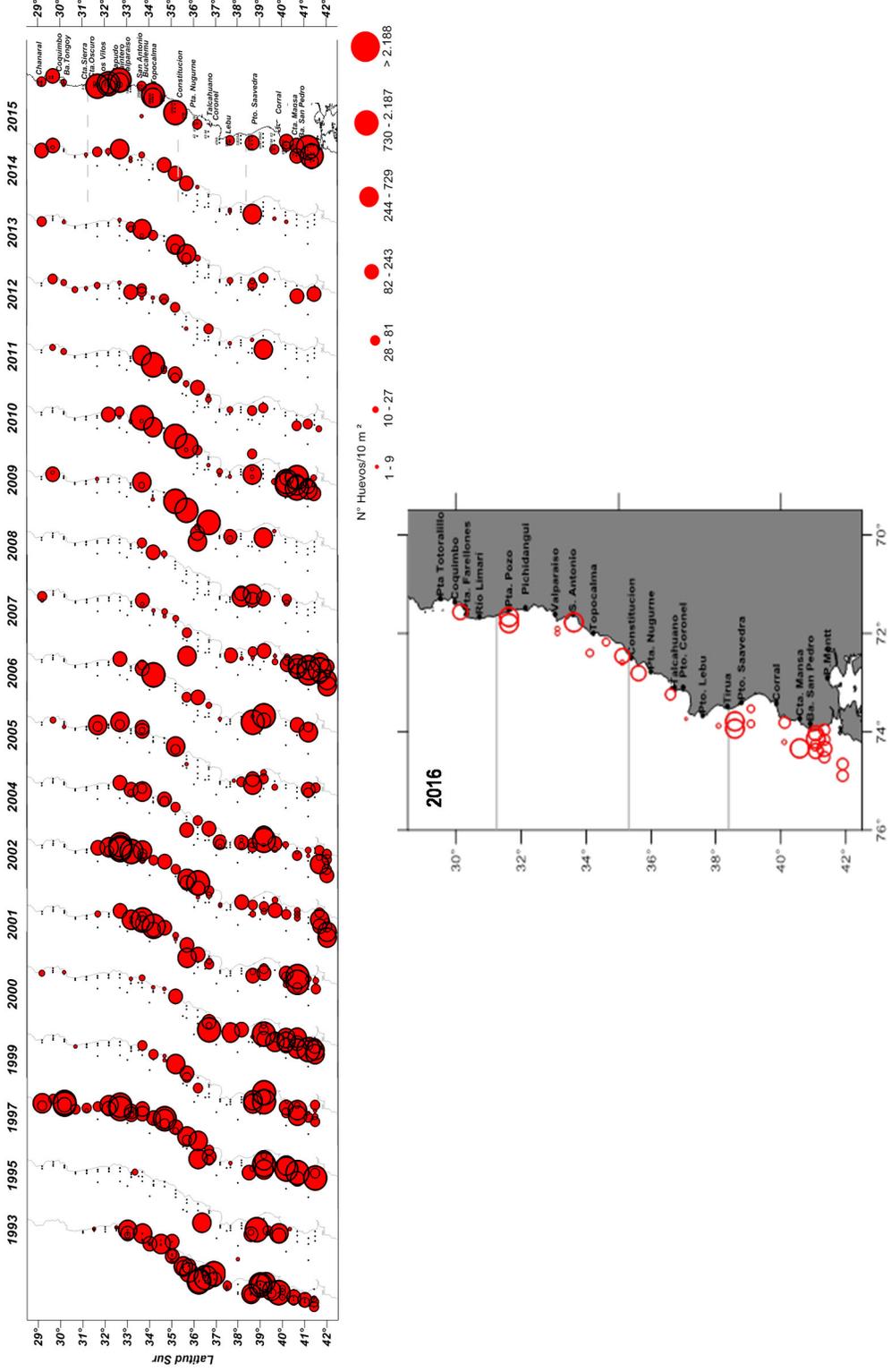


Figura 81. Distribuci3n y abundancia de huevos/10m² de merluza com3n en invierno de los a3os 1993 - 2016.

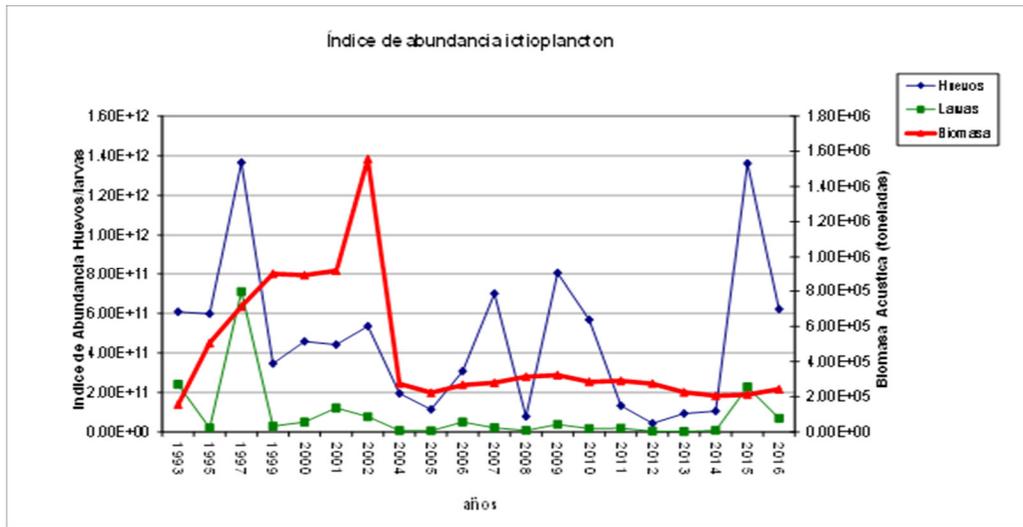


Figura 83. Índice abundancia de huevos y larvas y la biomasa acústica de *M. gayi* 1993-2016.

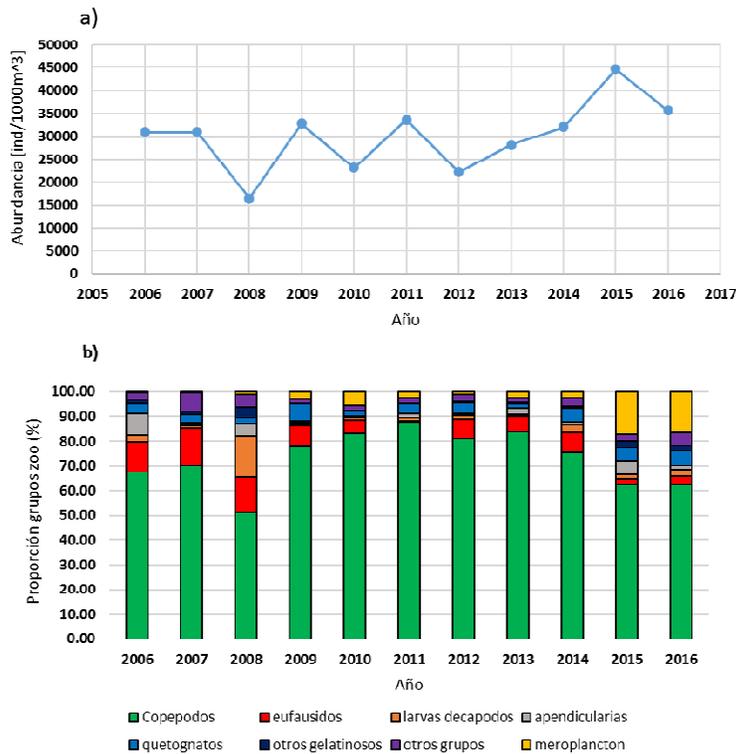


Figura 84. a) Abundancia zooplanctónica promedio y b) densidad media de los principales grupos zooplanctónicos.

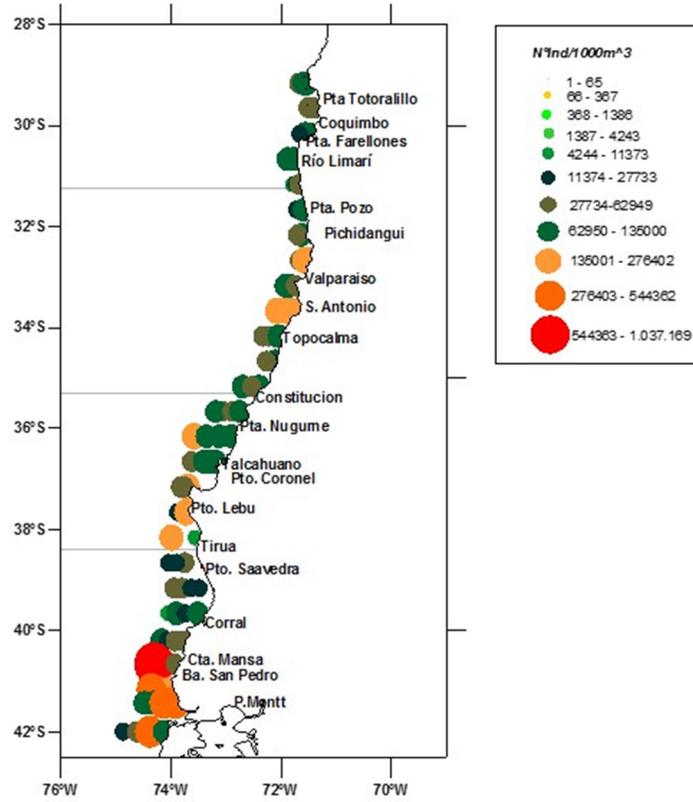


Figura 85. Distribuci3n espacial y abundancia [individuos/1000m³] del zooplancton total entre los paralelos 29°10'S y 42°00'S, a±o 2016.

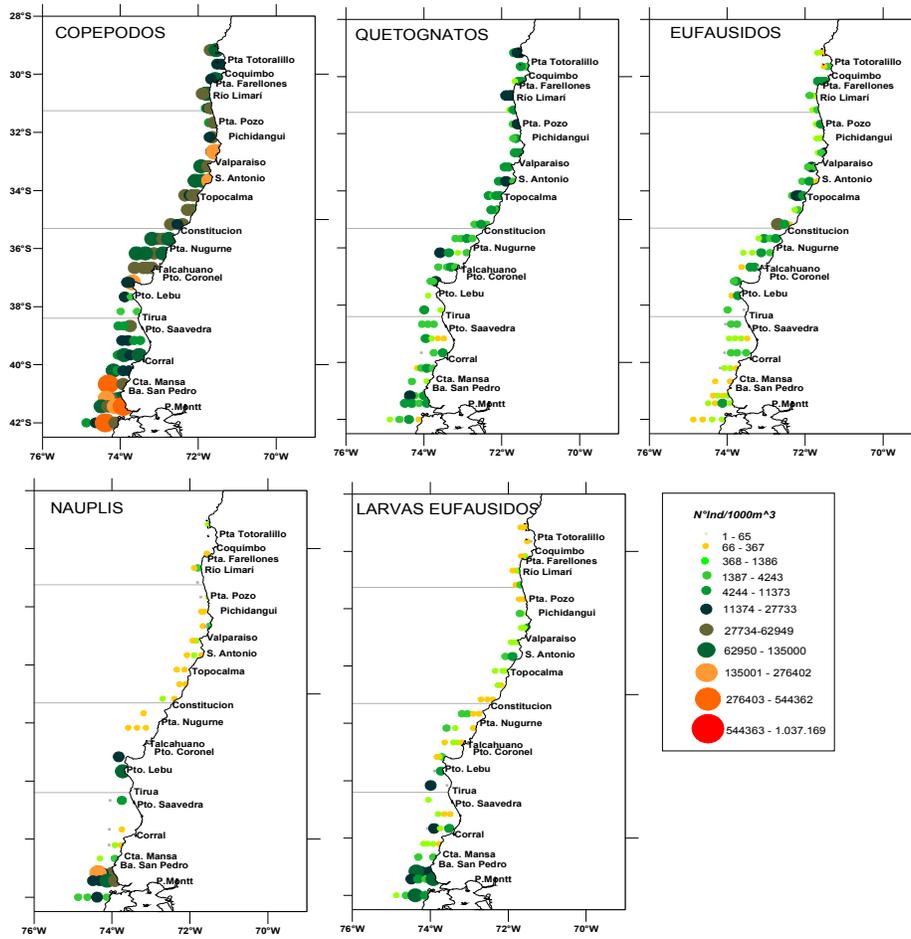


Figura 86. Distribuci3n espacial de la abundancia, principales grupos zooplanct3nicos, invierno 2016.

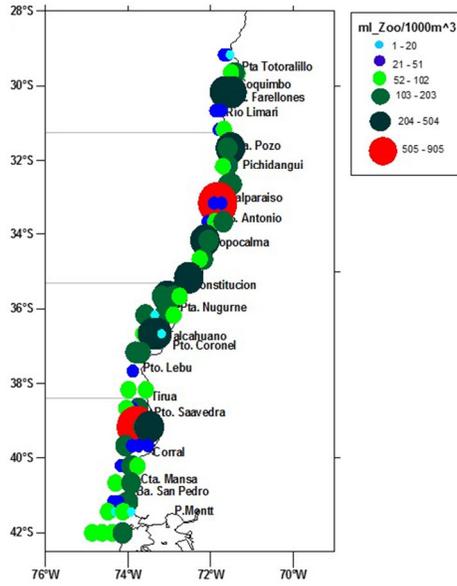
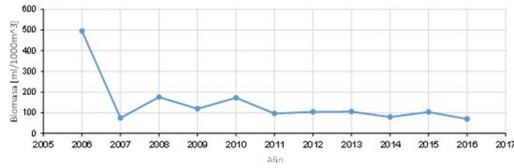


Figura 87. Distribuci3n de biomasa zooplanct3nica hist3rica 2006 – 2016 y rangos de concentraci3n de la biomasa zooplanct3nica, cruceo 2016.



Figura 88. Densidad media de huevos para el total de estaciones y estaciones positivas y proporci3n de estaciones con presencia de huevos de merluza com3n, por a3o y total. Cruceros realizados entre la IV y X Regi3n, desde los a3os 1993 al 2016.

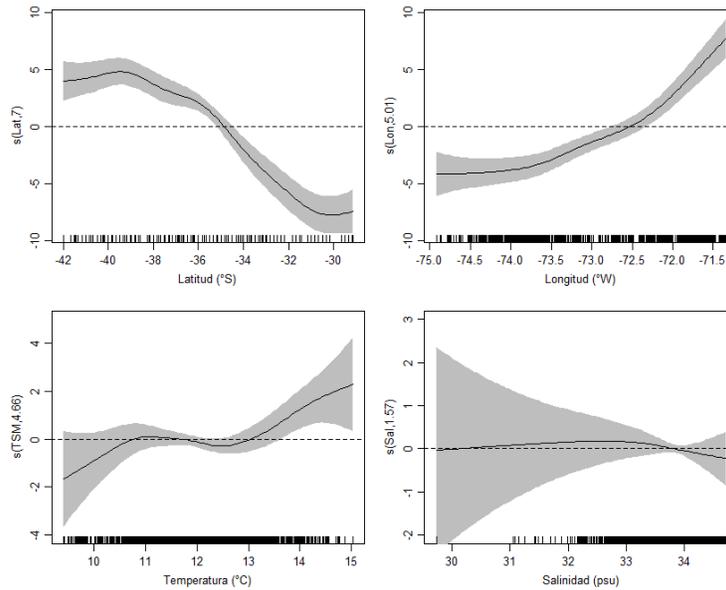


Figura 89. Efectos de los predictores latitud, longitud, temperatura y salinidad superficial sobre la variable densidad de huevos de merluza com3n, ajustado un modelo poisson-compuesto (GAM). El cero en el eje vertical indica que no existe efecto del predictor sobre la variable respuesta, contorno achurado corresponde a las bandas de confianza y $s(X,P)$ corresponde a la funci3n suavizadora spline para la variable X con P grados de libertad.

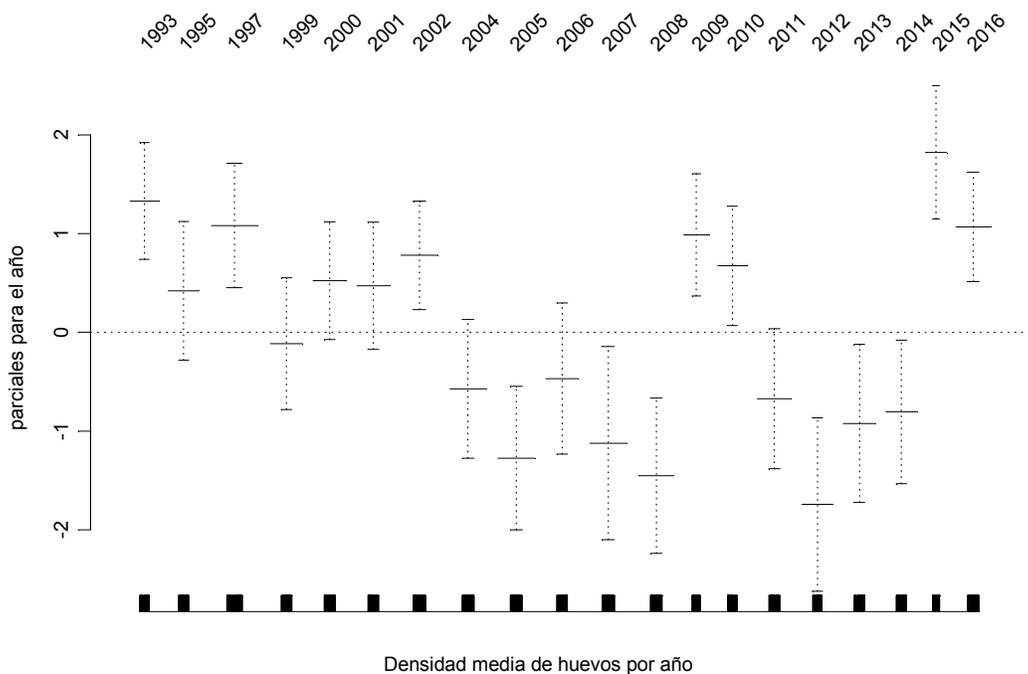


Figura 90. Tendencias de los índices por año para la densidad de huevos de merluza común. Líneas segmentadas corresponden a las bandas de confianza. Cruceros realizados entre la IV y X Región, desde los años 1993 al 2016.

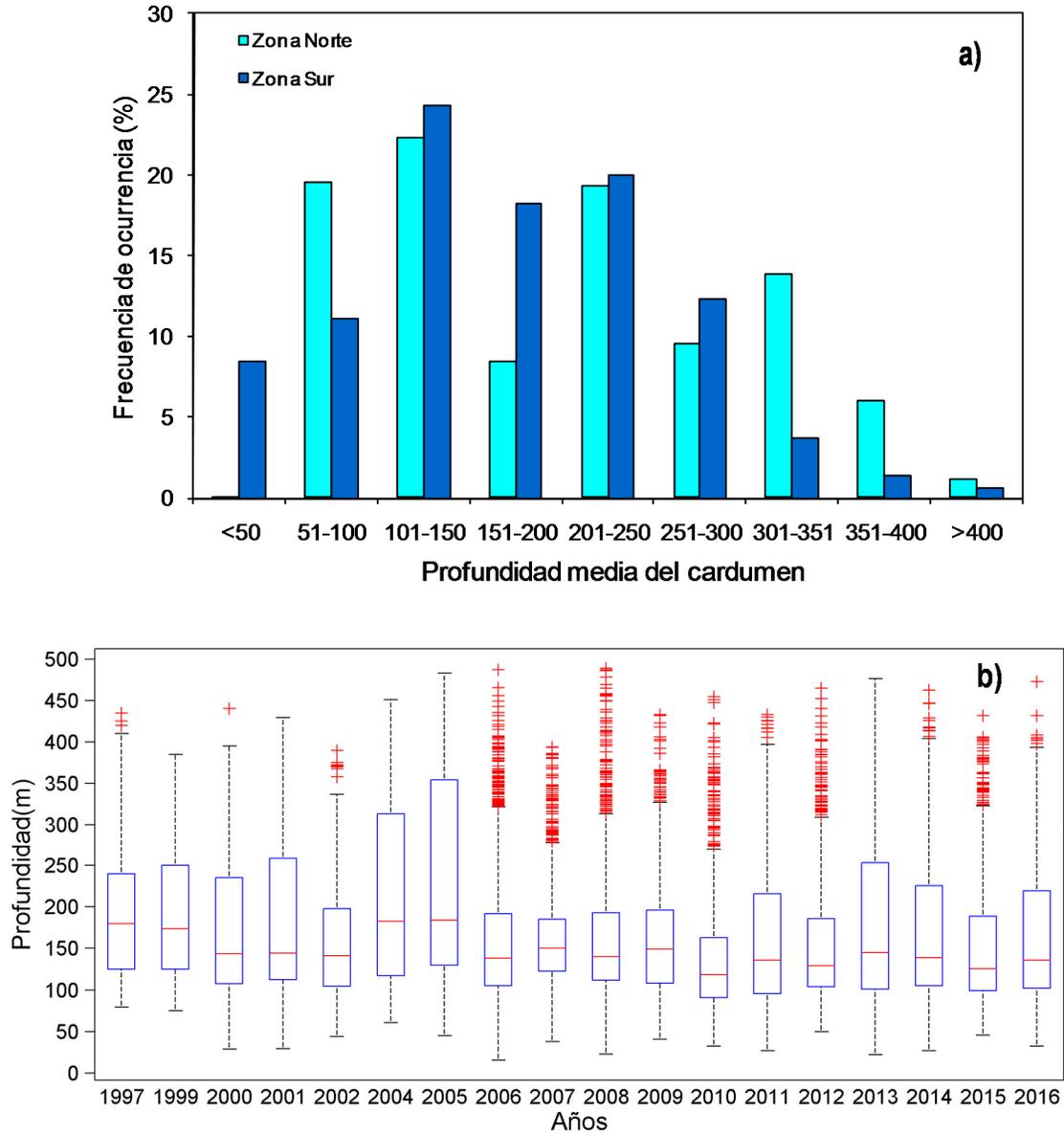


Figura 91. Histograma de rangos de profundidad a los cuales se encontr3 asociado el recurso (prof. media del cardumen) (a) para el crucero invernal del a1o 2016 y (b) gr3fico de caja para la profundidad a los cuales se encontr3 asociado el recurso (prof. media del cardumen) para el periodo 1997-2016.

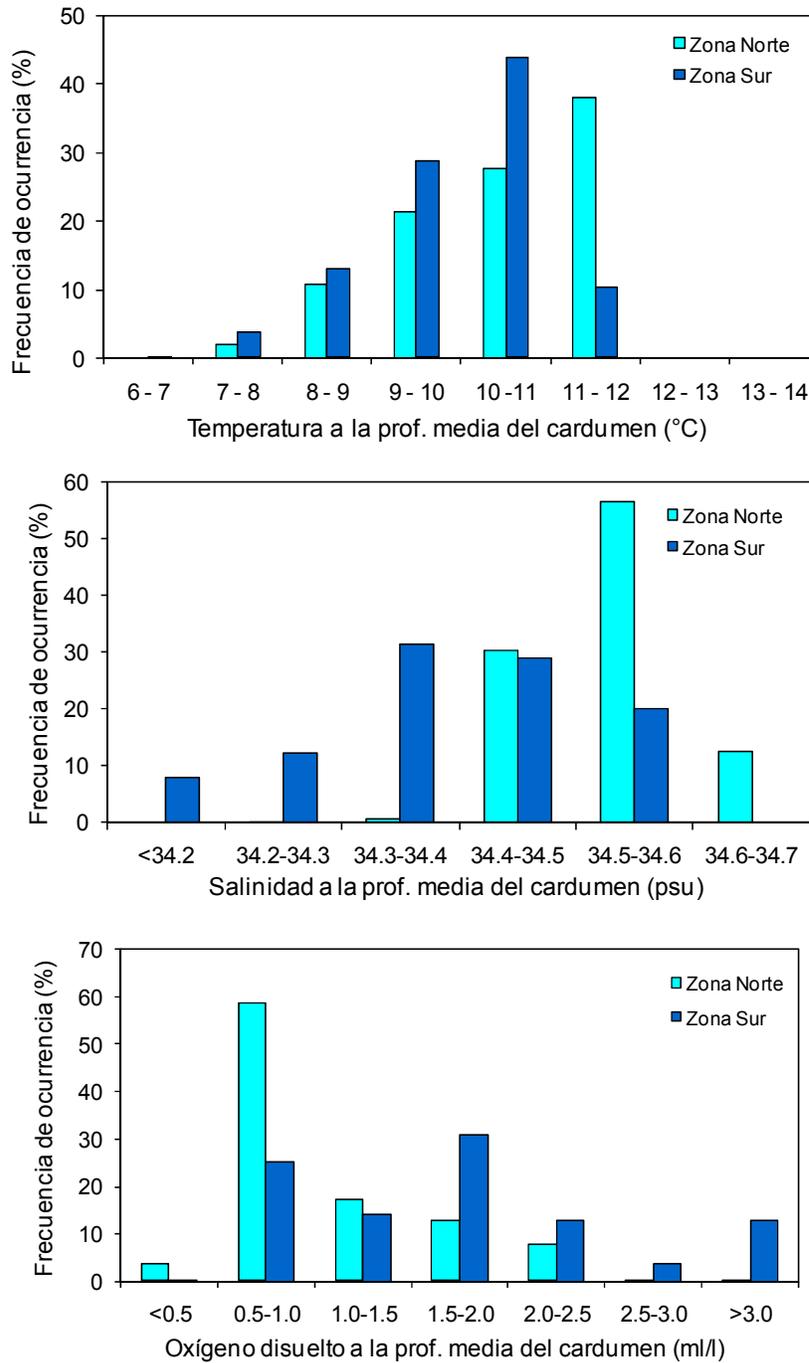


Figura 92. Histograma de rangos de temperatura (°C), salinidad (psu) y concentraci3n de oxígeno disuelto (ml L⁻¹) a los cuales se encontr3 asociado el recurso (prof. media del cardumen) para las zonas norte y sur del área de estudio. Crucero julio – septiembre de 2016.

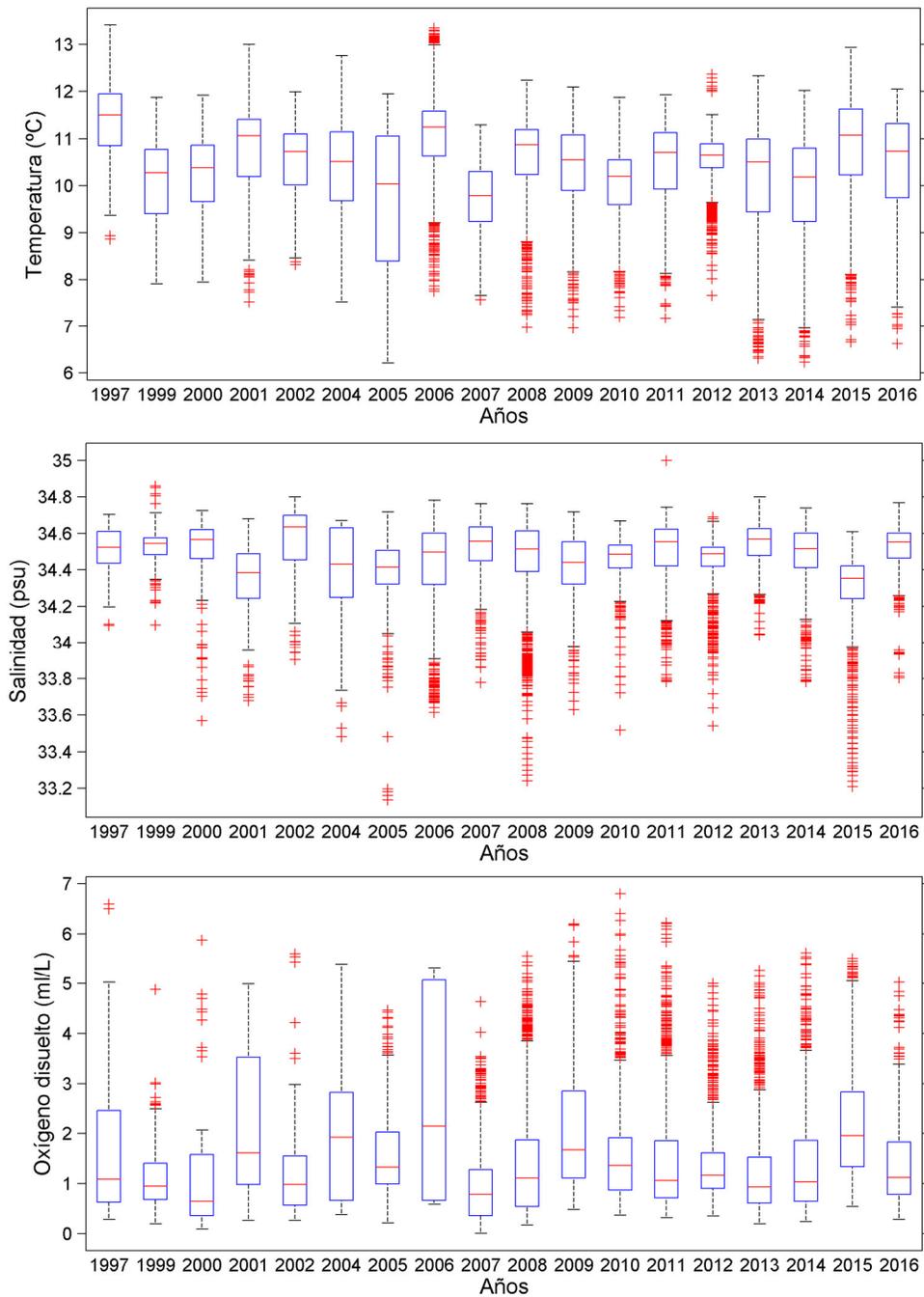


Figura 93. Box-plot para los rangos de temperatura (°C), salinidad (psu) y concentraci3n de oxígeno disuelto (ml L^{-1}) a los cuales se encontr3 asociado el recurso (prof. media del cardumen) para el per3odo 1997-2016.

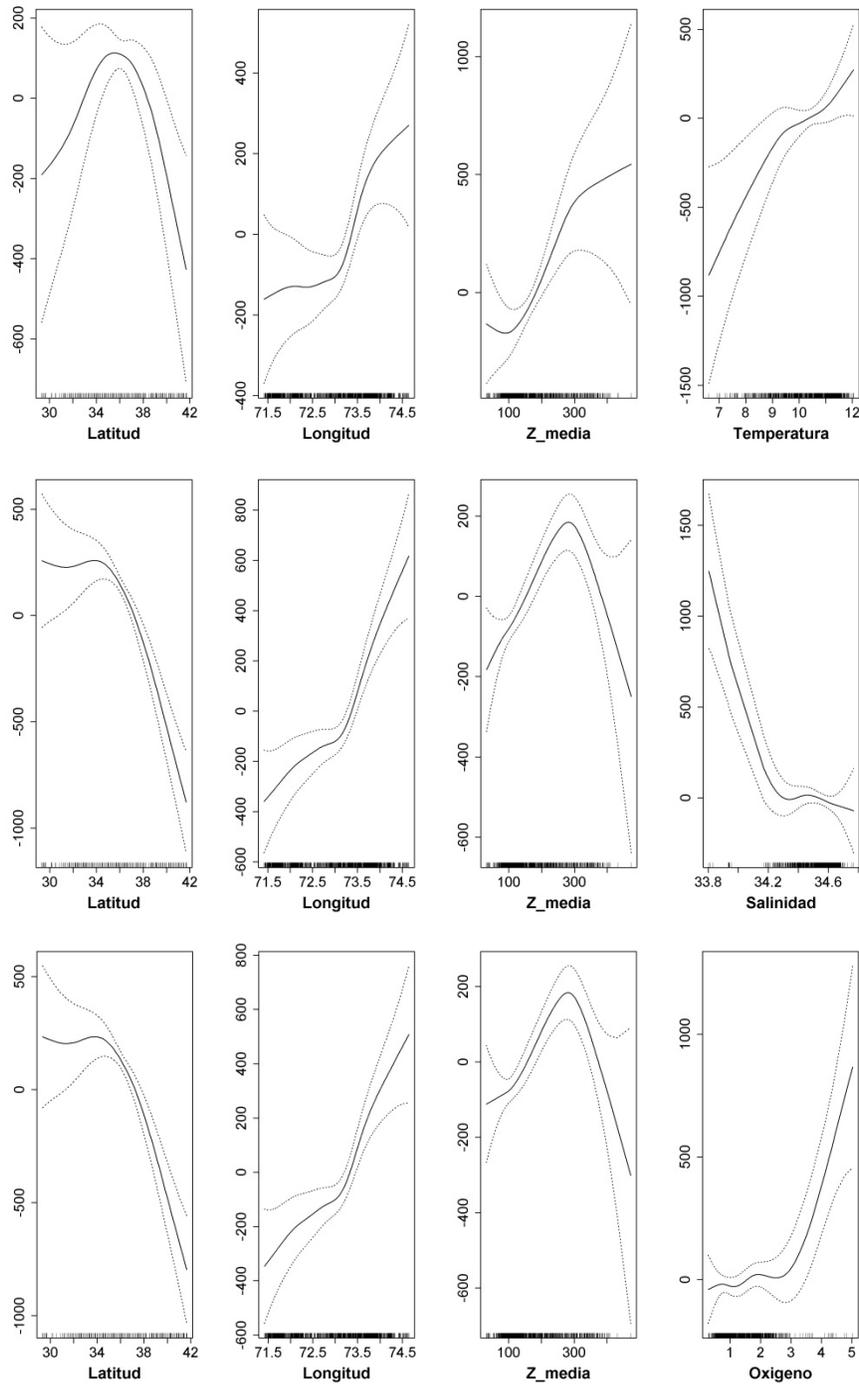


Figura 94. Relaci3n entre la densidad de merluza com3n con las variables de posici3n (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad), y las variables ambientales temperatura, salinidad y ox3geno disuelto. Crucero julio – septiembre de 2016.

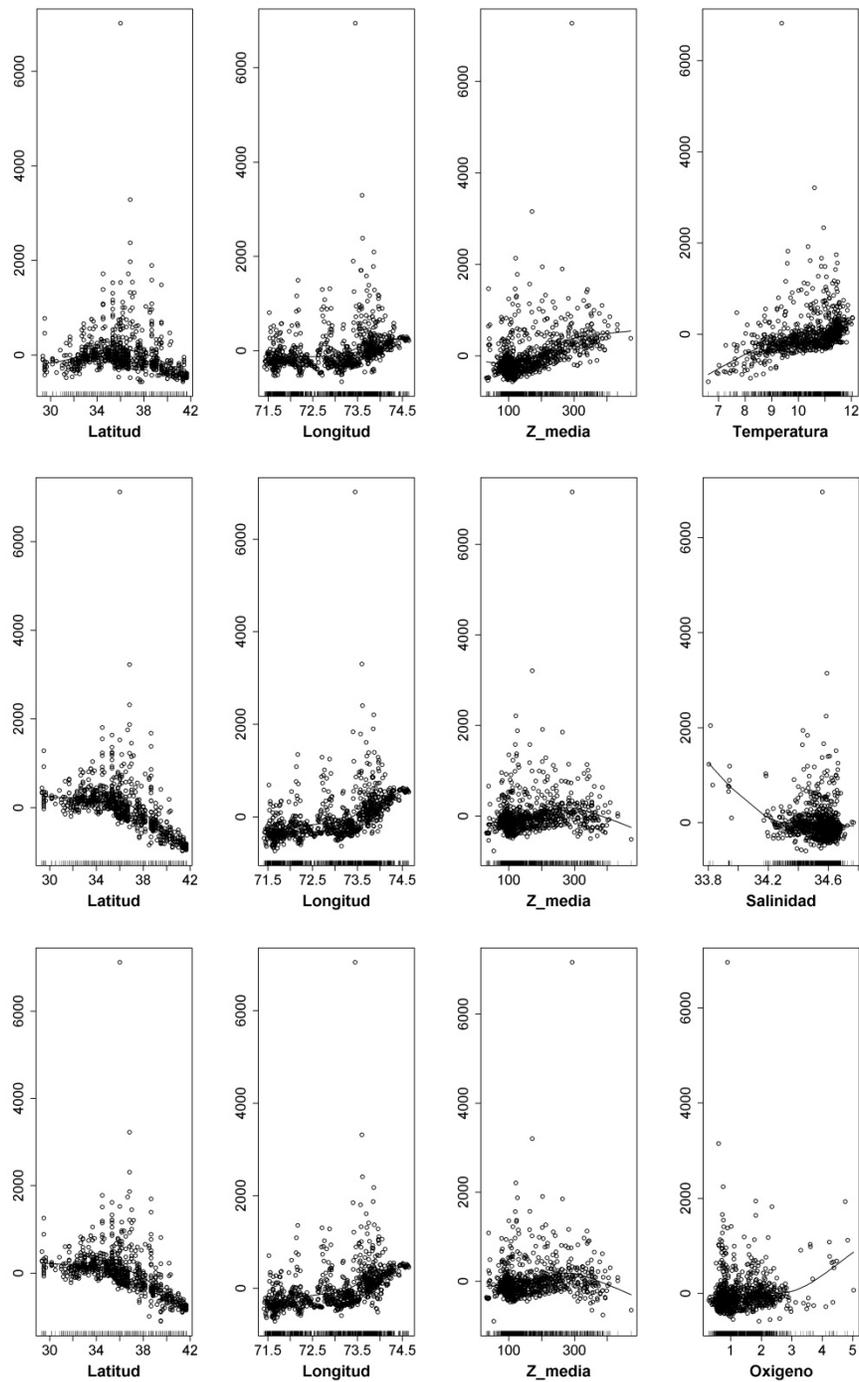


Figura 95. Distribuci3n de los residuos establecidos para las relaciones entre la densidad de merluza com3n con las variables de posici3n (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad), y las variables ambientales temperatura, salinidad y ox3geno disuelto. Crucero julio – septiembre de 2016.

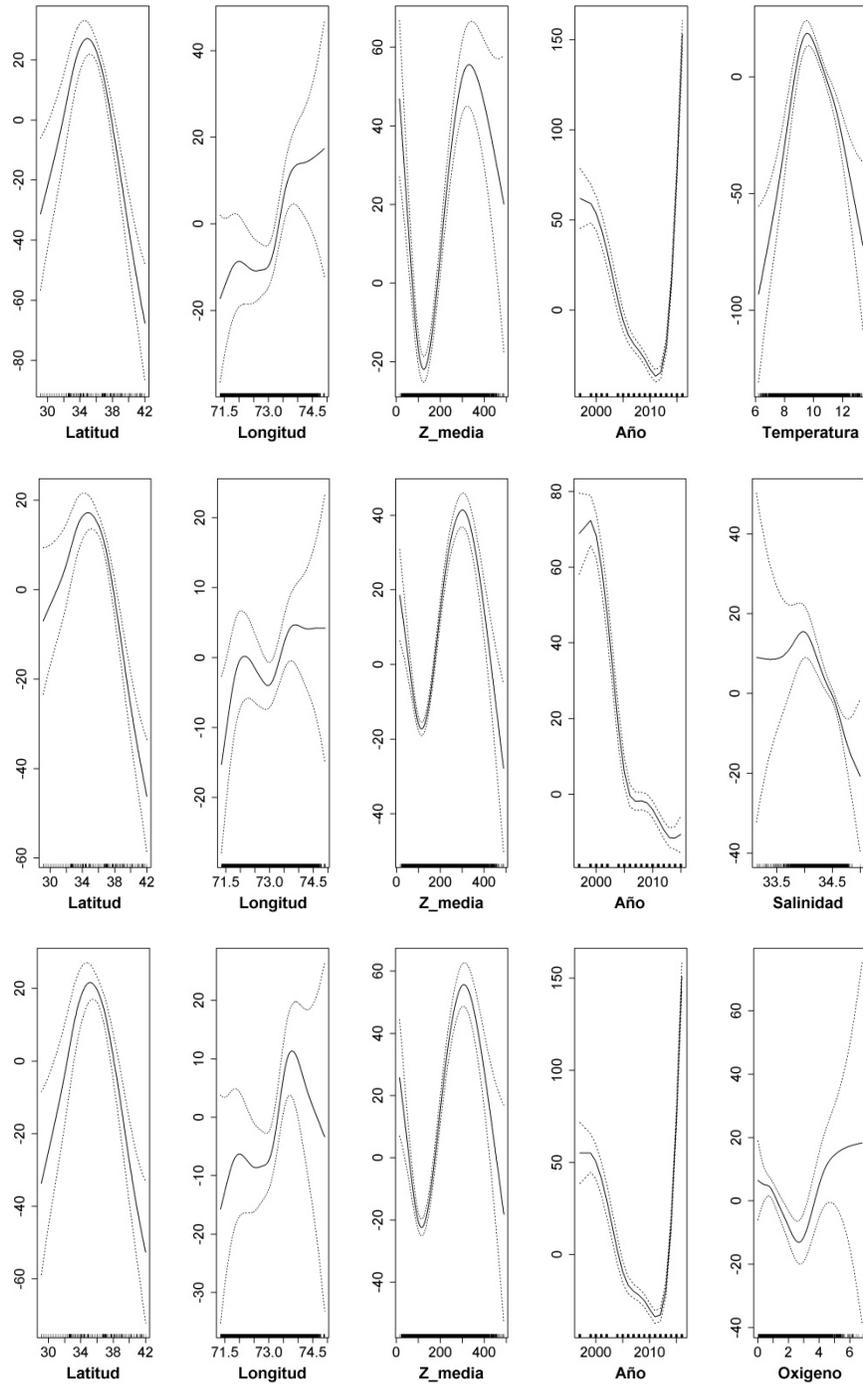


Figura 96. Relaci3n entre la densidad de merluza com3n con las variables de posici3n (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad), y las variables ambientales temperatura, salinidad y ox3geno disuelto. El an3lisis integra la informaci3n recolectada en los cruceros realizados entre 1997 y 2016.

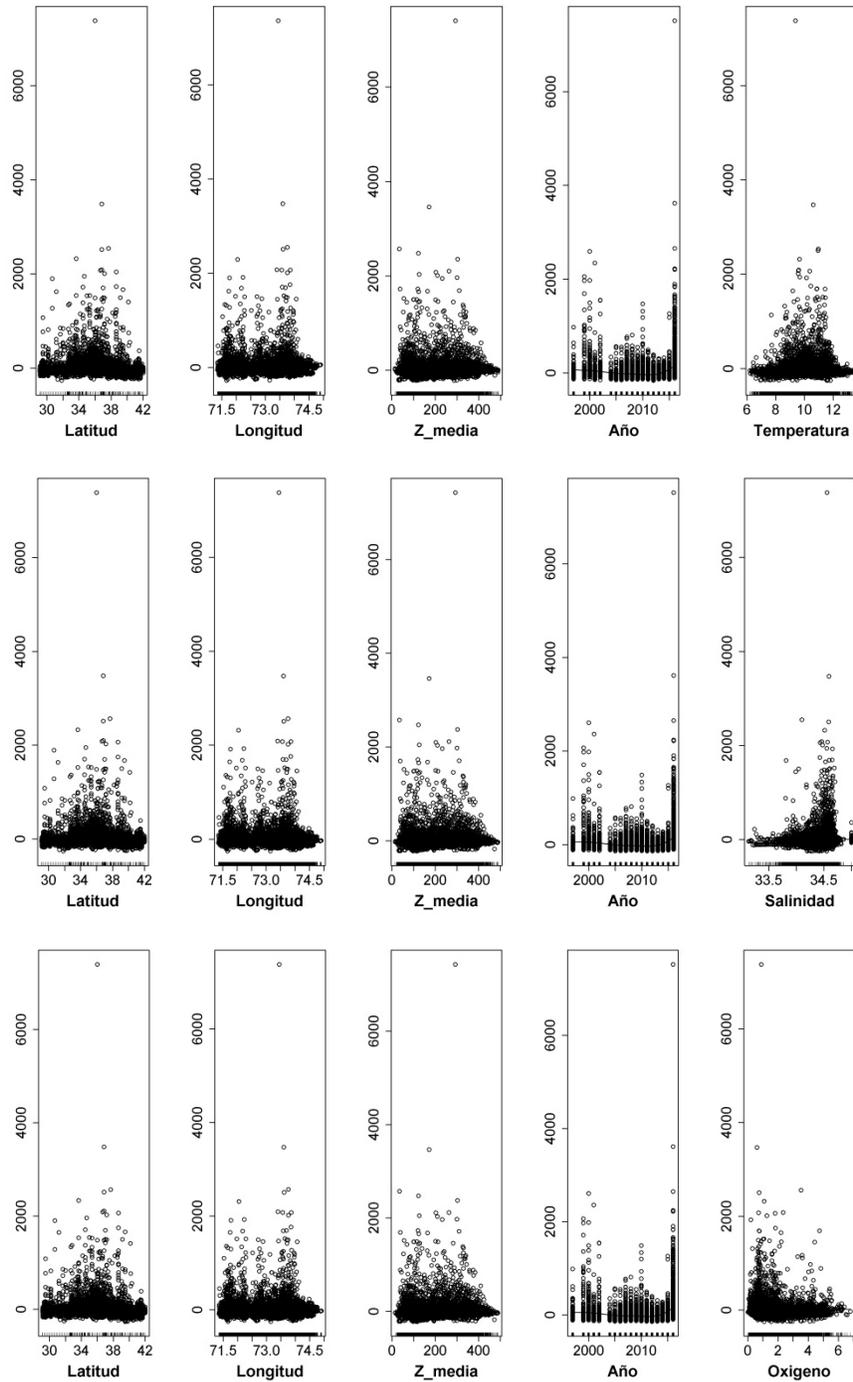


Figura 97. Distribuci3n de los residuos establecidos para las relaciones entre la densidad de merluza com3n con las variables de posici3n (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad), y las variables ambientales temperatura, salinidad y ox3geno disuelto. El an3lisis integra la informaci3n recolectada en los cruceros realizados entre 1997 y 2016.

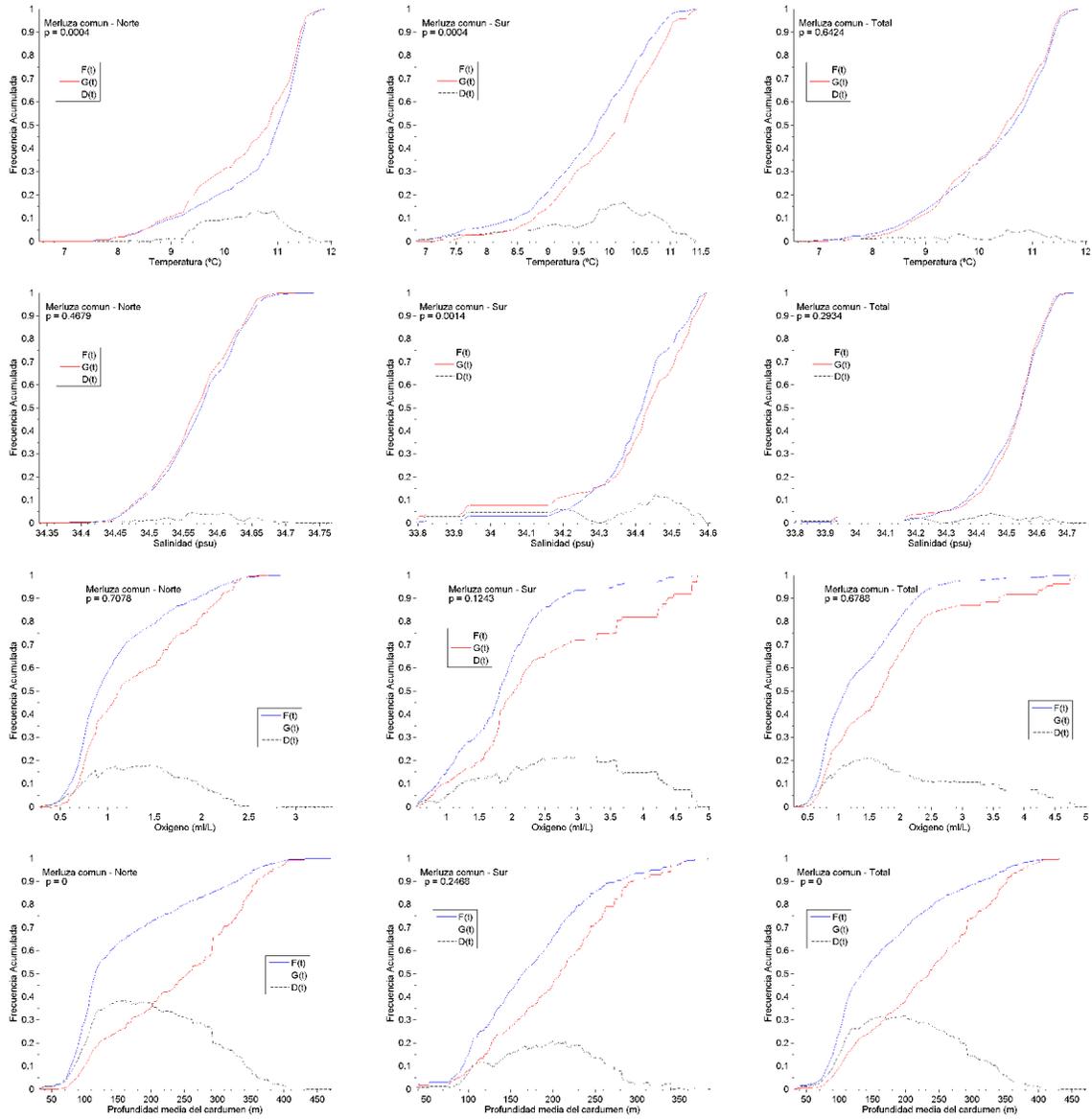


Figura 98. Funciones de distribuci3n acumulativas empíricas para las variables ambientales (f(t)) y su ponderaci3n con la variable pesquera (g(t)). Crucero julio – septiembre de 2016.

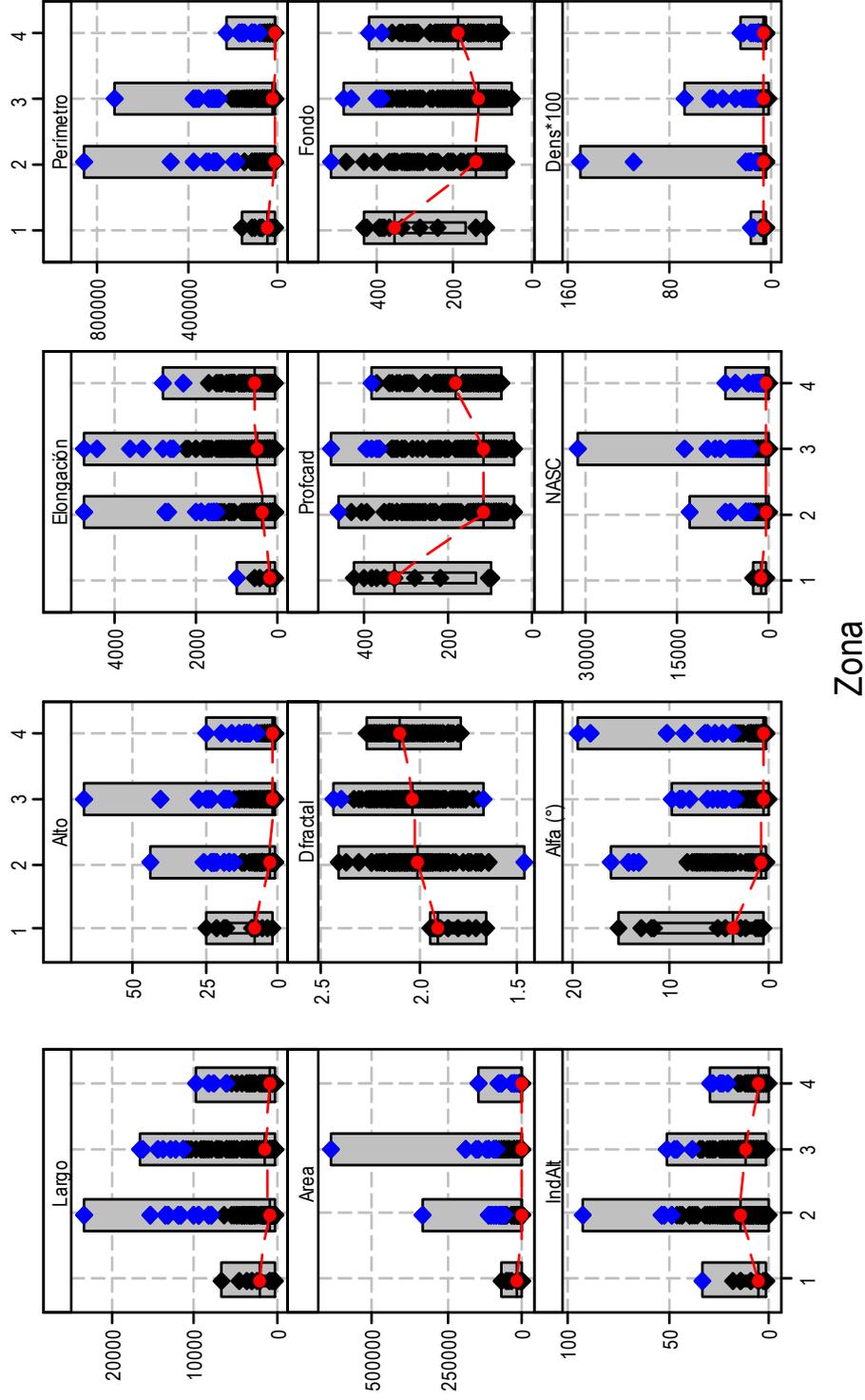


Figura 99. Box plot de las variables morfométricas, batimétricas y de energía por zona de estudio (rojo: mediana; azul: valores atípicos; negro: valores individuales).

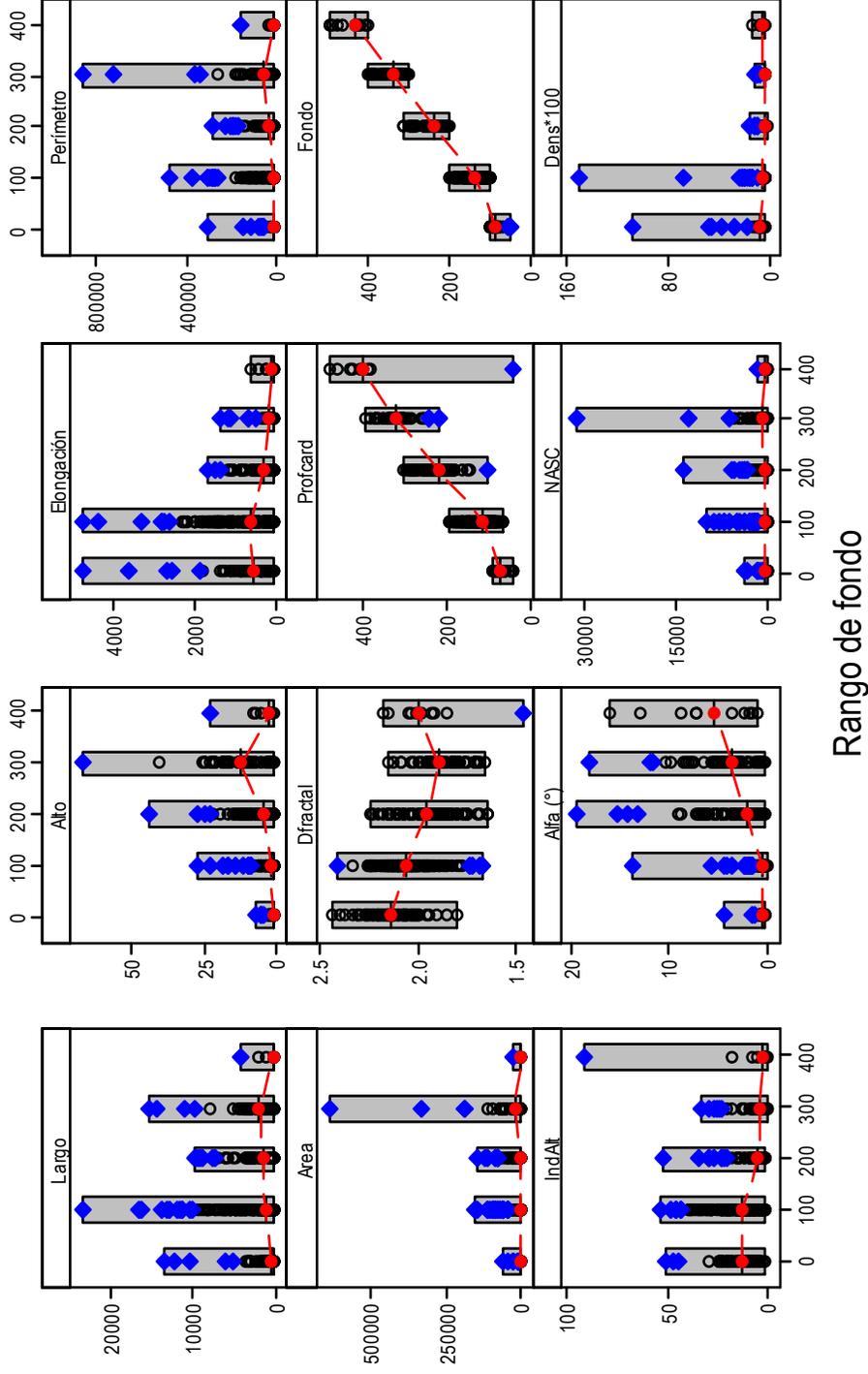


Figura 100. Box plot de las variables morfométricas, batimétricas y de energía por rango de fondo (rojo: mediana; azul: valores atípicos; negro: valores individuales).

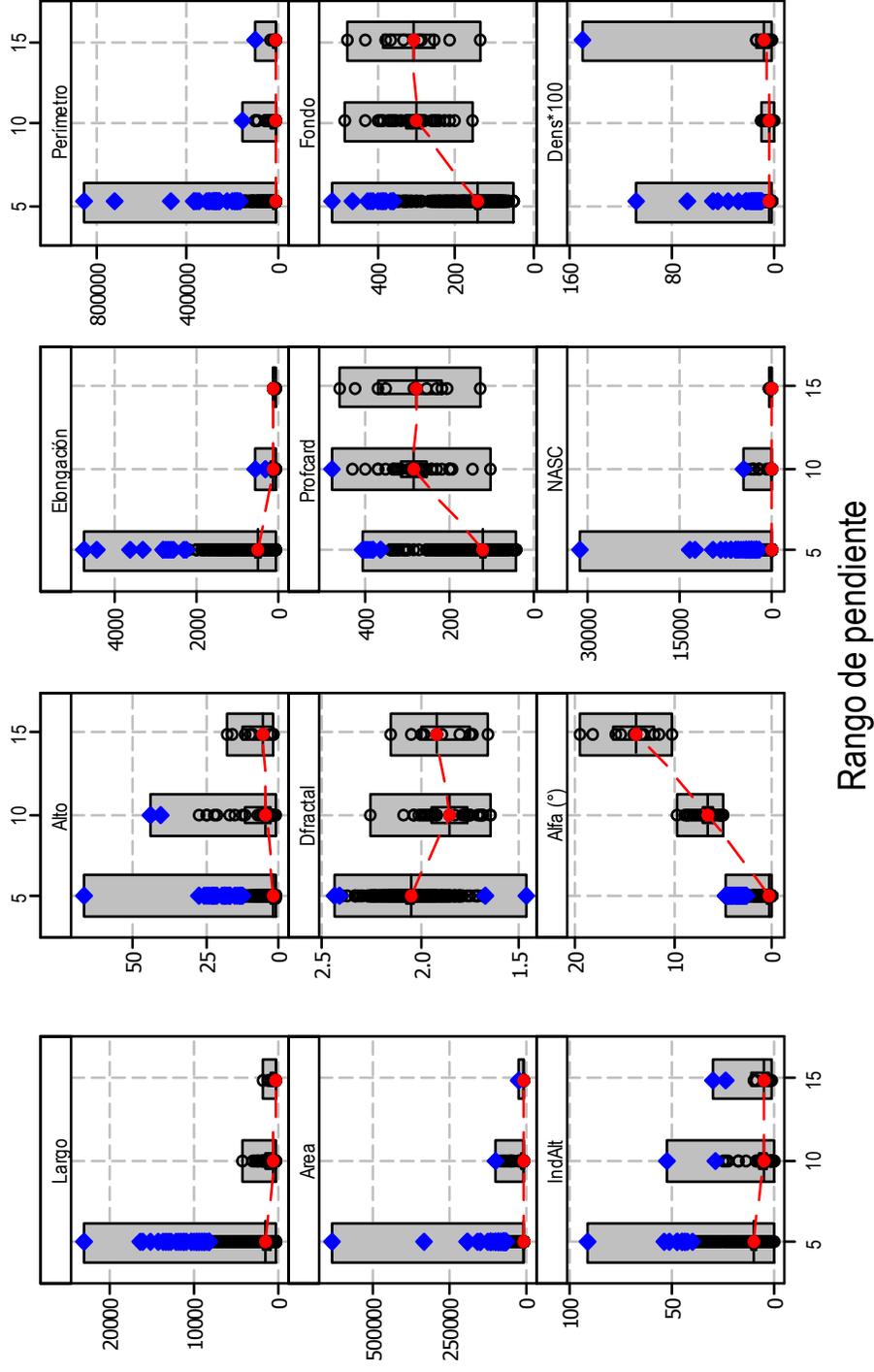


Figura 101. Box plot de las variables morfom3tricas, batim3tricas y de energa por rango de pendiente de fondo (rojo: mediana; azul: valores atipicos; negro: valores individuales).

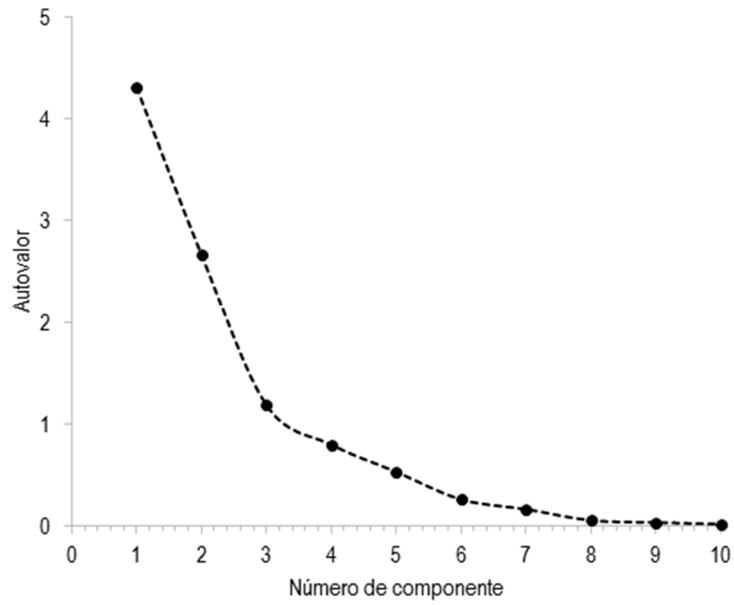


Figura 102. Gráfico de sedimentaci3n.

T A B L A S



Tabla 1.

Estimaciones de biomasa (t) y abundancia (N°) de merluza com3n estimadas en las prospecciones ac3sticas efectuadas en el per3odo 1993-2015.

Año	Proyecto	Biomasa (t)	Abundancia (N°*1000)
1993	FIP 92-02	198.540	272.000
1995	FIP 95-14	505.765	876.838
1997	FIP 97-12	712.878	1.339.113
1999	FIP 99-04	899.307	1.166.238
2000	FIP 2000-04	891.598	1.383.683
2001	FIP 2001-18	917.133	1.986.000
2002	FIP 2002-03	1.555.422	2.879.000
2004	FIP 2004-09	273.860	876.466
2005 (otoño)	FIP 2005-05	217.433	910.316
2005 (invierno)	FIP 2005-05	222.721	1.159.097
2006 (otoño)	FIP 2006-03	262.137	1.158.075
2006 (invierno)	FIP 2006-03	266.596	1.254.238
2007	FIP 2007-16	278.700	1.213.918
2008	FIP 2008-14	313.778	1.636.309
2009 (invierno)	FIP 2009-13	322.729	1.316.664
2010 (otoño)	FIP 2009-13	269.125	1.003.169
2010 (invierno)	FIP 2010_10	284.575	1.201.201
2011	FIP 2011-03	290.331	1.251.574
2012	FIP 2012-04	273.954	1.016.454
2013	FIP 2013-12	224.954	896.575
2014	ASIPA	204.997	880.559
2015	ASIPA	211.884	871.708



Tabla 2.
Principales características del B/C Abate Molina.



Eslora	43,6 m
Manga	8,3 m
Puntal	4,2 m
Calado	3,3 m
Velocidad de crucero	9 nudos
Tonelaje de registro bruto	426 t
Tonelaje de registro neto	128 t
Tripulación	16
Personal científico	14
Autonomía	8.000 millas náuticas
Tipo de embarcación	Arrastrero
Armador	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de Chile



Tabla 3.

Resumen operacional de los lances de pesca de identificaci3n y capturas realizadas durante el crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, julio - agosto de 2016.

Lance	Fecha	Calado		Virado		Profundidad (fondo (m))	Duraci3n (hora)	Rumbo	Velocidad (nudos)	Distancia (nm)	Captura (kg)			Proporci3n (%)		
		Hora	Latitud	Longitud	Latitud						Longitud	Merluza com3n	Jibia	Otras	Merluza com3n	Jibia	Otras
1	26-07-2016	1418	29°18,1'	71°36,6'	29°16,8'	71°35,8'	326	027	2,8	1,5	642	418	74	566	36,9	6,5
2	26-07-2016	1638	29°17,2'	71°36,7'	29°15,7'	71°36'	411	026	3,0	1,6	408	35	81	77,9	6,7	15,5
3	27-07-2016	0834	29°28,2'	71°24,2'	29°27,4'	71°24,9'	174	330	2,9	1,0	245	235	235	51,0		48,0
4	27-07-2016	1238	29°30,3'	71°26,6'	29°29'	71°27,2'	270	340	2,7	1,6	1189	178	178	87,0		13,0
5	27-07-2016	1500	29°28,2'	71°31,4'	29°29,4'	71°31,1'	346	370	3,1	1,2	1189	169	14	86,7	12,3	1,0
6	27-07-2016	1717	29°37,7'	71°22,1'	29°34,8'	71°21,8'	132	170	3,1	1,1	224	270	270	49,3	45,4	54,6
7	28-07-2016	0835	30°06,6'	71°34,8'	30°04,7'	71°33,8'	473	042	3,0	1,2	82	100	124	30,6	26,9	40,5
8	28-07-2016	1655	30°08,3'	71°30,8'	30°05'	71°30'	380	029	3,1	1,5	122	177	7	30,6	39,8	2,2
9	28-07-2016	1319	30°02,4'	71°27,9'	30°03,8'	71°28,4'	282	197	3,2	1,5	1285	64	124	147,2	87,3	8,4
10	28-07-2016	1537	30°10,3'	71°31,2'	30°09,6'	71°30,3'	178	035	3,5	1,6	420	330	6	750	56,0	44,0
11	28-07-2016	1744	30°10'	71°29,1'	30°09,4'	71°28,7'	117	032	3,1	0,7	308	308	8	316	97,5	2,5
12	29-07-2016	0830	30°35,5'	71°45,4'	30°33,9'	71°45,1'	143	011	3,1	1,6	1702	170	6	1708	99,7	0,3
13	29-07-2016	1650	30°32,5'	71°44,4'	30°31,4'	71°44,4'	134	005	2,9	1,1	170	184	14	184	92,4	7,6
14	30-07-2016	0835	31°11,5'	71°41,9'	31°09,9'	71°42,6'	208	337	3,2	1,7	682	27	27	710	96,2	3,8
15	30-07-2016	1038	31°11,3'	71°42,5'	31°12,7'	71°41,9'	233	164	2,7	1,5	164	39	39	314	274	87,5
16	30-07-2016	1310	31°13,3'	71°43,5'	31°11,6'	71°43,6'	350	354	3,4	1,7	227	250	29	506	44,9	5,7
17	30-07-2016	1524	31°10,1'	71°44,7'	31°11,2'	71°44,6'	445	179	3,0	1,1	169	57	41	267	63,2	15,3
18	30-07-2016	1802	31°21,9'	71°38,6'	31°22,6'	71°39,2'	164	160	3,1	0,8	285			285	100,0	
19	31-07-2016	0838	31°45,4'	71°36,2'	31°45,1'	71°36,6'	146	329	3,1	0,5	410	410	77	2344	96,7	3,3
20	31-07-2016	0950	31°44,3'	71°38,8'	31°45,9'	71°38,4'	179	174	3,2	1,6	2267			2267	96,7	
21	31-07-2016	1246	31°46,3'	71°39,5'	31°44,1'	71°39,9'	250	351	3,0	1,2	457	61	32,5	550	83,1	5,9
22	31-07-2016	1508	31°44,3'	71°40,7'	31°45,3'	71°40,4'	370	189	3,2	1,0	372	73	50	495	75,2	10,1
23	31-07-2016	1735	31°56,4'	71°36,1'	31°57,4'	71°36,9'	141	170	3,1	1,0	728	14	14	741	96,2	1,8
24	01-08-2016	0808	32°01,1'	71°37,7'	32°01,3'	71°38,2'	279	354	3,3	1,6	8			8	41,9	58,1
25	01-08-2016	1115	32°00'	71°38,9'	32°01,3'	71°38,2'	279	159	3,1	1,4	477	213	85	775	61,6	11,0
26	01-08-2016	1400	32°04,1'	71°39,5'	32°02,6'	71°39,7'	404	355	3,2	1,5	267	23	6	297	90,1	2,2
27	01-08-2016	1744	32°13,2'	71°33'	32°11,7'	71°33,6'	352	342	3,2	1,6	243			265	91,5	8,5
28	03-08-2016	0835	32°27,2'	71°28'	32°26,5'	71°28,3'	98	340	3,2	0,7	389			399	100,0	
29	03-08-2016	1035	32°28,3'	71°34'	32°30'	71°34,1'	163	184	2,9	1,7	180			593	30,3	69,7
30	03-08-2016	1408	32°27,1'	71°36,1'	32°26,4'	71°36'	230	006	3,4	0,7	292	347	347	640	45,7	54,3
31	03-08-2016	1720	32°26,9'	71°37,2'	32°25,9'	71°37'	306	009	3,4	1,0	344			380	90,7	9,3
32	03-08-2016	1855	32°26'	71°37,9'	32°27,5'	71°38'	370	184	2,8	1,5	28	59	35	112	24,6	22,3
33	04-08-2016	0811	32°55,3'	71°45,9'	32°54,2'	71°45,4'	340	019	3,2	1,2	522	27	27	549	95,1	4,9
34	04-08-2016	1025	32°56,6'	71°45,9'	32°55,9'	71°45,7'	275	021	3,2	0,9	192	36	32	260	73,8	12,2
35	04-08-2016	1206	32°56,5'	71°45'	32°55,7'	71°44,5'	194	024	3,2	0,9	259	20	3	282	91,9	7,0
36	04-08-2016	1645	32°54,8'	71°36,7'	32°54,4'	71°36,7'	93	359	3,6	0,4	256		40	297	86,4	13,6



Tabla 3. Continuaci3n.
Resumen operacional de los lances de pesca de identificaci3n y capturas realizadas durante el crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, julio - agosto de 2016.

Lance	Fecha	Calado		Hora	Virado	Latitud		Profundidad (m)	Duraci3n (hora)	Rumbo	Velocidad (nudos)	Distancia (nm)	Captura (kg)		Proporci3n (%)		Otras	Otras
		Latitud	Longitud			Merluza com3n	Jibia						Merluza com3n	Jibia				
37	04-08-2016	1803	32°53.8'	71°39.8'	32°53'	71°39.7'	130	0.3	006	3.4	0.8	460	89.0	89.0	10.2	11.0	517	11.0
38	05-08-2016	0820	33°12.1'	71°46.8'	33°11.4'	71°46.8'	130	0.2	359	3.3	0.7	1537	89.6	89.6	10.2	11.0	4	4
39	05-08-2016	1015	33°14.4'	71°51.9'	33°13.4'	71°51.9'	220	0.4	359	3.0	1.0	165	79.0	79.0	9.8	7.2	44	21.0
40	05-08-2016	1226	33°14.9'	71°52.9'	33°13.7'	71°53'	336	0.4	357	3.1	1.2	405	83.1	83.1	9.8	7.2	35	48
41	05-08-2016	1457	33°17.5'	71°53.4'	33°16.7'	71°53.4'	404	0.3	002	3.3	0.8	411	87.8	87.8	7.1	5.1	37	74
42	06-08-2016	0804	33°24.1'	71°52.8'	33°23.6'	71°52.8'	348	0.2	003	3.0	0.5	473	88.0	88.0	14.9	17.2	27	104
43	06-08-2016	1000	33°26.4'	71°52.2'	33°25.5'	71°52.2'	268	0.3	352	2.6	0.9	413	68.0	68.0	14.9	17.2	104	104
44	06-08-2016	1140	33°26.3'	71°51.5'	33°25.4'	71°51.5'	185	0.3	000	3.0	0.9	279	84.3	84.3	15.7	16.7	52	331
45	06-08-2016	1501	33°41.9'	71°47.2'	33°41.6'	71°46.8'	80	0.1	062	3.1	0.4	609	90.9	90.9	9.1	9.1	61	670
46	06-08-2016	1601	33°45.5'	72°00.7'	33°45.2'	72°00.5'	131	0.2	015	3.3	0.6	2252	99.4	99.4	0.6	0.6	14	2265
47	07-08-2016	0751	33°59.9'	71°58.2'	33°59.8'	71°58.2'	79	0.0	025	3.5	0.1	247	100.0	100.0	247	247	14	247
48	07-08-2016	0848	33°58.1'	72°00'	33°57.4'	72°00.1'	102	0.2	342	3.3	0.7	1659	100.0	100.0	1659	1659	19	994
49	07-08-2016	1152	34°08.6'	72°15.9'	34°07.9'	72°15.8'	221	0.2	001	3.2	0.7	901	90.7	90.7	7.4	1.9	19	994
50	07-08-2016	1348	34°08.8'	72°15.6'	34°07.9'	72°15.1'	322	0.3	020	3.0	1.0	686	89.8	89.8	3.3	6.9	52	763
51	07-08-2016	1700	34°17.9'	72°03.2'	34°17.7'	72°03.2'	120	0.1	359	3.6	0.5	967	100.0	100.0	967	967	31	150
52	07-08-2016	1831	34°20.6'	72°06.7'	34°19.7'	72°06.7'	161	0.3	355	3.2	0.9	340	340	340	340	340	31	150
53	08-08-2016	0812	34°26.5'	72°11.1'	34°26'	72°11.1'	262	0.2	027	3.3	0.2	621	85.0	85.0	11.8	3.2	23	731
54	08-08-2016	1021	34°35.4'	72°12.2'	34°35.6'	72°12.3'	280	0.2	193	3.2	0.4	878	91.4	91.4	7.6	1.0	10	960
55	08-08-2016	1212	34°39.6'	72°07.2'	34°40'	72°07.4'	120	0.3	192	3.0	0.9	461	100.0	100.0	461	461	31	150
56	08-08-2016	1422	34°41.3'	72°05.6'	34°40.5'	72°05.3'	79	0.3	021	3.7	0.8	119	79.1	79.1	20.9	20.9	31	150
57	08-08-2016	1549	34°35.9'	72°06.3'	34°35.3'	72°06.2'	112	0.2	009	3.1	0.6	584	100.0	100.0	584	584	31	150
58	09-08-2016	0802	34°50.1'	72°11.7'	34°49.9'	72°11.6'	98	0.1	027	3.3	0.2	1635	100.0	100.0	1635	1635	37	390
59	09-08-2016	0930	34°48.6'	72°16.3'	34°48.4'	72°15.9'	151	0.1	032	3.3	0.5	812	100.0	100.0	812	812	37	390
60	09-08-2016	1231	34°51.4'	72°31.6'	34°50.7'	72°31'	354	0.3	036	3.4	0.9	354	90.6	90.6	9.4	9.4	37	390
61	09-08-2016	1549	35°02.1'	72°22.2'	35°01.4'	72°21.7'	103	0.2	033	3.5	0.8	746	96.7	96.7	1.3	1.3	10	755
62	09-08-2016	1756	35°07.6'	72°38.9'	35°07.6'	72°38.9'	140	0.5	009	3.5	1.9	12	734	734	98.3	98.3	10	755
63	10-08-2016	0814	35°07.6'	72°38.9'	35°07.6'	72°38.9'	245	0.2	008	3.1	0.6	530	79.6	79.6	11.1	11.1	62	666
64	10-08-2016	1012	35°05.3'	72°39.9'	35°05.5'	72°39.8'	337	0.3	028	3.1	0.9	339	66.9	66.9	33.1	33.1	168	507
65	10-08-2016	1328	35°21'	72°41.9'	35°20.9'	72°41.6'	117	0.1	049	3.6	0.3	1221	100.0	100.0	1221	1221	62	666
66	10-08-2016	1441	35°23.3'	72°39.5'	35°22.8'	72°39'	81	0.2	038	3.1	0.6	327	100.0	100.0	327	327	566	566
67	10-08-2016	1605	35°25'	72°35.4'	35°24.4'	72°35.4'	43	0.2	207	3.4	0.6	57	9.3	9.3	9.3	9.3	36	613
68	10-08-2016	1815	35°28.9'	72°49.3'	35°30.4'	72°50.3'	99	0.5	207	3.2	1.7	628	100.0	100.0	628	628	36	613
69	11-08-2016	0810	35°32.7'	73°00.6'	35°31.9'	73°00.4'	174	0.3	008	3.4	0.8	520	93.5	93.5	6.5	6.5	36	556
70	11-08-2016	1021	35°39.7'	73°08.2'	35°40.2'	73°09.1'	370	0.5	212	3.1	1.4	156	47.7	47.7	52.3	52.3	274	326
71	11-08-2016	1223	35°39.7'	73°09.5'	35°38.3'	73°08.5'	428	0.5	035	3.2	1.6	43	13.5	13.5	86.5	86.5	43	317
72	11-08-2016	1446	35°41.6'	73°07'	35°41.3'	73°06.7'	251	0.2	022	3.4	0.6	2780	100.0	100.0	2780	2780	274	2780



Tabla 3. Continuaci3n.
Resumen operacional de los lances de pesca de identificaci3n y capturas realizadas durante el crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n,
julio - agosto de 2016.

Lance	Fecha	Calado		Longitud	Hora	Virado		Profundidad (m)	Duraci3n (hora)	Rumbo	Velocidad (nudos)	Distancia (nm)	Captura (kg)			Proporci3n (%)		Otras
		Latitud	Longitud			Latitud	Longitud						Merluza com3n	Jibia	Otras	Merluza com3n	Jibia	
73	11-08-2016	35°40,3'	73°04,3'	1633	1653	35°39,5'	73°04,1'	205	0,3	014	3,3	0,8	303	322	91,5	8,5	8,5	
74	12-08-2016	35°54,4'	73°51,1'	0827	0827	35°54,9'	73°51,1'	144	0,2	352	3,3	0,5	1208	1225	98,7	1,3	1,3	
75	12-08-2016	35°51,5'	73°59,7'	1022	1022	35°51,9'	73°59,9'	201	0,1	326	3,1	0,4	1094	1105	99,0	1,0	1,0	
76	12-08-2016	35°51,7'	73°03,5'	1140	1140	35°51,5'	73°03,8'	283	0,1	307	2,7	0,3	1112	1175	94,6	4,6	0,8	
77	12-08-2016	35°51,9'	73°02,5'	1406	1406	35°59,4'	73°02,3'	354	0,3	006	3,3	1,0	270	294	91,9	2,5	5,5	
78	12-08-2016	35°01,9'	72°59,9'	1555	1555	35°01,4'	73°00,7'	318	0,1	001	3,1	0,5	672	672	100,0	0	0	
79	12-08-2016	35°00,9'	72°57,3'	1734	1734	35°00,5'	72°57,3'	240	0,1	001	3,1	0,4	1386	1410	98,3	1,7	1,7	
80	13-08-2016	35°08,8'	72°51,7'	0821	0821	35°05,4'	72°51,5'	87	0,1	025	3,2	0,4	2106	2106	100,0	0	0	
81	13-08-2016	35°08,4'	72°58'	1022	1022	35°04,7'	72°57,2'	195	0,5	021	3,0	1,8	302	337	89,5	3,7	10,5	
82	13-08-2016	35°10,5'	73°07,4'	1232	1232	35°10,2'	73°07,2'	203	0,1	040	3,1	0,3	405	412	98,1	1,9	1,9	
83	13-08-2016	35°02,8'	73°16,2'	1433	1433	35°02,4'	73°16,2'	292	0,1	000	3,2	0,4	341	359	94,8	5,2	5,2	
84	14-08-2016	35°26,8'	73°05,4'	0911	0911	35°26,1'	73°05,3'	89	0,1	149	3,4	0,3	960	960	100,0	0	0	
85	14-08-2016	35°20,4'	73°08,7'	1100	1100	35°20,9'	73°08,8'	102	0,2	190	3,1	0,5	458	458	100,0	0	0	
86	14-08-2016	35°25,9'	73°17,5'	1256	1256	35°27,7'	73°17,4'	114	0,2	177	3,8	0,8	155	264	98,7	41,3	41,3	
87	14-08-2016	35°29,7'	73°33,7'	1546	1546	35°30,3'	73°33,6'	192	0,2	198	3,1	0,6	306	338	90,7	9,3	9,3	
88	14-08-2016	35°34,9'	73°35,6'	1730	1730	35°35,4'	73°35,9'	417	0,2	179	2,8	0,5	98	1284	7,7	85,4	85,4	
89	15-08-2016	35°51,7'	73°17'	0900	0900	35°57,5'	73°16,9'	71	0,1	000	3,4	0,2	2216	2463	90,0	10,0	10,0	
90	15-08-2016	35°54,7'	73°23,1'	1042	1042	35°54,4'	73°22,9'	117	0,1	020	3,0	0,3	722	725	99,7	0,3	0,3	
91	15-08-2016	35°46'	73°21,2'	1317	1317	35°46'	73°21,1'	142	0,2	355	3,0	0,1	332	372	89,4	10,6	10,6	
92	15-08-2016	35°41,9'	73°17,5'	1439	1439	35°41'	73°17,5'	123	0,3	003	3,1	0,9	296	323	91,6	8,4	8,4	
93	15-08-2016	35°34,1'	73°12,2'	1631	1631	35°32,8'	73°12,4'	106	0,4	354	2,8	1,3	149	177	84,1	15,9	15,9	
94	17-08-2016	35°33,5'	73°35,1'	0935	0935	35°32,6'	73°35,1'	335	0,3	358	3,0	0,9	269	428	62,8	17,9	19,3	
95	19-08-2016	35°36,9'	73°34'	0916	0916	35°37,3'	73°33,9'	242	0,1	185	3,2	0,4	281	464	60,4	21,9	21,9	
96	19-08-2016	35°41,1'	73°33,7'	1101	1101	35°41,5'	73°33,7'	160	0,1	195	3,2	0,4	288	296	97,0	3,0	3,0	
97	19-08-2016	35°48,3'	73°39,3'	1346	1346	35°48,8'	73°38,9'	253	0,2	030	3,3	0,5	219	414	52,8	47,2	47,2	
98	20-08-2016	37°18,4'	73°44,6'	0910	0910	37°18,1'	73°44,6'	138	0,1	359	2,9	0,3	740	755	98,0	2,0	2,0	
99	20-08-2016	37°15,2'	73°47,3'	1040	1040	37°14,8'	73°47,4'	256	0,1	359	3,1	0,4	277	486	45,1	38,2	38,2	
100	20-08-2016	37°16,8'	73°48'	1253	1253	37°16,3'	73°48'	385	0,3	007	3,1	1,0	171	488	35,1	47,3	47,3	
101	20-08-2016	37°31,5'	73°45'	1624	1624	37°31,3'	73°45'	136	0,1	360	3,3	0,2	1188	1201	99,0	1,0	1,0	
102	20-08-2016	37°30'	73°51'	1859	1859	37°28,6'	73°51,1'	328	0,5	360	3,4	1,4	301	571	52,7	44,7	44,7	
103	21-08-2016	37°52,6'	73°38,1'	0935	0935	37°51'	73°39,2'	79	0,5	323	3,4	1,8	161	178	90,4	9,6	9,6	
104	21-08-2016	37°51,6'	73°41'	1111	1111	37°51'	73°41,6'	103	0,3	325	3,2	0,8	306	319	95,7	4,3	4,3	
105	21-08-2016	37°51,3'	73°46,1'	1242	1242	37°51'	73°46,1'	139	0,1	003	3,4	0,4	427	431	99,1	0,9	0,9	
106	21-08-2016	37°50,4'	73°51,9'	1415	1415	37°50'	73°51,6'	289	0,2	023	3,4	0,5	378	431	87,6	12,4	12,4	
107	21-08-2016	37°52'	73°54,6'	1627	1627	37°51,1'	73°53,5'	362	0,4	044	3,3	1,3	34	191	17,7	82,3	82,3	
108	22-08-2016	38°11,5'	73°45,3'	1035	1035	38°10,3'	73°45,3'	291	0,5	354	2,9	1,2	383	654	58,5	30,4	30,4	



Tabla 3. Continuaci3n.
Resumen operacional de los lances de pesca de identificaci3n y capturas realizadas durante el crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n,
julio - agosto de 2016.

Lance	Fecha		Calado		Virado		Profundidad (m)	Duraci3n (hora)	Rumbo	Velocidad (nudos)	Distancia (nm)	Captura (kg)		Proporci3n (%)	
	Hora	Latitud	Longitud	Hora	Latitud	Longitud						Merluza com3n	Otras	Merluza com3n	Otras
109	22-08-2016	1239	38°10,3'	73°44,7'	38°09,7'	73°44,7'	255	0,2	354	3,5	0,6	380	406	93,7	6,3
110	22-08-2016	1420	38°11,1'	73°42,7'	38°10'	73°42,8'	154	0,3	357	3,3	1,2	400	400	100,0	
111	22-08-2016	1549	38°08,6'	73°39,9'	38°09,3'	73°38,8'	120	0,1	004	3,6	0,3	313	313	100,0	
112	22-08-2016	1715	38°09,9'	73°36'	38°09,5'	73°36,2'	89	0,1	357	3,5	0,4	80	107	74,8	25,2
113	23-08-2016	0900	38°40,9'	73°43'	38°40,1'	73°43,3'	89	0,3	350	3,3	0,8	27	213	11,2	88,8
114	23-08-2016	1050	38°43,5'	73°51,5'	38°43,4'	73°51,6'	163	0,1	352	3,1	0,1	1343	1343	100,0	
115	23-08-2016	1329	38°43,8'	73°57'	38°43,5'	73°57,1'	220	0,1	344	3,1	0,3	2921	2938	99,4	0,6
116	23-08-2016	1505	38°41,8'	73°59,6'	38°40,3'	73°59,7'	351	0,4	347	3,2	1,5	11	350	3,1	96,9
117	24-08-2016	0805	38°11,6'	73°34,6'	38°10,7'	73°34,9'	95	0,3	343	3,9	0,9	178	218	81,6	18,4
118	24-08-2016	1046	38°11,1'	73°39,1'	38°10,4'	73°39,3'	118	0,2	350	2,9	0,7	176	105	62,6	37,4
119	24-08-2016	1254	38°11,7'	73°47,8'	38°10,9'	73°47,7'	152	0,2	008	3,4	0,8	238	15	89,6	4,7
120	24-08-2016	1435	38°09,8'	73°53,9'	38°09,2'	73°53,9'	208	0,2	357	3,3	0,6	377	600	62,8	37,2
121	24-08-2016	1619	38°07,7'	73°55,6'	38°08,8'	73°55,4'	340	0,3	174	3,2	1,1	13	777	98,4	1,6
122	24-08-2016	1816	38°13,2'	73°56,1'	38°14'	73°56,1'	440	0,3	180	3,0	0,8	242	242	100,0	
123	25-08-2016	1241	38°18,8'	73°47,4'	38°21,5'	73°47,9'	141	0,5	192	3,5	1,7	320	70	82,0	18,0
124	26-08-2016	1033	38°33,2'	73°47,1'	38°32'	73°45,9'	85	0,4	031	3,2	1,5	3	113	2,7	97,3
125	26-08-2016	1222	38°31,5'	73°50,7'	38°33,1'	73°51,4'	119	0,5	201	3,1	1,6	107	95	53,2	46,8
126	26-08-2016	1428	38°36,8'	73°59'	38°38,2'	73°59,8'	173	0,5	200	3,2	1,6	255	273	89,5	6,5
127	26-08-2016	1708	38°47,6'	74°02,2'	38°46,2'	74°02,3'	330	0,5	354	3,1	1,4	444	444	100,0	
128	27-08-2013	0901	38°59,7'	73°51,9'	38°59,3'	73°51,8'	140	0,2	015	2,8	0,4	172	292	58,9	4,3
129	27-08-2013	1046	40°05,3'	73°56,4'	40°05,3'	73°56,3'	166	0,5	011	3,0	2,2	264	4	98,6	1,4
130	27-08-2013	1240	40°00,9'	74°03,6'	40°00,9'	74°03,6'	213	0,1	011	3,4	0,2	4871	5231	93,1	0,2
131	27-08-2013	1423	40°01,2'	74°05,9'	40°02,5'	74°06,7'	334	0,5	203	2,9	1,5	357	357	100,0	
132	27-08-2013	1653	40°14,6'	74°09,3'	40°15,1'	74°09,5'	410	0,2	195	3,3	0,5	66	81	59,4	40,6
133	28-08-2016	1012	40°16,9'	73°49,5'	40°17,6'	73°49,6'	130	0,2	184	3,1	0,7	111	111	100,0	
134	28-08-2016	1418	40°12,9'	74°01'	40°14,6'	74°01,2'	159	0,5	183	3,2	1,6	25	25	96,7	3,3
135	28-08-2016	1621	40°15,1'	74°05,5'	40°15,4'	74°05,5'	250	0,1	192	3,0	0,3	3612	3737	96,7	3,3
136	31-08-2016	0840	40°38,6'	73°53'	40°37,8'	73°52,9'	129	0,3	016	3,2	0,8	131	136	96,7	3,3
137	31-08-2016	1207	40°37,1'	73°57,5'	40°36,2'	73°56,7'	154	0,4	034	3,0	1,1	111	162	68,6	31,4
138	31-08-2016	1643	40°44,2'	74°15,7'	40°43,5'	74°15,4'	270	0,2	19	3,3	0,7	1115	1115	100,0	
139	31-08-2016	1833	40°45,7'	74°14,1'	40°45,2'	74°14'	180	0,2	5	3,1	0,5	268	268	100,0	
140	01-09-2016	0901	41°04,3'	74°00,3'	41°03,5'	74°00,3'	133	0,3	354	2,9	0,8	182	244	74,4	25,6
141	01-09-2016	1046	41°07,1'	74°06,4'	41°07,8'	74°06,3'	178	0,3	177	2,9	0,7	112	143	44,0	56,0
142	01-09-2016	1240	41°10,6'	74°12,8'	41°10,2'	74°12,7'	215	0,1	3	3,4	0,4	411	255	66,4	30,8
143	01-09-2016	1433	41°13,2'	74°16,4'	41°13,2'	74°16,3'	256	0,2	11	3,3	0,5	620	826	74,4	25,6
144	01-09-2016	1701	41°20,6'	74°20,8'	41°20,8'	74°20,8'	248	0,1	360	3,1	0,6	182	311	58,7	41,3
145	01-09-2016	1829	41°20,8'	74°15'	41°20'	74°15'	203	0,3	360	3,1	0,8	140	1705	7,6	92,4



Tabla 4.
Escala macrosc3pica para determinar el estadio de madurez sexual
de hembras de *M. gayi* (Balbont3n y Fisher, 1981).

Estadio	Denominaci3n	Aspecto macrosc3pico
I	Virginal	Sexo indeterminado, g3nadas peque1as, filiformes, generalmente juveniles menores de 24 cent3metros.
II	Inmaduro	Comienzo de maduraci3n de juveniles y reincidentes, ovario bien definido de color rosado claro, sin 3vulos visibles al ojo desnudo. En ejemplares grandes es normal que el ovario en esta fase presente l3men claramente apreciable, pero su pared es m3s gruesa que en la fase V (indica reposo gon3dico).
III	En maduraci3n	G3nadas de gran volumen con 3vulos visibles de color amarillo p3lido, pero no transl3cido, con escasa vascularizaci3n. Por lo general, el l3men desaparece cuando los 3vulos alcanzan un di3metro mayor de 500 micrones. Ovario turgescen
III A	Maduraci3n con desove parcial reciente	Ovario muy vascularizado y con 3vulos visibles a simple vista, una peque1a proporci3n presenta una gota oleosa (de color verde amarillento), que corresponde a restos de un desove anterior reciente. En este caso la g3nada es m3s fl3cida que en la fase III.
IV	Desovante	Ovario turgente con 3vulos visibles y transparentes de color anaranjado. Al apretarlo escurren 3vulos transparentes.
V	Desovado y En regresi3n	Ovario vac3o, distendido, l3men amplio, muy fl3cido, de color rojizo de aspecto hemorr3gico, sin 3vulos visibles. Este ovario pasa al estado II, inmaduro.



Tabla 5.

Escala microscópica para determinar el estadio de madurez sexual en hembras de *M. gayi* (modificada) (Herrera *et al.*, 1988).

Estadio	Denominación	Caracterización histomorfológica
1	Virginal	Parénquima virginal, representado por ovogonias y ovocitos previtelogénicos primitivos con escaso citoplasma basófilo y una gran vesícula germinativa.
2	Inmaduro	Predominancia de ovocitos previtelogénicos y en vitelogenesis endógena, las ovogonias menos numerosas. Los ovocitos rodeados por una capa de células tecales aplanadas.
3	Vitelogenesis Temprana	Predominio de ovocitos en estadio temprano de deposición de vitelo, abarcando no más de las $\frac{3}{4}$ partes del citoplasma. La vesícula germinativa central. La envoltura folicular y la capa de células tecal son más prominentes. Durante esta fase, un corion puede ser encontrado entre el ovocito y las células foliculares.
4	Vitelogenesis Tardía	Ovocitos cargados de vitelo, desde la periferia a la región perinuclear. La vesícula germinativa mantiene su posición central. La capa fólculo – tecal esta bien desarrollada.
5	Próximo Hidratación	El ovario muestra grandes ovocitos cuyo citoplasma esta completamente cargado de glóbulos de vitelo (término deposición de vitelo). La vesícula germinativa esta desplazada a la periferia por la maduración del ovocito.
6	Hidratado	Presencia importante de ovocitos hidratados (hialinos). Debido a la pérdida de agua durante la técnica histológica, adquieren un aspecto estrellado.
7	Desovando	Presencia de ovocitos hidratados y remanentes foliculares (fóliculos postovulatorios) recientes, entre ovocitos en deposición de vitelo.
8	Postdesove de tanda	Aspecto similar al estadio 3, pero con la presencia de fóliculos postovulatorios de diferentes edades, indicando un desove anterior.
9	Desovado	Gran actividad lítica en los ovocitos y fóliculos, evidenciado por atresia folicular. Se aprecia ovocitos previtelogénicos y eventualmente fóliculos postovulatorios.



Tabla 6.
Posición geográfica de las estaciones oceanográficas.

Estación	Fecha	Latitud	Longitud	Estación	Fecha	Latitud	Longitud
1	26-07-2016	29°10'	71°40,9'	47	13-08-2016	36°10'	73°35'
2	26-07-2016	29°10'	71°35,7'	48	13-08-2016	36°10'	73°21,4'
3	26-07-2016	29°10'	71°32,9'	49	15-08-2016	36°40'	73°37,7'
4	27-07-2016	29°40'	71°21,1'	50	15-08-2016	36°40'	73°24,4'
5	27-07-2016	29°40'	71°25,1'	51	15-08-2016	36°40'	73°18,2'
6	27-07-2016	29°40'	71°30,3'	52	19-08-2016	36°40'	73°11,4'
7	28-07-2016	30°10'	71°29,3'	53	19-08-2016	37°10'	73°41,6'
8	28-07-2016	30°10'	71°34,9'	54	19-08-2016	37°10'	73°45'
9	28-07-2016	30°10'	71°39,7'	55	19-08-2016	37°10'	73°49,5'
10	29-07-2016	30°40'	71°44,7'	56	20-08-2016	37°40'	73°53'
11	29-07-2016	30°40'	71°47,8'	57	20-08-2016	37°40'	73°47,8'
12	29-07-2016	30°40'	71°53,2'	58	21-08-2016	37°40'	73°43,5'
13	30-07-2016	31°10'	71°48,2'	59	21-08-2016	38°10'	73°50,4'
14	30-07-2016	31°10'	71°44,9'	60	22-08-2016	38°10'	73°42,1'
15	30-07-2016	31°10'	71°41,4'	61	22-08-2016	38°10'	73°34,1'
16	31-07-2016	31°40'	71°43,2'	62	23-08-2016	38°40'	73°44,6'
17	31-07-2016	31°40'	71°39,4'	63	23-08-2016	38°40'	73°53,6'
18	31-07-2016	31°40'	71°35,5'	64	23-08-2016	38°40'	74°02,6'
19	31-07-2016	32°10'	71°35'	65	24-08-2016	39°10'	73°57,1'
20	01-08-2016	32°10'	71°38,8'	66	24-08-2016	39°10'	73°47,9'
21	01-08-2016	32°10'	71°42,6'	67	25-08-2016	39°10'	73°38,6'
22	02-08-2016	32°40'	71°41,2'	68	25-08-2016	39°10'	73°29,2'
23	02-08-2016	32°40'	71°29,1'	69	26-08-2016	39°40'	74°03,9'
24	03-08-2016	32°40'	71°35'	70	26-08-2016	39°40'	73°54,2'
25	04-08-2016	33°10'	71°50'	71	27-08-2016	39°40'	73°44,8'
26	04-08-2016	33°10'	71°55,5'	72	27-08-2016	39°40'	73°31,1'
27	05-08-2016	33°10'	71°44,5'	73	27-08-2016	40°12,5'	74°10,5'
28	05-08-2016	33°40'	72°04,3'	74	27-08-2016	40°12,5'	74°04,3'
29	05-08-2016	33°40'	71°53,4'	75	27-08-2016	40°12,5'	73°55,6'
30	06-08-2016	33°40'	71°42,5'	76	28-08-2016	40°12,5'	73°46,3'
31	07-08-2016	34°10'	72°19,9'	77	31-08-2016	40°40'	74°18,4'
32	07-08-2016	34°10'	72°13,2'	78	31-08-2016	40°40'	73°55'
33	08-08-2016	34°10'	72°08,5'	79	31-08-2016	40°40'	74°16,2'
34	08-08-2016	34°10'	72°03,1'	80	01-09-2016	40°40'	74°06,3'
35	08-08-2016	34°40'	72°06,7'	81	01-09-2016	41°10'	73°59,6'
36	08-08-2016	34°40'	72°11'	82	02-09-2016	41°10'	74°14'
37	08-08-2016	34°40'	72°16'	83	02-09-2016	41°10'	74°21,5'
38	10-08-2016	35°10'	72°41,8'	84	02-09-2016	41°26'	74°29,2'
39	10-08-2016	35°10'	72°23,9'	85	02-09-2016	41°26'	74°18,8'
40	10-08-2016	35°10'	72°32,8'	86	02-09-2016	42°00'	74°52,2'
41	11-08-2016	35°40'	73°03'	87	03-09-2016	42°00'	74°37,7'
42	11-08-2016	35°40'	73°11,2'	88	03-09-2016	42°00'	74°23'
43	11-08-2016	35°40'	72°53,7'	89	03-09-2016	42°00'	74°08'
44	11-08-2016	35°40'	70°45'	90	03-09-2016	41°26'	74°07,4'
45	13-08-2016	36°10'	73°07,7'	91	03-09-2016	41°26'	73°55,4'
46	13-08-2016	36°10'	72°54'				



Tabla 7.
Calibración del sistema de ecointegración.

Localización: Valparaíso	Estado de mar : Calma	Profundidad del fondo: 30 m
GPT 38 kHz 907205c5f1	Ecosonda: EK60 V. 2.2.0	Sample Interval: 0.192 m
Transductor: ES 38B	Beam type: Split	2 way beam angle: -20,6
Power (W) : 2000	Receiver Bandwidth (kHz): 2,43	Pulse Duration: 1,024 ms
Transducer Gain (dB)= 26,44	Sa Correction (dB)= -0.63	Athw. Beam Angle = 7,01°
Along. Beam Angle = 7,05°	Athw. Offset Angle =-0,01°	Along. Offset Angle= 0,00°

Tabla 8.
Estimados de biomasa total, límites de confianza y densidad de merluza común. Crucero de Evaluación julio – agosto 2016.

Método	Area (mn ²)	Biomasa (t)	Densidad (t*mn ⁻²)
Razón	8.361	244.550 [237.433 – 251.667]	29,2
Geoestadístico	8.361	242.920 [239.026 y 246.814]	29,1

Tabla 9.
Biomasa (t) y abundancia (Nº) de merluza común estimada por subzona. Crucero de Evaluación julio – agosto 2016.

Zona	Biomasa Total	Abundancia		
		Machos	Hembras	Total
1	9.821	24.049.844	51.822.067	75.871.911
2	67.230	171.433.568	149.993.276	321.426.844
3	146.819	304.613.047	342.245.237	646.858.284
4	19.050	30.047.512	51.873.189	81.920.700
Total	242.920	530.143.970	595.933.769	1.126.077.739



Tabla 10. Biomasa y abundancia estimada en los cruceros de evaluaci3n de merluza com3n realizados entre los a3os 2000 y 2016

A3os	2001	2002	2004	2005	2005	2006	2006	2006	2007	2008
B (t)	917.133	1.555.422	272.084	217.433	223.721	262.137	266.596	278.700	313.778	313.778
Abund. (N°)	1.969.153.928	2.879.290.984	876.465.659	910.315.816	1.159.097.721	1.136.846.421	1.205.602.209	1.213.918.248	1.636.309.370	1.636.309.370
Composici3n (%) de la Biomasa por zona										
Subzona 1	16,5	4,7	6,5	9,0	7,0	4,9	7,2	4,6	6,7	6,7
Subzona 2	37,6	36,0	30,9	28,4	36,3	40,0	34,2	39,3	32,4	32,4
Subzona 3	36,6	46,2	36,2	28,8	29,2	34,1	37,8	45,8	42,8	42,8
Subzona 4	9,4	13,0	26,5	33,9	27,5	21,0	20,8	10,3	18,1	18,1
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
w prom./ind (g)	540	310	239	193	231	221	230	230	230	192
Composici3n (%) de la Biomasa por zona										
A3os	2009	2010	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2016
B (t)	322.729	269.125	284.575	290.331	272.822	224.997	204.997	211.883	242.920	242.920
Abund. (N°)	1.316.664.059	1.003.169.179	1.201.201.176	1.251.573.751	1.013.309.311	896.575.182	880.559.869	871.707.912	1.126.077.739	1.126.077.739
Composici3n (%) de la Biomasa por zona										
Subzona 1	4,8	8,6		6,6	8,4	7,4	7,6	9,0	4,0	4,0
Subzona 2	35,4	30,0	46,5	47,9	40,2	32,8	37,8	48,0	27,7	27,7
Subzona 3	44,1	50,1	45,5	35,3	45,4	54,9	47,7	39,6	60,4	60,4
Subzona 4	15,7	11,3	7,9	10,3	6,0	5,0	6,9	3,4	7,8	7,8
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
w prom./ind (g)	245	268	237	232	269	251	233	243	216	216



Tabla 11.
Resumen modelaci3n geostatística por subzona de estudio. Cruceiro julio-agosto 2016.

Subzona	Estimador	Direcci3n(°)	Modelo ajustado	Rango(mm)	Nugget	Sill	Dependencia(%)	Media Kriging	Varianza Kriging
SZ1	Matheron	Omnidirecci3n	Exponencial	0.6	0	5.00E+04	100	123.76	4.22E+02
SZ2	Matheron	Omnidirecci3n	Exponencial	1.44	0	6.00E+04	100	203.98	1.95E+02
SZ3	Matheron	90	Exponencial	1.74	0	4.00E+04	100	375.44	1.33E+03
SZ4	Matheron	Omnidirecci3n	Exponencial	1.86	0	3.40E+04	100	100.21	182.2857

Tabla 12.

Número de ejemplares por subzona medidos en los muestreos de frecuencia de longitud y biológicos de merluza común. Cruceiro de evaluaci3n directa de merluza común, julio-agosto 2016.

Subzona	Muestreo de longitud			Muestreo biológico						
	Indeterminados	Machos	Hembras	Total	Indeterminados	Machos	Hembras	Total	Otolitos	G3nadas
1 (29°10' - 31°24')	136	381	1.396	1.913	60	114	381	555	550	160
2 (31°25' - 35°30')	392	1.757	2.694	4.843	83	456	961	1.500	1.493	131
3 (35°31' - 38°39')	237	1.604	2.654	4.495	55	362	903	1.320	1.317	373
4 (38°40' - 42°00')	659	691	1.162	2.512	55	235	490	780	780	135
Total	1.424	4.433	7.906	13.763	253	1.167	2.735	4.155	4.140	799



Tabla 13.
Parámetros de la relación peso - longitud de merluza común crucero julio-agosto 2016.

Sexo	Parámetros	Subzona 1	Subzona 2	Subzona 3	Subzona 4
Machos	a	0,010	0,008	0,007	0,009
	b	2,887	2,972	3,002	2,930
	N	114	473	345	235
	R ²	0,973	0,974	0,972	0,981
Hembras	a	0,004	0,004	0,004	0,005
	b	3,115	3,134	3,133	3,108
	N	381	972	890	489
	R ²	0,971	0,988	0,986	0,992



Tabla 14.

Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y categorías de veriles sobre y bajo los 200 m. Crucero invierno 2016.

		Estimaciones de los parámetros					Intervalo de confianza 95%	
		Estimación	Error típ.	Wald	gl	Sig.	Limite inferior	Limite superior
Umbral	[talla = 18,5]	-6,194	0,25	613,34	1	< 0,01	-6,684	-5,704
	[talla = 20,5]	-4,553	0,16	857,34	1	< 0,01	-4,858	-4,248
	[talla = 22,5]	-2,836	0,12	523,00	1	< 0,01	-3,079	-2,593
	[talla = 24,5]	-1,665	0,12	203,86	1	< 0,01	-1,893	-1,436
	[talla = 26,5]	-0,696	0,11	37,16	1	< 0,01	-0,920	-0,472
	[talla = 28,5]	0,079	0,11	0,49	1	0,485	-0,143	0,302
	[talla = 30,5]	0,834	0,12	52,97	1	< 0,01	0,609	1,058
	[talla = 32,5]	1,586	0,12	180,85	1	< 0,01	1,355	1,817
	[talla = 34,5]	2,385	0,13	356,94	1	< 0,01	2,137	2,632
	[talla = 36,5]	3,186	0,14	492,85	1	< 0,01	2,905	3,468
	[talla = 38,5]	3,670	0,16	520,02	1	< 0,01	3,355	3,986
	[talla = 40,5]	4,046	0,18	508,07	1	< 0,01	3,694	4,398
	[talla = 42,5]	4,476	0,21	465,30	1	< 0,01	4,069	4,883
	[talla = 44,5]	5,461	0,31	313,51	1	< 0,01	4,857	6,066
	[talla = 46,5]	5,644	0,33	284,92	1	< 0,01	4,989	6,300
[talla = 48,5]	6,002	0,39	232,87	1	< 0,01	5,231	6,773	
[talla = 50,5]	6,156	0,42	212,31	1	< 0,01	5,328	6,984	
[talla = 52,5]	7,949	1,01	62,45	1	< 0,01	5,977	9,920	
Ubicación	[estrato=Z1 <=200]	-3,118	0,18	291,80	1	< 0,01	-3,476	-2,760
	[estrato=Z1 >200]	-1,521	0,18	70,21	1	< 0,01	-1,877	-1,165
	[estrato=Z2 <=200]	-0,360	0,12	8,72	1	< 0,01	-0,599	-0,121
	[estrato=Z2 >200]	-0,169	0,16	1,18	1	0,277	-0,475	0,136
	[estrato=Z3 <=200]	-0,244	0,12	3,83	1	0,050	-0,488	0,000
	[estrato=Z3 >200]	-0,682	0,14	24,31	1	< 0,01	-0,953	-0,411
	[estrato=Z4 <=200]	-0,585	0,14	16,82	1	< 0,01	-0,865	-0,306
	[estrato=Z4 >200] ^a	0	.	.	0	.	.	.

Función de vínculo: Logit.

a: Este parámetro se establece en cero porque es redundante.



Tabla 15.

Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y categorías de veriles sobre y bajo los 200 m. Crucero invierno 2016.

		Estimaciones de los parámetros					Intervalo de confianza 95%	
		Estimación	Error típ.	Wald	gl	Valor p	Límite inferior	Límite superior
Umbral	[talla = 18,5]	-4,664	0,12	1480,82	1	< 0,01	-4,901	-4,426
	[talla = 20,5]	-3,954	0,10	1467,60	1	< 0,01	-4,156	-3,751
	[talla = 22,5]	-2,685	0,09	937,11	1	< 0,01	-2,857	-2,513
	[talla = 24,5]	-1,646	0,08	399,29	1	< 0,01	-1,807	-1,484
	[talla = 26,5]	-0,938	0,08	135,88	1	< 0,01	-1,095	-0,780
	[talla = 28,5]	-0,377	0,08	22,43	1	< 0,01	-0,534	-0,221
	[talla = 30,5]	0,184	0,08	5,33	1	0,021	0,028	0,340
	[talla = 32,5]	0,635	0,08	62,98	1	< 0,01	0,478	0,791
	[talla = 34,5]	1,058	0,08	171,76	1	< 0,01	0,900	1,216
	[talla = 36,5]	1,471	0,08	322,97	1	< 0,01	1,311	1,632
	[talla = 38,5]	1,985	0,08	558,15	1	< 0,01	1,820	2,150
	[talla = 40,5]	2,538	0,09	838,26	1	< 0,01	2,366	2,710
	[talla = 42,5]	3,088	0,09	1090,48	1	< 0,01	2,904	3,271
	[talla = 44,5]	3,626	0,10	1251,54	1	< 0,01	3,425	3,827
	[talla = 46,5]	4,121	0,12	1285,73	1	< 0,01	3,896	4,346
	[talla = 48,5]	4,619	0,13	1207,34	1	< 0,01	4,359	4,880
	[talla = 50,5]	4,946	0,15	1108,72	1	< 0,01	4,654	5,237
	[talla = 52,5]	5,378	0,18	945,66	1	< 0,01	5,035	5,721
	[talla = 54,5]	5,692	0,20	819,45	1	< 0,01	5,302	6,082
	[talla = 56,5]	5,798	0,21	777,32	1	< 0,01	5,390	6,205
	[talla = 58,5]	6,099	0,24	661,70	1	< 0,01	5,634	6,563
[talla = 60,5]	6,204	0,25	623,20	1	< 0,01	5,717	6,691	
[talla = 62,5]	6,387	0,27	559,75	1	< 0,01	5,858	6,916	
[talla = 64,5]	6,793	0,33	434,45	1	< 0,01	6,154	7,431	
[talla = 66,5]	7,016	0,36	375,17	1	< 0,01	6,306	7,726	
[talla = 68,5]	7,487	0,45	271,78	1	< 0,01	6,596	8,377	
[talla = 70,5]	8,403	0,71	139,48	1	< 0,01	7,009	9,798	
[talla = 72,5]	9,096	1,00	82,23	1	< 0,01	7,130	11,062	
Ubicación	[estrato=Z1 <=200]	-2,244	0,13	321,03	1	< 0,01	-2,489	-1,998
	[estrato=Z1 >200]	-1,338	0,10	187,42	1	< 0,01	-1,530	-1,146
	[estrato=Z2 <=200]	-0,520	0,10	26,64	1	< 0,01	-0,718	-0,323
	[estrato=Z2 >200]	0,737	0,09	68,72	1	< 0,01	0,563	0,912
	[estrato=Z3 <=200]	-0,496	0,10	27,19	1	< 0,01	-0,682	-0,310
	[estrato=Z3 >200]	0,633	0,09	48,77	1	< 0,01	0,455	0,810
	[estrato=Z4 <=200]	-0,672	0,10	41,43	1	< 0,01	-0,877	-0,468
	[estrato=Z4 >200] ^a	0	.	.	0	.	.	.

Función de vínculo: Logit.

a: Este parámetro se establece en cero porque es redundante.



Tabla 16.

Bondad de ajuste y *p-seudo* r-cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para machos y hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m. Crucero invierno 2016.

Estadísticos	Bondad de ajuste						Pseudo R-cuadrado		
	Macho			Hembra			Macho	Hembra	
	Chi cuadrado	gl	Valor p	Chi cuadrado	gl	Valor p			
Pearson	937,3	119	< 0,01	1.936,1	189	< 0,01	Cox y Snell	0,104	0,181
Desviación	791,6	119	< 0,01	1.824,4	189	< 0,01	Nagelkerke	0,106	0,182

Función de vínculo: Logit

Tabla 17.

Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de machos, considerando las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m. Crucero invierno 2016.

Nivel de factor	Hipotesis	Wald	G.L.	valor p
Todos	Igualdad de tallas	5767,4	18	< 0,001
Todos	Igualdad de zonas	339,1	3	< 0,001
Todos	Igualdad de veriles	45,4	1	< 0,001
Veril ≤ 200	Z1 = Z2	337,81	1	< 0,001
	Z1 = Z3	355,014	1	< 0,001
	Z1 = Z4	230,648	1	< 0,001
	Z2 = Z3	2,720	1	0,099
	Z2 = Z4	5,200	1	0,023
	Z3 = Z4	11,165	1	< 0,001
Veril > 200	Z1 = Z2	57,4	1	< 0,001
	Z1 = Z3	26,8	1	< 0,001
	Z1 = Z4	70,2	1	< 0,001
	Z2 = Z3	14,5	1	< 0,001
	Z2 = Z4	1,2	1	0,277
	Z3 = Z4	24,3	1	< 0,001
Z1	Veril ≤ 200 = Veril > 200	65,130	1	< 0,001
Z2	Veril ≤ 200 = Veril > 200	2,6	1	0,105
Z3	Veril ≤ 200 = Veril > 200	20,9	1	< 0,001
Z4	Veril ≤ 200 = Veril > 200	16,8	1	< 0,001



Tabla 18.

Contraste de hipótesis, estadístico de Wald, Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de hembras, considerando las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m. Crucero invierno 2016.

Nivel de factor	Hipotesis	Wald	G.L.	valor p
Todos	Igualdad de tallas	10562,8	28	< 0,001
Todos	Igualdad de zonas	874,1	3	< 0,001
Todos	Igualdad de veriles	451,2	1	< 0,001
Veril ≤ 200	Z1 = Z2	224,6	1	< 0,001
	Z1 = Z3	251,8	1	< 0,001
	Z1 = Z4	177,68	1	< 0,001
	Z2 = Z3	0,1	1	0,77
	Z2 = Z4	2,7	1	0,101
	Z3 = Z4	4,1	1	0,042
	Veril > 200	Z1 = Z2	816,980	1	< 0,001
Z1 = Z3		700,5	1	< 0,001
Z1 = Z4		187,4	1	< 0,001
Z2 = Z3		3,0	1	0,082
Z2 = Z4		68,7	1	< 0,001
Z3 = Z4		48,8	1	< 0,001
Z1	Veril ≤ 200 = Veril > 200	67,6	1	< 0,001
Z2	Veril ≤ 200 = Veril > 200	273,6	1	< 0,001
Z3	Veril ≤ 200 = Veril > 200	257,3	1	< 0,001
Z4	Veril ≤ 200 = Veril > 200	41,4	1	< 0,001



Tabla 19.

Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año. Crucero invierno 2016.

Estimaciones de los parámetros								
	Coefficientes	Estimación	Error típ.	Wald	gl	Valor p	Intervalo de confianza 95%	
Umbral	[talla = 18,5]	-5,605	0,094	3.530,1	1	< 0,01	-5,622	-5,293
	[talla = 20,5]	-4,072	0,084	2.366,4	1	< 0,01	-4,033	-3,750
	[talla = 22,5]	-2,796	0,081	1.182,7	1	< 0,01	-2,735	-2,462
	[talla = 24,5]	-1,683	0,081	436,4	1	< 0,01	-1,630	-1,360
	[talla = 26,5]	-0,762	0,080	90,1	1	< 0,01	-0,709	-0,440
	[talla = 28,5]	0,021	0,080	0,1	1	< 0,01	0,084	0,353
	[talla = 30,5]	0,749	0,080	87,1	1	< 0,01	0,822	1,091
	[talla = 32,5]	1,471	0,080	333,9	1	< 0,01	1,552	1,822
	[talla = 34,5]	2,129	0,081	695,6	1	< 0,01	2,241	2,512
	[talla = 36,5]	2,708	0,081	1.118,2	1	< 0,01	2,843	3,116
	[talla = 38,5]	3,256	0,081	1.608,1	1	< 0,01	3,396	3,669
	[talla = 40,5]	3,822	0,081	2.205,0	1	< 0,01	3,963	4,237
	[talla = 42,5]	4,441	0,082	2.961,5	1	< 0,01	4,581	4,856
	[talla = 44,5]	5,065	0,082	3.829,3	1	< 0,01	5,203	5,479
	[talla = 46,5]	5,760	0,082	4.909,9	1	< 0,01	5,896	6,174
	[talla = 48,5]	6,620	0,083	6.371,9	1	< 0,01	6,754	7,036
	[talla = 50,5]	7,744	0,085	8.250,4	1	< 0,01	7,871	8,163
	[talla = 52,5]	8,967	0,093	9.335,6	1	< 0,01	9,078	9,403
	[talla = 54,5]	9,924	0,108	8.448,7	1	< 0,01	9,999	10,389
	[talla = 56,5]	10,800	0,136	6.276,4	1	< 0,01	10,811	11,317
[talla = 58,5]	11,866	0,203	3.420,3	1	< 0,01	11,752	12,531	
[talla = 60,5]	13,442	0,416	1.042,3	1	< 0,01	12,906	14,530	
[talla = 62,5]	13,848	0,507	747,0	1	< 0,01	13,134	15,113	
[talla = 64,5]	15,234	1,003	230,5	1	< 0,01	13,545	17,475	
Ubicación	[estrato=1997_Z1]	1,968	0,090	479,5	1	< 0,01	2,052	2,364
	[estrato=1997_Z2]	4,052	0,085	2.276,5	1	< 0,01	4,181	4,471
	[estrato=1997_Z3]	4,368	0,087	2.497,7	1	< 0,01	4,492	4,793
	[estrato=1997_Z4]	4,572	0,089	2.659,5	1	< 0,01	4,694	5,000
	[estrato=1999_Z1]	3,483	0,098	1.260,4	1	< 0,01	3,582	3,931
	[estrato=1999_Z2]	5,053	0,091	3.050,3	1	< 0,01	5,169	5,488
	[estrato=1999_Z3]	5,785	0,093	3.887,3	1	< 0,01	5,898	6,223
	[estrato=1999_Z4]	5,081	0,092	3.036,5	1	< 0,01	5,195	5,517
	[estrato=2000_Z1]	2,859	0,093	948,6	1	< 0,01	2,949	3,274
	[estrato=2000_Z2]	4,440	0,087	2.607,0	1	< 0,01	4,563	4,862
	[estrato=2000_Z3]	3,460	0,090	1.469,2	1	< 0,01	3,570	3,884
	[estrato=2000_Z4]	5,307	0,088	3.622,2	1	< 0,01	5,429	5,734
	[estrato=2001_Z1]	1,935	0,089	477,7	1	< 0,01	2,018	2,325
	[estrato=2001_Z2]	3,118	0,084	1.388,3	1	< 0,01	3,242	3,526
	[estrato=2001_Z3]	3,441	0,087	1.549,8	1	< 0,01	3,560	3,861
	[estrato=2001_Z4]	3,873	0,088	1.948,3	1	< 0,01	3,995	4,297
	[estrato=2002_Z1]	3,076	0,084	1.353,9	1	< 0,01	2,912	3,240
	[estrato=2002_Z2]	4,597	0,076	3.696,3	1	< 0,01	4,449	4,745
	[estrato=2002_Z3]	4,938	0,075	4.292,7	1	< 0,01	4,790	5,086
	[estrato=2002_Z4]	4,981	0,081	3.798,3	1	< 0,01	4,823	5,139



Tabla 19 Continuación.

Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año. Crucero invierno 2016.

Coeficientes					Valor p	Intervalo de confianza 95%	
[estrato=2004_Z1]	-1,614	0,092	307,1	1	< 0,01	-1,794	-1,433
[estrato=2004_Z2]	-1,453	0,074	382,6	1	< 0,01	-1,598	-1,307
[estrato=2004_Z3]	0,058	0,082	0,5	1	0,477	-0,102	0,218
[estrato=2004_Z4]	-0,271	0,078	12,0	1	< 0,01	-0,425	-0,118
[estrato=2005_Z1]	-2,142	0,091	556,1	1	< 0,01	-2,320	-1,964
[estrato=2005_Z2]	-0,375	0,077	23,8	1	< 0,01	-0,526	-0,225
[estrato=2005_Z3]	0,740	0,098	57,3	1	< 0,01	0,548	0,931
[estrato=2005_Z4]	0,424	0,087	23,8	1	< 0,01	0,254	0,594
[estrato=2006_Z1]	-2,093	0,094	500,7	1	< 0,01	-2,276	-1,910
[estrato=2006_Z2]	-0,129	0,079	2,7	1	0,102	-0,283	0,026
[estrato=2006_Z3]	-0,186	0,081	5,3	1	0,022	-0,345	-0,027
[estrato=2006_Z4]	0,835	0,085	96,9	1	< 0,01	0,669	1,002
[estrato=2007_Z1]	-0,198	0,083	5,7	1	0,017	-0,360	-0,036
[estrato=2007_Z2]	-0,338	0,073	21,2	1	< 0,01	-0,481	-0,194
[estrato=2007_Z3]	0,838	0,084	99,3	1	< 0,01	0,673	1,003
[estrato=2007_Z4]	0,047	0,085	0,3	1	0,578	-0,120	0,215
[estrato=2008_Z1]	-0,414	0,091	20,9	1	< 0,01	-0,592	-0,237
[estrato=2008_Z2]	-0,290	0,074	15,2	1	< 0,01	-0,435	-0,144
[estrato=2008_Z3]	-0,223	0,077	8,5	1	< 0,01	-0,373	-0,073
[estrato=2008_Z4]	-0,635	0,079	63,8	1	< 0,01	-0,791	-0,479
[estrato=2009_Z1]	-0,736	0,109	45,7	1	< 0,01	-0,950	-0,523
[estrato=2009_Z2]	0,969	0,082	139,3	1	< 0,01	0,808	1,130
[estrato=2009_Z3]	0,451	0,089	25,4	1	< 0,01	0,276	0,626
[estrato=2009_Z4]	-0,001	0,085	0,0	1	0,995	-0,167	0,166
[estrato=2010_Z2]	0,746	0,080	86,1	1	< 0,01	0,588	0,903
[estrato=2010_Z3]	-0,235	0,095	6,1	1	0,013	-0,422	-0,049
[estrato=2010_Z4]	0,206	0,107	3,7	1	0,054	-0,004	0,415
[estrato=2011_Z1]	-0,624	0,116	28,8	1	< 0,01	-0,851	-0,396
[estrato=2011_Z2]	-0,628	0,084	56,1	1	< 0,01	-0,792	-0,463
[estrato=2011_Z3]	0,464	0,101	20,9	1	< 0,01	0,265	0,663
[estrato=2011_Z4]	-1,952	0,105	344,4	1	< 0,01	-2,158	-1,746
[estrato=2012_Z1]	0,346	0,104	11,1	1	0,001	0,142	0,550
[estrato=2012_Z2]	0,432	0,078	30,5	1	0,001	0,279	0,585
[estrato=2012_Z3]	0,439	0,089	24,5	1	0,001	0,265	0,612
[estrato=2012_Z4]	0,955	0,120	62,9	1	0,001	0,719	1,190
[estrato=2013_Z1]	0,131	0,101	1,7	1	0,193	-0,066	0,329
[estrato=2013_Z2]	0,372	0,078	22,7	1	< 0,01	0,219	0,525
[estrato=2013_Z3]	0,236	0,088	7,1	1	< 0,01	0,062	0,409
[estrato=2013_Z4]	0	0,116	0,1	1	0,819	-0,255	0,201
[estrato=2014_Z1]	0	0,099	18,4	1	< 0,01	-0,621	-0,231
[estrato=2014_Z2]	0	0,083	13,2	1	< 0,01	0,138	0,462
[estrato=2014_Z3]	0	0,085	26,2	1	< 0,01	0,270	0,605
[estrato=2014_Z4]	0	0,105	3,6	1	0,058	-0,007	0,406
[estrato=2015_Z1]	0	0,093	5,3	1	0,021	0,033	0,399
[estrato=2015_Z2]	1	0,077	233,3	1	< 0,01	1,022	1,323
[estrato=2015_Z3]	1	0,084	47,4	1	< 0,01	0,413	0,742
[estrato=2015_Z4]	0	0,172	0,1	1	0,718	-0,275	0,399
[estrato=2016_Z1]	-2	0,118	373,5	1	< 0,01	-2,502	-2,041
[estrato=2016_Z2]	0	0,080	6,5	1	0,011	-0,363	-0,047
[estrato=2016_Z3]	0	0,081	8,9	1	< 0,01	-0,403	-0,084
[estrato=2016_Z4]	0(a)	.	.	.	.	.	.

Función de vínculo: Logit.

a. Este parámetro se establece en cero porque es redundante.



Tabla 20

Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año. Crucero invierno 2016.

		Estimaciones de los parámetros					
	Coefficientes	Estimación	Error típ.	Wald	gl	Valor p	Intervalo de confianza 95%
Umbral	[talla = 18,5]	-4,642	0,060	6.032,6	1	< 0,01	-4,759 -4,525
	[talla = 20,5]	-3,468	0,054	4.119,3	1	< 0,01	-3,574 -3,363
	[talla = 22,5]	-2,414	0,052	2.138,5	1	< 0,01	-2,517 -2,312
	[talla = 24,5]	-1,566	0,052	920,9	1	< 0,01	-1,667 -1,465
	[talla = 26,5]	-0,861	0,051	281,1	1	< 0,01	-0,962 -0,761
	[talla = 28,5]	-0,246	0,051	23,0	1	< 0,01	-0,347 -0,146
	[talla = 30,5]	0,286	0,051	31,1	1	< 0,01	0,185 0,386
	[talla = 32,5]	0,769	0,051	224,7	1	< 0,01	0,669 0,870
	[talla = 34,5]	1,260	0,051	601,0	1	< 0,01	1,160 1,361
	[talla = 36,5]	1,773	0,052	1.184,0	1	< 0,01	1,672 1,874
	[talla = 38,5]	2,276	0,052	1.939,9	1	< 0,01	2,175 2,377
	[talla = 40,5]	2,749	0,052	2.812,0	1	< 0,01	2,647 2,850
	[talla = 42,5]	3,195	0,052	3.774,2	1	< 0,01	3,093 3,297
	[talla = 44,5]	3,632	0,052	4.845,2	1	< 0,01	3,530 3,734
	[talla = 46,5]	4,082	0,052	6.075,6	1	< 0,01	3,980 4,185
	[talla = 48,5]	4,563	0,053	7.522,8	1	< 0,01	4,460 4,666
	[talla = 50,5]	5,085	0,053	9.224,7	1	< 0,01	4,981 5,189
	[talla = 52,5]	5,614	0,053	11.046,9	1	< 0,01	5,509 5,718
	[talla = 54,5]	6,104	0,054	12.753,7	1	< 0,01	5,998 6,209
	[talla = 56,5]	6,513	0,055	14.114,6	1	< 0,01	6,406 6,621
	[talla = 58,5]	6,862	0,056	15.153,2	1	< 0,01	6,753 6,972
	[talla = 60,5]	7,143	0,057	15.851,5	1	< 0,01	7,032 7,254
	[talla = 62,5]	7,417	0,058	16.366,9	1	< 0,01	7,303 7,530
	[talla = 64,5]	7,710	0,060	16.688,1	1	< 0,01	7,593 7,827
	[talla = 66,5]	8,000	0,062	16.720,4	1	< 0,01	7,878 8,121
	[talla = 68,5]	8,314	0,065	16.393,9	1	< 0,01	8,187 8,441
	[talla = 70,5]	8,635	0,069	15.659,6	1	< 0,01	8,499 8,770
	[talla = 72,5]	9,005	0,075	14.348,9	1	< 0,01	8,858 9,153
	[talla = 74,5]	9,308	0,082	12.993,5	1	< 0,01	9,148 9,468
	[talla = 76,5]	9,844	0,097	10.278,6	1	< 0,01	9,654 10,035
[talla = 78,5]	10,526	0,126	6.959,0	1	< 0,01	10,278 10,773	
[talla = 80,5]	10,945	0,151	5.262,4	1	< 0,01	10,649 11,240	
[talla = 82,5]	11,456	0,190	3.635,7	1	< 0,01	11,084 11,828	
[talla = 84,5]	12,024	0,248	2.347,6	1	< 0,01	11,538 12,510	
[talla = 86,5]	13,066	0,412	1.007,6	1	< 0,01	12,259 13,872	
[talla = 88,5]	14,164	0,709	399,1	1	< 0,01	12,775 15,554	
[talla = 90,5]	14,858	1,001	220,1	1	< 0,01	12,895 16,820	
Ubicación	[estrato=1997_Z1]	1,727	0,065	717,0	1	< 0,01	1,601 1,854
	[estrato=1997_Z2]	3,470	0,060	3.320,2	1	< 0,01	3,352 3,588
	[estrato=1997_Z3]	3,561	0,061	3.445,0	1	< 0,01	3,442 3,680
	[estrato=1997_Z4]	3,816	0,062	3.838,3	1	< 0,01	3,695 3,936



Tabla 20 Continuación.

Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año. Crucero invierno 2016.

Coefficientes	Estimación	Error típ.	Wald	gl	Valor p	Intervalo de confianza 95%	
[estrato=1999_Z1]	3,543	0,072	2.399,0	1	< 0,01	3,401	3,685
[estrato=1999_Z2]	4,856	0,063	5.949,1	1	< 0,01	4,733	4,979
[estrato=1999_Z3]	4,941	0,063	6.206,2	1	< 0,01	4,818	5,064
[estrato=1999_Z4]	4,863	0,062	6.065,2	1	< 0,01	4,740	4,985
[estrato=2000_Z1]	2,731	0,067	1.678,9	1	< 0,01	2,600	2,862
[estrato=2000_Z2]	4,080	0,060	4.697,9	1	< 0,01	3,963	4,196
[estrato=2000_Z3]	2,743	0,060	2.095,2	1	< 0,01	2,625	2,860
[estrato=2000_Z4]	4,120	0,060	4.644,7	1	< 0,01	4,001	4,238
[estrato=2001_Z1]	2,218	0,064	1.190,5	1	< 0,01	2,092	2,344
[estrato=2001_Z2]	2,244	0,059	1.462,8	1	< 0,01	2,129	2,359
[estrato=2001_Z3]	2,840	0,062	2.072,9	1	< 0,01	2,717	2,962
[estrato=2001_Z4]	2,900	0,059	2.379,8	1	< 0,01	2,783	3,016
[estrato=2002_Z1]	3,600	0,068	2.839,7	1	< 0,01	3,468	3,733
[estrato=2002_Z2]	3,574	0,057	3.941,9	1	< 0,01	3,462	3,685
[estrato=2002_Z3]	3,932	0,059	4.518,0	1	< 0,01	3,818	4,047
[estrato=2002_Z4]	3,802	0,062	3.768,2	1	< 0,01	3,680	3,923
[estrato=2004_Z1]	2,144	0,069	952,7	1	< 0,01	2,008	2,280
[estrato=2004_Z2]	-0,415	0,063	43,5	1	< 0,01	-0,538	-0,291
[estrato=2004_Z3]	0,723	0,065	124,8	1	< 0,01	0,597	0,850
[estrato=2004_Z4]	0,117	0,068	3,0	1	0,084	-0,016	0,249
[estrato=2005_Z1]	-0,939	0,070	181,5	1	< 0,01	-1,076	-0,803
[estrato=2005_Z2]	-1,211	0,067	324,7	1	< 0,01	-1,343	-1,079
[estrato=2005_Z3]	0,479	0,064	55,9	1	< 0,01	0,353	0,604
[estrato=2005_Z4]	0,018	0,066	0,1	1	0,791	-0,113	0,148
[estrato=2006_Z1]	-1,417	0,067	442,0	1	< 0,01	-1,549	-1,285
[estrato=2006_Z2]	-0,280	0,061	21,1	1	< 0,01	-0,399	-0,160
[estrato=2006_Z3]	-0,091	0,059	2,4	1	0,125	-0,207	0,025
[estrato=2006_Z4]	0,187	0,065	8,3	1	< 0,01	0,060	0,313
[estrato=2007_Z1]	0,699	0,067	108,8	1	< 0,01	0,567	0,830
[estrato=2007_Z2]	0,155	0,058	7,2	1	< 0,01	0,042	0,268
[estrato=2007_Z3]	0,932	0,058	258,5	1	< 0,01	0,818	1,045
[estrato=2007_Z4]	-0,569	0,068	69,3	1	< 0,01	-0,703	-0,435
[estrato=2008_Z1]	0,982	0,067	214,3	1	< 0,01	0,851	1,114
[estrato=2008_Z2]	-0,018	0,057	0,1	1	0,758	-0,130	0,095
[estrato=2008_Z3]	-0,006	0,056	0,0	1	0,921	-0,116	0,105
[estrato=2008_Z4]	-0,546	0,064	72,0	1	< 0,01	-0,673	-0,420
[estrato=2009_Z1]	1,116	0,071	249,8	1	< 0,01	0,977	1,254
[estrato=2009_Z2]	0,545	0,060	81,5	1	< 0,01	0,427	0,663
[estrato=2009_Z3]	0,930	0,061	232,2	1	< 0,01	0,810	1,049
[estrato=2009_Z4]	-0,129	0,063	4,2	1	0,041	-0,253	-0,005
[estrato=2010_Z2]	1,034	0,059	310,1	1	< 0,01	0,919	1,149
[estrato=2010_Z3]	0,383	0,062	38,4	1	< 0,01	0,262	0,505
[estrato=2010_Z4]	0,114	0,077	2,2	1	0,138	-0,036	0,264
[estrato=2011_Z1]	0,888	0,076	136,4	1	< 0,01	0,739	1,037
[estrato=2011_Z2]	0,250	0,061	16,8	1	< 0,01	0,131	0,370
[estrato=2011_Z3]	0,306	0,063	23,4	1	< 0,01	0,182	0,430
[estrato=2011_Z4]	-1,714	0,071	586,1	1	< 0,01	-1,853	-1,575



Tabla 20 Continuación.

Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año. Crucero invierno 2016.

Coefficientes	Estimación	Error típ.	Wald	gl	Valor p	Intervalo de confianza 95%	
[estrato=2012_Z1]	1,340	0,080	280,0	1	< 0,01	1,183	1,497
[estrato=2012_Z2]	0,654	0,065	102,6	1	< 0,01	0,528	0,781
[estrato=2012_Z3]	0,651	0,063	108,3	1	< 0,01	0,528	0,773
[estrato=2012_Z4]	-0,226	0,078	8,5	1	< 0,01	-0,378	-0,074
[estrato=2013_Z1]	0,754	0,083	83,2	1	< 0,01	0,592	0,917
[estrato=2013_Z2]	0,546	0,061	79,6	1	< 0,01	0,426	0,666
[estrato=2013_Z3]	0,462	0,061	57,3	1	< 0,01	0,343	0,582
[estrato=2013_Z4]	-0,522	0,076	47,8	1	< 0,01	-0,670	-0,374
[estrato=2014_Z1]	0,428	0,073	34,5	1	< 0,01	0,285	0,571
[estrato=2014_Z2]	0,398	0,062	41,9	1	< 0,01	0,278	0,519
[estrato=2014_Z3]	0,512	0,062	68,7	1	< 0,01	0,391	0,633
[estrato=2014_Z4]	0,250	0,077	10,6	1	< 0,01	0,099	0,401
[estrato=2015_Z1]	0,896	0,062	205,7	1	< 0,01	0,774	1,019
[estrato=2015_Z2]	1,021	0,057	318,2	1	< 0,01	0,909	1,133
[estrato=2015_Z3]	0,786	0,060	173,5	1	< 0,01	0,669	0,902
[estrato=2015_Z4]	-1,034	0,089	133,8	1	< 0,01	-1,209	-0,859
[estrato=2016_Z1]	-1,491	0,070	451,3	1	< 0,01	-1,628	-1,353
[estrato=2016_Z2]	0,196	0,061	10,2	1	< 0,01	0,076	0,317
[estrato=2016_Z3]	0,186	0,061	9,2	1	< 0,01	0,066	0,307
[estrato=2016_Z4]	0,000	.	.	.	.	.	.

a. Este parámetro se establece en cero porque es redundante.

Tabla 21.

Bondad de ajuste y *p-seudo* r-cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para machos y hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.

Estadísticos	Bondad de ajuste						Pseudo R-cuadrado		
	Chi cuadrado	gl	Valor p	Chi cuadrado	gl	Valor p	Macho	Hembra	
Pearson	38.802	1610	< 0,01	59.640	2520	< 0,01	0,605	0,466	
Desviación	23.625	1610	< 0,01	43.336	2520	< 0,01	0,608	0,467	
Función de vínculo: Logit.									



Tabla 22.

Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de machos, evaluaciones hidroacústicas año 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y del 2004 al 2016.

Nivel de factor	Hipotesis	Wald	G.L.	Valor p
Todos	Igualdad de tallas	164.655,1	24	< 0,001
Todos	Igualdad de zonas	4.198	3	< 0,001
Todos	Igualdad de años	64.277	17	< 0,001
Anual*	2005=2006	2,1	1	0,14
	2005=2008	2,2	1	0,14
	2005=2010	0,24	1	0,624
	2006=2008	0,007	1	0,93
	2006=2010	2,0	1	0,15
	2007=2010	1,5	1	0,22
	2007=2014	1,1	1	0,30
	2009=2013	0,0	1	0,87
	2009=2014	0,9	1	0,33
	2010=2013	0,7	1	0,41
	2010=2014	2,0	1	0,15
	2011=2016	0,01	1	0,92
	2012=2015	0,4	1	0,53
	2013=2014	1,1	1	0,28
	Otras comparaciones entre años	-	1	< 0,001
Z1	1997=2001	0,5	1	0,50
	2000=2002	0,3	1	0,59
	2005=2006	0,3	1	0,57
	2005=2016	1,3	1	0,25
	2006=2016	2,4	1	0,12
	2008=2011	3,5	1	0,06
	2008=2014	0,0	1	0,90
	2009=2011	0,8	1	0,37
	2011=2014	2,8	1	0,10
	2012=2015	1,7	1	0,20
	2013=2015	0,7	1	0,39
Otras comparaciones entre años	-	1	< 0,001	
Z2	2005=2007	0,7	1	0,39
	2005=2008	3,6	1	0,06
	2006=2016	1,7	1	0,19
	2007=2008	1,5	1	0,22
	2008=2016	2,7	1	0,10
	2012=2013	1,2	1	0,26
	2013=2014	1,5	1	0,23
	Otras comparaciones entre años	-	1	< 0,001



Tabla 22 Continuaci3n.

Contraste de hip3tesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparaci3n de estructuras de talla de machos, evaluaciones hidroacústicas a±o 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y del 2004 al 2016.

Nivel de factor	Hipotesis	Wald	G.L.	Valor p
Z3	2000=2001	0,1	1	0,75
	2005=2007	1,3	1	0,25
	2005=2015	3,7	1	0,06
	2006=2008	0,4	1	0,51
	2006=2010	0,4	1	0,53
	2006=2016	0,9	1	0,35
	2008=2010	0,03	1	0,87
	2008=2016	0,13	1	0,72
	2009=2011	0,02	1	0,89
	2009=2012	0,02	1	0,88
	2009=2014	0,03	1	0,86
	2009=2015	2,83	1	0,09
	2010=2016	0,01	1	0,92
	2011=2012	0,07	1	0,79
	2011=2014	0,09	1	0,77
	2011=2015	1,61	1	0,20
	2012=2014	0,00	1	0,99
	2012=2015	3,51	1	0,06
	Otras comparaciones entre a±os	-	1	< 0,001
	Z4	2006=2012	1,2	1	0,28
2007=2009		0,5	1	0,50
2007=2010		2,7	1	0,10
2007=2013		0,5	1	0,49
2007=2014		2,6	1	0,11
2007=2015		0,0	1	0,93
2007=2016		0,3	1	0,58
2009=2013		0,1	1	0,81
2009=2015		0,1	1	0,71
2009=2016		0,0	1	1,00
2010=2013		3,5	1	0,06
2010=2014		0,0	1	0,96
2010=2015		0,7	1	0,42
2010=2016		3,7	1	0,05
2013=2014		3,4	1	0,07
2013=2015		0,2	1	0,63
2013=2016		0,1	1	0,82
2014=2015		0,6	1	0,44
2014=2016		3,6	1	0,06
2015=2016		0,1	1	0,72
Otras comparaciones entre a±os	-	1	< 0,001	

* Comparaciones con el a±o 2010 considerando solo subzonas 2, 3 y 4



Tabla 23.

Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de hembras, evaluaciones hidroacústicas año 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 y del 2004 al 2016.

Nivel de factor	Hipotesis	Wald	G.L	Valor p
Todos	Igualdad de tallas	238.550,0	37	< 0,001
Todos	Igualdad de zonas	1.341,2	3	< 0,001
Todos	Igualdad de años	69.098,0	17	< 0,001
Anual*	2004=2009	0,9	1	0,34
	2004=2012	1,3	1	0,25
	2005=2006	0,2	1	0,64
	2007=2013	0,0	1	0,84
	2009=2012	0,1	1	0,73
	2014=2015	0,4	1	0,53
	Otras comparaciones entre años	-	1	< 0,001
Z1	1999=2002	0,8	1	0,388
	2001=2004	1,5	1	0,22
	2006=2016	1,3	1	0,25
	2007=2013	0,5	1	0,47
	2008=2011	1,8	1	0,19
	2008=2015	2,34	1	0,13
	2011=2013	2,43	1	0,12
	2011=2015	0,01	1	0,91
	2013=2015	3,66	1	0,06
	Otras comparaciones entre años	-	1	< 0,001
Z2	2007=2016	0,9	1	0,335
	2009=2013	0,00	1	0,992
	2010=2015	0,12	1	0,727
	2011=2016	1,28	1	0,258
Otras comparaciones entre años	-	1	< 0,001	
Z3	2004=2012	1,9	1	0,17
	2004=2015	1,5	1	0,21
	2005=2010	3,4	1	0,07
	2005=2013	0,1	1	0,74
	2005=2014	0,4	1	0,52
	2007=2009	0,0	1	0,98
	2010=2011	2,34	1	0,13
	2010=2013	2,69	1	0,10
	2013=2014	1,07	1	0,30
Otras comparaciones entre años	-	1	< 0,001	
Z4	1997=2002	0,1	1	0,77
	2004=2005	2,6	1	0,11
	2004=2006	1,4	1	0,24
	2004=2010	0,00	1	0,97
	2004=2014	3,39	1	0,07
	2004=2016	2,99	1	0,08
	2005=2010	1,83	1	0,18
	2005=2016	0,07	1	0,79
	2006=2010	1,10	1	0,29
	2006=2014	0,8	1	0,38
	2007=2008	0,15	1	0,70
	2007=2013	0,44	1	0,51
	2008=2013	0,13	1	0,72
	2009=2012	1,98	1	0,16
	2010=2014	2,83	1	0,09
	2010=2016	2,20	1	0,14
Otras comparaciones entre años	-	1	< 0,001	

* Comparaciones considerando solo subzonas 2, 3 y 4



Tabla 24.
Clave edad talla de merluza común machos, crucero de evaluación julio-agosto 2016.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15	1	1														
16 - 17	3	3														
18 - 19	4	4														
20 - 21	5	3	2													
22 - 23	13	1	12													
24 - 25	36		28	8												
26 - 27	61		31	30												
28 - 29	56		5	49	2											
30 - 31	49			36	13											
32 - 33	33			6	26	1										
34 - 35	20				20											
36 - 37	17			1	11	4	1									
38 - 39	8				3	5										
40 - 41	3					1	1	1								
42 - 43	2					1	1									
44 - 45	2						1		1							
46 - 47	2					1				1						
48 - 49	1															1
50 - 51	1							1								
52 - 53	1															1
54 - 55																
56 - 57																
58 - 59																
60 - 61																
62 - 63																
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
TOTAL	318	12	78	130	75	13	4	2	1	1	2					



Tabla 25.
Clave edad talla de merluza común hembras, crucero de evaluación julio - agosto de 2016.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
8 - 9																
10 - 11	1	1														
12 - 13	1	1														
14 - 15	1	1														
16 - 17	2	2														
18 - 19	4	4														
20 - 21	5	3	2													
22 - 23	9	1	8													
24 - 25	18		12	6												
26 - 27	30		13	16	1											
28 - 29	34		8	26												
30 - 31	32			28	4											
32 - 33	28		1	4	23											
34 - 35	24			2	22											
36 - 37	25				23	1	1									
38 - 39	27				15	11	1									
40 - 41	22					17	5									
42 - 43	15				1	5	5	4								
44 - 45	11					1	6	3	1							
46 - 47	7					1		5	1							
48 - 49	6							2	3		1					
50 - 51	5							1	1	1	2					
52 - 53	3									1	1					
54 - 55	3								1			1	1			
56 - 57	2										1		1			
58 - 59	2													1		1
60 - 61	3									1			1	1		
62 - 63	2															2
64 - 65	2										1					1
66 - 67	2															2
68 - 69	2															2
70 - 71	2															2
72 - 73	1															1
74 - 75	3															3
76 - 77	1															1
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
TOTAL	335	12	44	82	89	36	18	15	7	2	5	3	3	3	3	15



Tabla 26.
Abundancia en número de merluza común (número y %) por grupo de edad y sexo.
Cruceo julio-agosto de 2016.

GE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
<i>Machos</i>															
Abundancia (x10 ⁶)	9	139	225	132	17	5	2	1	0	0		0	0		
%	2	26	42	25	3	1	0	0	0	0		0	0		
<i>Hembras</i>															
Abundancia (x10 ⁶)	26	126	190	155	47	23	16	5	1	2	1	0	1		1
%	4	21	32	26	8	4	3	1	0	0	0	0	0		0



Tabla 27.
Composici3n de la abundancia por grupo de edad en merluza com3n machos. Zona 1, julio-agosto de 2016.

TALLAS (cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
8 - 9															
10 - 11															
12 - 13															
14 - 15															
16 - 17															
18 - 19	157060														
20 - 21	534595	908265													
22 - 23	2270663	8254950	1420030												
24 - 25	1362398	4970105	734701												
26 - 27	687912	759191	1221707												
28 - 29	6390136	1493892	1396237	49866											
30 - 31	1493892	1006661	739588	267073	23133										
32 - 33	1396237	763393	138799	601462											
34 - 35	1006661	779552	12732	779552	50928										
36 - 37	779552	216442		140051	47414										
38 - 39	216442	75863		28449	7495										
40 - 41	75863	22486			7495										
42 - 43	22486														
44 - 45															
46 - 47															
48 - 49															
50 - 51															
52 - 53															
54 - 55															
56 - 57															
58 - 59															
60 - 61															
62 - 63															
64 - 65															
66 - 67															
68 - 69															
70 - 71															
72 - 73															
74 - 75															
76 - 77															
78 - 79															
80 - 81															
82 - 83															
84 - 85															
86 - 87															
88 - 89															
TOTAL	2404884	2741986	1501776	4287557	128871	1666452	20227	7495							
PORCENTAJE	11,40	62,44	17,74	7,76	0,54	0,08	0,03								
TALLA PROM. (cm)	20,4	23,3	27,3	33,3	36,8	38,0	40,5								
VARIANZA	2,7	2,0	6,0	3,7	5,2	3,7									
PESO PROM (g)	61	89	143	251	334	366	437								
BIOMASA POR GE (t)	168	1343	612	469	43	7	3								

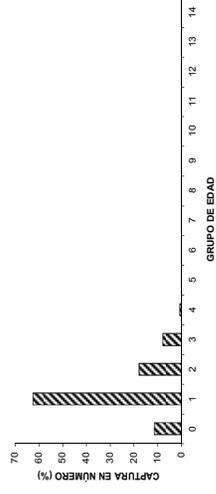




Tabla 28. Composici3n de la abundancia en n3mero por grupo de edad en merluza com3n machos. Zona 2, julio-agosto de 2016.

TALLAS (cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
8 - 9															
10 - 11															
12 - 13															
14 - 15															
16 - 17															
18 - 19	62701														
20 - 21	593114	1416356													
22 - 23	3540891	13356441													
24 - 25	21628010	16821785	4806224												
26 - 27	28950472	14712535	14237937												
28 - 29	24613407	21536731	879050												
30 - 31	29974102	22021789	7952313	780907											
32 - 33	25769920	20303573	20303573	20303573											
34 - 35	15383230	15383230	15383230	15383230											
36 - 37	5337351	313862	313862	313862	313862										
38 - 39	855373														
40 - 41	173112														
42 - 43	49737														
44 - 45															
46 - 47															
48 - 49															
50 - 51															
52 - 53															
54 - 55															
56 - 57															
58 - 59															
60 - 61															
62 - 63															
64 - 65															
66 - 67															
68 - 69															
70 - 71															
72 - 73															
74 - 75															
76 - 77															
78 - 79															
80 - 81															
82 - 83															
84 - 85															
86 - 87															
88 - 89															
TOTAL	171433568	3883386	48504743	67602084	48292511	2854135	386734	57904	32071						
PORCENTAJE		2,27	28,29	39,43	28,17	1,55	0,23	0,03	0,02						
TALLA PROM. (cm)		20,7	24,6	28,8	33,1	35,9	37,5	40,5	46,5						
VARIANZA		2,0	3,5	4,6	3,3	5,8	3,7								
PESO PROM (g)		66	111	176	264	338	383	479	819						
BIOMASA POR GE (t)		257	5384	11902	12770	888	152	28	26						

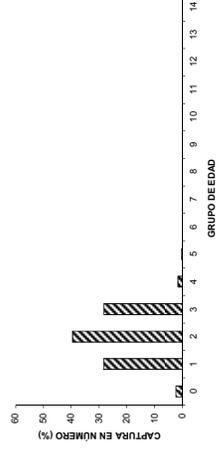




Tabla 29.
Composici3n de la abundancia por grupo de edad en merluza com3n machos. Zona 3, julio-agosto de 2016.

TALLAS (cm)	FREC.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
8 - 9	189908															
10 - 11	758634															
12 - 13	1139450															
14 - 15	663670															
16 - 17	365208															
18 - 19	455780															
20 - 21	4382501															
22 - 23	2673480															
24 - 25	34373417															
26 - 27	62479858															
28 - 29	65708301															
30 - 31	44248653															
32 - 33	30675250															
34 - 35	22599098															
36 - 37	19370655															
38 - 39	8925694															
40 - 41	5887160															
42 - 43	1899084															
44 - 45	1139450															
46 - 47	379817															
48 - 49																
50 - 51	189908															
52 - 53																
54 - 55																
56 - 57																
58 - 59																
60 - 61																
62 - 63																
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
TOTAL	304613047	1998421	69192033	135068901	76655941	14164720	4621104	1962387	569725	189908	189908	189908	189908	189908	189908	189908
PORCENTAJE		0,7	22,7	44,3	25,2	4,7	1,5	0,6	0,19	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
TALLA PROM. (cm)		19,7	25,6	28,5	33,6	38,1	40,4	40,5	44,5	46,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5
VARIANZA		3,2	2,3	4,0	5,3	6,0	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
PESO PROM (g)		55	120	166	271	385	471	488	622	709	1021	1021	1021	1021	1021	1021
BIOMASA POR GE (t)		111	8270	22434	20745	5599	2178	919	354	135	194	194	194	194	194	194

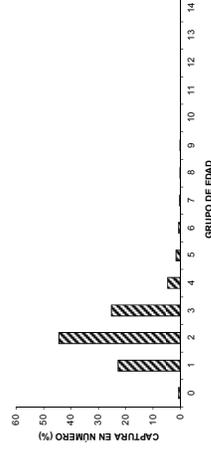




Tabla 30.
Composici3n de la abundancia por grupo de edad en merluza com3n machos. Zona 4, julio-agosto de 2016.

TALLAS (cm)	FREC.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11	155533															
12 - 13	116308															
14 - 15	69785															
16 - 17	490724															
18 - 19	1559098															
20 - 21	6213973	155533	46523	435855	329937	73330	18332	69009	116348	46441	46441					
22 - 23	9288234	69785	452976	3056052	2145504	116349	116349	150255	150255	150255	150255					
24 - 25	1959098	37748	1523743	803454	5941395	16899	16899	16899	16899	16899	16899					
26 - 27	6213973		824842	3157921	1987342	61052										
28 - 29	806889			5941395	442463											
30 - 31	2014703			366310	201656											
32 - 33	311850			18332	73330											
34 - 35	186157			69009	116348											
36 - 37	139322			46441	46441											
38 - 39	232897			116349	116349											
40 - 41	300510			150255	150255											
42 - 43	44 - 45															
46 - 47	33799															
48 - 49	32830															
50 - 51	10548															
52 - 53	71590															
54 - 55	10375															
56 - 57																
58 - 59																
60 - 61																
62 - 63																
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
TOTAL	30047512	263065	6006005	17900899	4776710	430418	331377	56988	150255	18899	32930	71590	10375			
PORCENTAJE		0,9	20,0	59,6	15,9	1,4	1,1	0,2	0,5	0,1	0,11	0,24	0,03			
TALLA PROM. (cm)		19,6	25,9	28,8	31,8	38,9	42,8	42,4	44,5	46,5	48,5	52,5	59,5			
VARIANZA		2,1	2,7	2,7	3,9	12,9	4,3	15,1	0,0							
PESO PROM (g)		56	126	172	229	420	546	538	608	692	782	987	1355			
BIOMASA POR GE (t)		15	758	3074	1094	181	181	31	91	12	26	71	14			

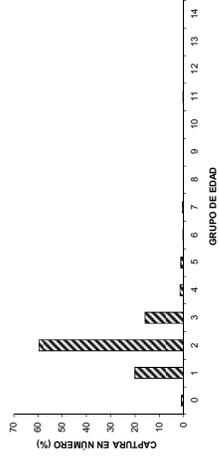




Tabla 31.
Composici3n de la abundancia por grupo de edad en merluza com3n hembras. Zona 1, julio-agosto de 2016.

TALLAS (cm)	FREC.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21																
22 - 23																
24 - 25																
26 - 27																
28 - 29																
30 - 31																
32 - 33																
34 - 35																
36 - 37																
38 - 39																
40 - 41																
42 - 43																
44 - 45																
46 - 47																
48 - 49																
50 - 51																
52 - 53																
54 - 55																
56 - 57																
58 - 59																
60 - 61																
62 - 63																
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
TOTAL	5182267	10383123	19145357	10131614	7523724	2612099	1152433	554401	180147	17887	55329	29031	5308	5308	16506	16506
PORCENTAJE		20,1	36,9	19,6	14,5	5,0	2,2	1,1	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
TALLA PROM. (cm)		18,2	23,8	27,2	34,8	40,0	41,8	44,4	47,3	51,9	49,8	59,3	54,5	54,5	64,5	64,5
VARIANZA		4,8	3,2	6,9	6,8	2,6	5,2	4,4	5,2	0,8	2,7	35,3	5,2	5,2	0,0	0,0
PESO PROM (g)		36	79	121	259	394	455	547	664	882	776	1380	1025	1025	1733	1733
BIOMASA POR GE (t)		369	1511	1231	1950	1029	524	303	120	16	43	40	5	5	29	29

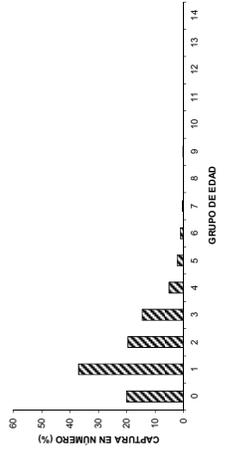




Tabla 32.
Composici3n de la abundancia por grupo de edad en merluza com3n hembras. Zona 2, julio-agosto de 2016.

TALLAS (cm)	GRUPO DE EDAD															
FREC.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
8 - 9	7 15859															
10 - 11	298275															
12 - 13	8 18961															
14 - 15	2043275															
16 - 17	1955719															
18 - 19	4234287	1683715														
20 - 21	13130618	11671661	3628201													
22 - 23	10884603	7256402	5780014	444616												
24 - 25	13338494	5780014	9301010													
26 - 27	12162860	2861849	12811476													
28 - 29	14641687	534313	1830211													
30 - 31	14969764		12289181													
32 - 33	18547631		2137251													
34 - 35	12847779		13781669	15168662												
36 - 37	10530366		5835046	11683957	508911	508911										
38 - 39	9035252		315070	4279035	4279035	369003										
40 - 41	4726096			6881786	6881786	2053466										
42 - 43	3000164			1575352	1575352	1575352	1260281									
44 - 45	1833075			272742	272742	1636453	818227	272742								
46 - 47	951568			261868	261868		1308340	261868								
48 - 49	364277						317189	475784								
50 - 51	445792						72855	72855	158595							
52 - 53	113349								145711	148597						
54 - 55											148597					
56 - 57												37783				
58 - 59													37783			
60 - 61														192756		
62 - 63															21604	
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
TOTAL	14993276	9831619	29797954	36370771	47518755	13876684	6160186	3777892	1121033	221453	466941	148597	244576	51821	244576	404985
PORCENTAJE	6,6	19,9	24,2	31,7	9,3	4,1	2,5	0,7	0,1	0,3	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,3
TALLA PROM. (cm)	18,1	24,4	28,9	34,8	40,2	41,6	45,0	47,4	51,8	50,8	52,5	56,1	58,0	65,1	65,1	65,1
VARIANZA	11,2	5,9	6,0	5,5	3,1	5,6	4,5	5,1	0,9	5,6	0,0	7,1	2,4	45,6	45,6	45,6
PESO PROM. (g)	39	92	155	275	428	480	611	719	947	892	984	1222	1348	1997	1997	1997
BIOMASA POR GE (t)	383	2747	5629	13072	5994	2959	2307	806	210	416	146	63	330	809	809	809

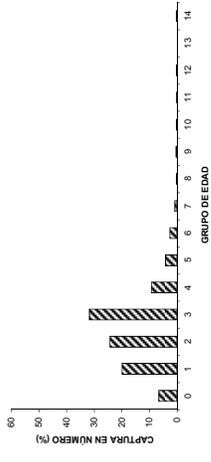




Tabla 33.
Composici3n de la abundancia por grupo de edad en merluza com3n hembras. Zona 3, julio-agosto de 2016.

TALLAS (cm)	FREC.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11	264379															
12 - 13	1552261															
14 - 15	1885331															
16 - 17	46965															
18 - 19	360001															
20 - 21	1496801															
22 - 23	5862572															
24 - 25	40822002															
26 - 27	55469725															
28 - 29	48631290															
30 - 31	38613854															
32 - 33	28280845															
34 - 35	23890930															
36 - 37	24454937															
38 - 39	24124319															
40 - 41	15973895															
42 - 43	13630488															
44 - 45	8260510															
46 - 47	5037722															
48 - 49	3045565															
50 - 51	1806297															
52 - 53	1743373															
54 - 55	554920															
56 - 57	237767															
58 - 59	196388															
60 - 61																
62 - 63																
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
TOTAL	342245237	5658414	69090602	117054925	88182756	29165760	14551805	10862484	3539645	942384	1811237	700008	303857	283167	88194	
PORCENTAJE		1,7	20,2	34,2	25,8	8,5	4,3	3,2	1,0	0,3	0,5	0,2	0,1	0,1	0,0	
TALLA PROM. (cm)		15,9	25,8	28,3	34,8	40,3	42,0	45,1	47,8	51,7	50,6	53,2	55,3	55,9	58,5	
VARIANZA		14,0	3,7	5,1	7,2	3,7	5,4	5,0	6,0	0,9	2,4	2,3	1,0	3,6	0,0	
PESO PROM (g)		28	107	145	276	430	491	613	735	937	875	1023	1154	1197	1376	
BIOMASA POR GE (t)		156	7418	16935	24308	12536	7146	6654	2602	883	1585	716	351	339	98194	

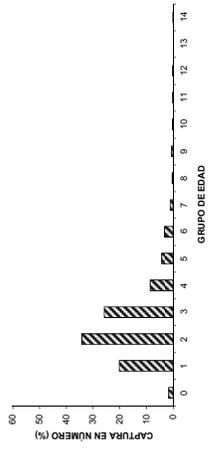




Tabla 34.
Composición de la abundancia por grupo de edad en merluza común hembras. Zona 4, julio-agosto de 2016.

TALLAS (cm)	FREC.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9	100775	100775														
10 - 11	175562	105337	70225													
12 - 13	700645	77849	622795													
14 - 15	2138624		1425750	712875												
16 - 17	5475688		2372798	2920367	182523											
18 - 19	11576898		2723976	8852922												
20 - 21	14914599			13050274	1864325											
22 - 23	7834823		279815	11109260	64357748											
24 - 25	2262282			188523	2073769											
26 - 27	791800			778539	31676											
28 - 29	1287660			715367	524602											
30 - 31	978762			47891	736316											
32 - 33	934620			222446	311540											
34 - 35	644648			62308	58604											
36 - 37	640476			91497	351626											
38 - 39	288913															
40 - 41	146827															
42 - 43	134696															
44 - 45	131125															
46 - 47	54															
48 - 49	57															
50 - 51	250071															
52 - 53	116728															
54 - 55	161060															
56 - 57	123185															
58 - 59	17288															
60 - 61	10375															
62 - 63	10375															
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
TOTAL	51873189	283961	7495359	26844221	12062567	1774235	964979	1001491	357591	74224	149674	145868	65453	170050	483516	
PORCENTAJE		0,5	14,4	51,7	23,3	3,4	1,9	1,9	0,7	0,1	0,3	0,3	0,1	0,3	0,9	
TALLA PROM. (cm)		20,3	26,7	29,4	33,1	40,6	42,4	45,4	48,2	51,7	50,6	59,7	55,2	57,5	63,4	
VARIANZA		2	5	3	5	5	4	4	8	1	3	30	1	3	13	
FREC PROM (g)		59	139	184	268	505	575	714	863	1060	993	1699	1302	1476	2017	
BIOMASA POR GE (t)		17	1039	4948	3238	896	555	715	308	79	149	248	85	251	975	

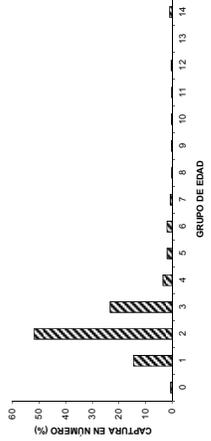




Tabla 35.

Valor medio del Índice Gonadosomático para ejemplares > a 34 cm LT, en toda el área y por subzonas, en merluza común muestreada en julio-agosto de 2016.

IGS	Hembras		Hembras mayores a 34 cm			
	Area prospección	Area prospección	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Media	3,3	4,8	5,1	5,7	3,4	6,2
sd	3,4	3,7	3,7	3,6	2,8	5,7
n	2.733	1.545	239	678	547	81

Tabla 36.

Valor medio del Índice Gonadosomático por área global y por subzonas para grupos de tamaños, en merluza común muestreada en julio-agosto de 2016.

Grupos tallas	Area prospección			Zona 1			Zona 2			Zona 3			Zona 4		
	IGS	sd	n	IGS	sd	n	IGS	sd	n	IGS	sd	n	IGS	sd	n
< 30	1,2	1,1	604	1,7	1,5	89	1,4	1,1	125	0,8	0,4	199	1,3	1,1	191
30 - 34	1,3	1,6	584	3,6	2,1	52	2,2	1,9	156	0,8	0,8	158	0,6	0,6	218
35 - 39	3,5	3,1	580	4,0	2,9	97	4,3	3,1	251	2,3	2,5	212	4,0	5,2	20
40 - 49	5,5	3,7	820	5,9	4,0	136	6,6	3,6	358	3,9	2,8	293	6,3	4,6	33
50 - 59	5,1	3,6	101	6,4	5,1	5	5,6	3,3	46	4,0	2,5	31	5,5	5,2	19
60 - 69	7,1	3,3	26	5,3		1	7,6	3,8	15	6,8	3,4	6	6,5	1,2	4
≥ 70	10,6	6,0	18				8,7	3,3	8	7,2	2,4	5	17,3	7,2	5
Total			2.733			380			959			904			490

Tabla 37.

Incidencia de estadios macroscópicos de madurez. Crucero julio-agosto de 2016.

	Fases macroscópicas de madurez ovárica					
	I	II	III	IIIA	IV	V
N° ejemplares	315	908	1.286	27	16	181
(%)	11,5	33,2	47,1	1,0	0,6	6,6



Tabla 38.

Talla media de madurez e intervalos de confianza de hembras de merluza común, para el área global y por subzonas, estimadas en el período 2001 al 2016.

Año	Area global			Sector norte (zona 1-2)			Sector sur (zona 3-4)		
	L _{50%} (cm)	LI	LS	L _{50%} (cm)	LI	LS	L _{50%} (cm)	LI	LS
2001	36,7	35,6	37,9	37,5	36,5	38,3	35,1	33,7	37,3
2002	37,0	35,7	38,2	37,0	36,0	37,8	36,9	32,8	41,6
2004	38,9	37,4	40,4	38,9	36,9	40,9	39,0	37,5	40,2
2005	36,3	35,3	37,3	35,8	34,5	37,2	37,1	35,2	38,3
2006	35,2	34,3	36,1	35,3	34,3	36,7	35,2	33,6	36,5
2007	34,2	32,9	35,4	32,1	30,3	33,7	36,0	34,8	37,4
2008	34,0	33,5	34,6	30,8	29,6	31,9	36,0	35,5	36,9
2009	29,5	28,1	30,5	29,9	28,0	31,7	29,1	27,2	30,5
2010	31,2	29,8	32,0	29,1	26,4	31,0	32,3	30,9	33,6
2011	28,9	27,8	29,8	28,6	26,8	29,8	29,5	27,6	31,4
2012	29,9	28,7	31,0	28,6	26,4	30,2	31,0	29,4	32,6
2013	30,1	29,3	30,9	29,2	27,6	30,5	30,8	29,7	31,8
2014	26,9	25,4	28,0	25,3	22,5	27,4	28,9	27,0	29,9
2015	27,1	23,2	29,0	-	-	-	-	-	-
2016	30,0	28,9	31,1	-	-	-	31,8	30,5	34,4

Tabla 39.

Resultados del ajuste de la fecundidad con el peso corporal y longitud total de ejemplares muestreados en el área de estudio. Crucero julio-agosto del 2016.

Año	Variable	Regresión	a	Sa	b	Sb	gl	SCE	r ²
2016	Peso corporal	Lineal	-5223	7166	125,2	7,793	24	15430000000	0,92
		Potencial	78,33	36,97	1,06	0,0623	24	15210000000	0,92
		Exponencial	40879	4908	0,0007	0,00005	24	21160000000	0,88
2016	Longitud total	Lineal	-245917	29545	7272	646,1	24	28900000000	0,84
		Potencial	0,31	0,24	3,22	0,184	24	14360000000	0,92
		Exponencial	5435	1135	0,05	0,002987	24	14230000000	0,92



Tabla 40.

Estimados de fecundidad parcial y relativa de merluza común en el área de prospección a partir de evaluaciones entre 2004 y 2016.

Año	Sector	Fecundidad parcial		Fecundidad relativa		N° hembras
		Media	sd	Media	sd	
2001	Norte	150.712	74.230	153	68	79
2001	Sur	139.615	72.978	160	56	96
2002	Norte	185.591	143.177	156	67	85
2002	Sur	217.687	135.005	232	92	105
2004	Norte	87.881	59.189	122	57	50
2004	Sur	143.585	102.898	135	62	51
2005	Norte	62.621	31.789	99	43	70
2005	Sur	85.531	61.472	91	42	43
2006	Norte	55.278	72.852	99	69	66
2006	Sur	79.153	91.625	86	61	71
2007	Norte	69.031	63.906	121	70	83
2007	Sur	63.113	70.843	84	46	102
2008	Norte	73.035	58.586	133	64	74
2008	Sur	85.796	143.403	99	71	55
2009	Global	74.593	21.009	157	33	19
2010	Global	65.494	32.297	158	45	56
2011	Global	105.724	78.853	162	49	88
2012	Global	67.802	40.786	126	38	14
2013	Global	98.367	76.741	147	45	15
2014	Global	41.576	16.559	102	27	10
2015	Global	84.183	65.094	135	49	30
2016	Global	77.706	85.195	113	50	26



Tabla 41.

Especies capturadas durante el crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016.
CTest(kg*0,5h⁻¹): Captura total estandarizada. **IRCT(%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada. **IRFA(%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada, fauna acompañante.
L-P(%): Lances positivos.

Nombre común	Nombre científico	CT _{est}	IRCT (%)	IRFA(%)	L-P (%)
Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	307.128	85,5		94,5
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>	16.263	4,5	31,2	21,4
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	7.857	2,2	15,1	30,3
Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	4.710	1,3	9,0	32,4
Granadero aconcagua	<i>Coelorhynchus aconcagua</i>	3.958	1,1	7,6	31,0
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	3.741	1,0	7,2	13,8
Pampanito	<i>Stromateus stellatus</i>	3.228	0,9	6,2	4,8
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	3.074	0,9	5,9	14,5
Granadero chileno	<i>Coelorinchus chilensis</i>	1.353	0,4	2,6	7,6
Lenguado de ojo grande	<i>Hippoglossina macrops</i>	1.279	0,4	2,5	43,4
Tollo negro raspa	<i>Centroscyllium granulatum</i>	1.210	0,3	2,3	4,8
Cojinoba azul	<i>Seriotelella violacea</i>	966	0,3	1,9	5,5
Raya volantín	<i>Zearaja chilensis</i>	940	0,3	1,8	7,6
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	557	0,2	1,1	15,2
Tollo pajarito	<i>Deania calcea</i>	446	0,1	0,9	4,8
Besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>	432	0,1	0,8	11,7
Gamba	<i>Haliporoides diomedea</i>	296	0,1	0,6	9,0
Sierra	<i>Thyrsites atun</i>	214	0,1	0,4	4,1
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	208	0,1	0,4	4,8
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>	206	0,1	0,4	5,5
Pejegallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	202	0,1	0,4	4,8
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	182	0,1	0,3	6,9
Brótula	<i>Salilota australis</i>	99	<0,1	0,2	9,7
Sardina común	<i>Strangomera bentincki</i>	95	<0,1	0,2	0,7
Raya volantín espinuda	<i>Dipturus trachyderma</i>	78	<0,1	0,1	2,1
Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>	75	<0,1	0,1	4,8
Reineta	<i>Brama australis</i>	69	<0,1	0,1	2,8
Granadero escamoso	<i>Macrourus carinatus</i>	66	<0,1	0,1	2,8
Raya aguilá	<i>Myliobatis chilensis</i>	51	<0,1	0,1	0,7
Raya austral	<i>Bathyraya griseocaudata</i>	50	<0,1	0,1	1,4
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	40	<0,1	0,1	0,7
Lenguado de ojo chico	<i>Paralichthys microps</i>	23	<0,1	<0,1	4,1
Jaiba mármola	<i>Cancer edwardsi</i>	17	<0,1	<0,1	1,4
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	17	<0,1	<0,1	6,2
Corvinilla	<i>Sciaena deliciosa</i>	15	<0,1	<0,1	0,7
Pateador	<i>Pterygosquilla armata</i>	15	<0,1	<0,1	7,6
Mictófidó	<i>Myctophum sp.</i>	12	<0,1	<0,1	2,8
Calamar	<i>Loligo gahi</i>	12	<0,1	<0,1	4,1
Centolla	<i>Lithodes santolla</i>	11	<0,1	<0,1	2,8
Merluza de tres aletas	<i>Micromesistius australis</i>	10	<0,1	<0,1	0,7
Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>	9	<0,1	<0,1	0,7
Granadero pulgar	<i>Nezumia pulchella</i>	9	<0,1	<0,1	4,1
Araña de mar	<i>Colossendeis sp.</i>	7	<0,1	<0,1	1,4
Jaiba araña	<i>Libidoclaea granaria</i>	1	<0,1	<0,1	1,4
Pulpo	<i>Octopus sp.</i>	1	<0,1	<0,1	0,7
Jaiba mora	<i>Homolaspis plana</i>	1	<0,1	<0,1	1,4
Tollo de cachos	<i>Squalus acanthias</i>	1	<0,1	<0,1	0,7
Mote	<i>Normanichthys crockeri</i>	1	<0,1	<0,1	1,4
Bagre	<i>Aphos porosus</i>	0,1	<0,1	<0,1	0,7



Tabla 42.

Especies capturadas por grupo taxonómico. Crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016. **CTest(kg*0,5h⁻¹):** Captura total estandarizada. **IRCT(%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada. **IRFA(%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada, fauna acompañante. **IRGT(%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada, grupo taxonómico.

Nombre común	Peces óseos			Peces cartilagosos			Crustáceos			Cefalópodos				
	CT _{est}	IRCT (%)	IRFA (%)	IRGT (%)	Nombre común	CT _{est}	IRCT (%)	IRFA (%)	IRGT (%)	Nombre común	CT _{est}	IRCT (%)	IRFA (%)	IRGT (%)
Merluza común	307.128	85,5	91,3	4,8	Tollo negro raspa	1.210	0,3	2,3	40,6	Camaron neilon	4.710	1,3	9,0	39,6
Chancharro	16.263	4,5	31,2	1,8	Raya volatin	940	0,3	1,8	31,6	Langostino colorado	3.741	1,0	7,2	31,5
Granadero aconagua	3.958	1,1	7,6	1,2	Tollo pajarrillo	446	0,1	0,9	15,0	Langostino amarillo	3.074	0,9	5,9	25,8
Pamparito	3.228	0,9	6,2	1,0	Pejegallo	202	0,1	0,4	6,8	Gamba	296	0,1	0,6	2,5
Granadero chileno	1.353	0,4	2,6	0,4	Raya volatin espinuda	78	<0,1	0,1	2,6	Jaba mármola	17	<0,1	<0,1	0,1
Lenguado de ojo grande	1.279	0,4	2,5	0,4	Raya agulla	51	<0,1	0,1	1,7	Jaba paco	17	<0,1	<0,1	0,1
Cojinoba azul	966	0,3	1,9	0,3	Raya austral	50	<0,1	0,1	1,7	Pataador	15	<0,1	<0,1	0,1
Blanquillo	557	0,2	1,1	0,2	Tollo de cachos	1	<0,1	<0,1	<0,1	Centilla	11	<0,1	<0,1	0,1
Besugo	432	0,1	0,8	0,1						Jaba araña	9	<0,1	<0,1	0,1
Sierra	214	0,1	0,4	0,1						Jaba mora	1	<0,1	<0,1	0,0
Merluza de cola	208	0,1	0,4	0,1										
Jurel	206	0,1	0,4	0,1										
Congrio dorado	182	0,1	0,3	0,1										
Brochula	99	<0,1	0,2	<0,1										
Sardina común	95	<0,1	0,2	<0,1										
Merluza del sur	75	<0,1	0,1	<0,1										
Reineta	69	<0,1	0,1	<0,1										
Granadero escamoso	66	<0,1	0,1	<0,1										
Anchovela	40	<0,1	0,1	<0,1										
Lenguado de ojo chico	23	<0,1	<0,1	<0,1										
Convilla	15	<0,1	<0,1	<0,1										
Micifido	12	<0,1	<0,1	<0,1										
Merluza de tres aletas	10	<0,1	<0,1	<0,1										
Congrio negro	9	<0,1	<0,1	<0,1										
Granadero pulgar	1	<0,1	<0,1	<0,1										
Mole	1	<0,1	<0,1	<0,1										
Bagre	0	<0,1	<0,1	<0,1										



Tabla 43.

Especies capturadas por subzona y grupo taxonómico. Crucero de evaluación directa de merluza común, invierno 2016. **CTes (kg*0,5h⁻¹):** Captura total estandarizada. **IRCTsz(%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada en la subzona. **IRFAsz(%):** Importancia relativa respecto captura total estandarizada de la fauna acompañante en la subzona.

Nombre común	Peces óseos			Peces cartilagosos			Crustáceos			Cefalópodos						
	CT _{est}	IRCTsz (%)	IRFAsz (%)	Nombre común	CT _{est}	IRCTsz (%)	IRFAsz (%)	Nombre común	CT _{est}	IRCTsz (%)	IRFAsz (%)	Nombre común	CT _{est}	IRCTsz (%)	IRFAsz (%)	
Subzona 1 (29°10' - 31°24')	Merluza común	3.880	57,1													
	Merluza de cola	50	0,7	1,7	Tollo pajarto	59	0,9	2,0	Camarón nailon	922	13,6	31,7	Jibia	1.474,8	21,7	50,7
	Jurel	48	0,7	1,7	Tollo narigón	57	0,8	2,0	Langostino amarillo	210	3,1	7,2				
	Lenguado de ojo grande	26	0,4	0,9	Raya volarín	12	0,2	0,4	Langostino colorado	19	0,3	0,7				
	Granadero aconcagua	22	0,3	0,8	Raya volarín espinuda	5	0,1	0,2	Gamba	3	<0,1	0,1				
	Granadero chileno	1	<0,1	<0,1	Quimera negra/Quimera	1	<0,1	<0,1								
	Allonsino	<1	<0,1	<0,1												
	Besugo	<1	<0,1	<0,1												
	Talisman de ojos grandes	<1	<0,1	<0,1												
	Wlaky	<1	<0,1	<0,1												
	Granadero atacama	<1	<0,1	<0,1												
	Congrio de profundidad	<1	<0,1	<0,1												
Subzona 2 (31°25' - 35°30')	Merluza común	98.899	95,7													
	Lenguado de ojo grande	305	0,3	6,9	Raya volarín	31	<0,1	0,7	Camarón nailon	761	0,7	17,2	Jibia	2.019,7	2,0	45,6
	Granadero aconcagua	195	0,2	4,4	Pejgallo	29	<0,1	0,7	Langostino colorado	400	0,4	9,0	Calamar	<1	<0,1	0,0
	Blanquillo	81	0,1	1,8	Tollo pajarto	6	<0,1	0,1	Langostino amarillo	311	0,3	7,0				
	Granadero pulgar	54	0,1	1,2					Gamba	21	<0,1	0,5				
	Jurel	50	<0,1	1,1					Centolla	9	<0,1	0,2				
	Pampanito	40	<0,1	0,9					Jaiba paco	<1	<0,1	0,0				
	Besugo	38	<0,1	0,9												
	Sierra	37	<0,1	0,8												
	Conína	14	<0,1	0,3												
	Coninilla	14	<0,1	0,3												
	Merluza de cola	5	<0,1	0,1												
	Mictófido	2	<0,1	<0,1												
	Brótula	1	<0,1	<0,1												
	Róbalo	<1	<0,1	<0,1												
	Granadero chileno	<1	<0,1	<0,1												
	Sardina común	<1	<0,1	<0,1												
	Mote	<1	<0,1	<0,1												
	Anchoveta	<1	<0,1	<0,1												
Subzona 3 (35°31' - 38°39')	Merluza común	22.391	84,1													
	Pampanito	1.296	4,8	29,9	Raya volarín	156	0,6	3,7	Langostino colorado	197	0,7	4,6	Jibia	1.319,3	5,0	31,1
	Granadero aconcagua	609	2,3	14,3	Pejgallo	16	0,1	0,4	Camarón nailon	165	0,6	3,9	Calamar	6,9	<0,1	0,2
	Blanquillo	199	0,7	4,7	Raya agula	8	<0,1	0,2	Langostino amarillo	46	0,2	1,1				
	Besugo	148	0,6	3,5					Gamba	3	<0,1	0,1				
	Lenguado de ojo grande	47	0,2	1,1					Jaiba paco	2	<0,1	<0,1				
	Sierra	18	0,1	0,4					Araña de mar	1	<0,1	<0,1				
	Jurel	17	0,1	0,4					Pateador	<1	<0,1	<0,1				
	Cojinoba azul	5	<0,1	0,1												
	Lenguado de ojo chico	4	<0,1	0,1												
	Róbalo	3	<0,1	0,1												
	Merluza del sur	3	<0,1	0,1												
	Bagre	2	<0,1	<0,1												
	Anchoveta	1	<0,1	<0,1												
	Brótula	<1	<0,1	<0,1												
Subzona 4 (38°40' - 42°00')	Merluza común	3.223	16,0													
	Merluza de cola	2.435	12,1	14,4	Raya volarín	124	0,6	0,7	Centolla	62	0,3	0,4	Jibia	3.784,8	18,8	22,4
	Merluza del sur	1.223	6,1	7,3	Pejgallo	96	0,5	0,6	Pateador	9	<0,1	0,1	Calamar	1,4	<0,1	<0,1
	Pampanito	442	2,2	2,6					Jaiba paco	1	<0,1	<0,1				
	Granadero aconcagua	239	1,2	1,4												
	Mictófido	195	1,0	1,2												
	Brótula	106	0,5	0,6												
	Blanquillo	82	0,4	0,5												
	Granadero escamoso	69	0,3	0,4												
	Sierra	34	0,2	0,2												
	Lenguado de ojo grande	26	0,1	0,2												
	Granadero chileno	22	0,1	0,1												
	Cojinoba azul	20	0,1	0,1												
	Congrio dorado	14	0,1	0,1												
	Granadero pulgar	5	<0,1	<0,1												
	Lenguado de ojo chico	5	<0,1	<0,1												
	Congrio negro	1	<0,1	<0,1												
	Salmon	<1	<0,1	<0,1												



Tabla 44.

Listado de las especies más recurrentes en los cruceros de evaluación directa de merluza común realizados entre 1993 y 2016 y su importancia relativa respecto de la captura total estandarizada por crucero.

Nombre común	Símbolo	CRUCEROS DE EVALUACIÓN																							
		1993	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2004	2005(1)	2005(2)	2006(1)	2006(2)	2007	2008	2009	2010(1)	2010(2)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Besugo	ec	10,2	2,0	1,1	2,6	0,5	0,2	1,3	1,9	0,1	2,0	0,6	0,7	0,4	0,6	1,1	0,1	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Blanquillo	pj	0,1	0,4	0,2	0,1	0,2	0,3	0,9	0,4	0,2	-0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	-0,1	0,0	0,1	-0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Camaronón nailon	hr	<0,1			<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,4	1,6	0,8	1,7	2,3	1,5	1,6	0,6	1,7	0,9	3,1	1,4	1,4	1,2	1,3	1,3
Chancharro	hl		1,6	2,0	1,2	1,6	0,9	1,1	1,4	2,6	0,3	3,6	3,0	5,2	20,7	6,8	1,1	6,5	16,9	12,0	9,8	5,0	4,5	4,5	
Congrio dorado	gb	0,7	0,7	0,5	1,2	1,7	0,8	0,1	<0,1	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,0	<0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Congrio negro	gm	0,7	0,3	0,3	0,2	0,5	0,2	0,1	0,3	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Gamba	hd	<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	0,2	0,1	0,0	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Granadero aconcagua	cac																								
Granadero chileno	och	1,4	0,1		0,2	1,5	0,7	0,9	1,8	2,4	0,2	1,3	1,5	2,0	<0,1	0,3	0,2	0,3	0,7	0,5	0,3	<0,1	0,4	0,4	
Granadero cola de látigo	cf																								
Jaiba araña	lg	5,8	0,1		<0,1	0,1	0,1	0,5	0,2	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Jaiba paco	mgau	0,9	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Jibia	dg	0,2	<0,1		0,1	0,8	3,4	56,8	15,9	56,6	14,7	9,0	4,5	9,6	11,2	9,1	10,5	6,0	8,7	6,3	12,7	5,5	2,2	2,2	
Jurel	lm	<0,1	1,5	0,3	0,2	0,5	2,6	<0,1	0,5	<0,1	0,1	0,3	0,1	0,4	<0,1	<0,1	0,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Langosino amarillo	gj	1,7	4,3	1,0	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,9	2,0	0,2	2,1	2,1	5,4	1,9	1,0	0,7	0,4	0,8	0,2	1,6	0,5	0,4	0,9	
Langosino colorado	pm	9,3	1,0	3,0	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,9	0,1	1,1	0,6	1,5	1,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	1,0	0,1	0,4	1,0	
Lenguado de ojo grande	hm	2,5	0,8	0,3	0,3	0,9	0,4	0,6	1,0	2,2	0,2	1,6	1,2	0,9	0,6	1,0	0,4	0,1	0,4	0,2	0,5	0,1	0,3	0,4	
Merluza común	mg	59,5	81,1	84,9	85,9	80,1	86,0	68,5	28,9	61,3	62,7	77,8	73,1	55,0	73,1	55,0	72,8	76,8	62,3	65,3	68,4	81,8	85,5	85,5	
Merluza de cola	mm	0,6	1,9	1,0	2,9	7,3	1,1	19,4	1,7	1,8	0,5	3,6	0,4	1,8	1,4	1,6	4,2	1,7	3,5	3,6	4,7	2,5	1,6	0,1	
Merluza del sur	mau	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,2	0,1	0,2	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	<0,1	0,0	<0,1	0,2	<0,1	0,9	0,8	<0,1	
Pampanib	par	<0,1	0,1	0,2	0,4	<0,1	0,4	0,1	0,4	0,4	0,1	0,3	0,2	0,3	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,4	1,1	0,9	0,9	
Pateador	cc	<0,1	0,6	0,5	0,8	0,5	1,0	1,3	0,6	0,2	<0,1	0,9	<0,1	0,2	0,1	<0,1	0,3	0,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Peje gallo	tr	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	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Raya eléctrica	pse				<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,7	0,6	0,5	0,2	0,8	0,3	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,3	
Raya moteada	dch	1,9	1,2	0,5	0,6	1,0	1,0	1,4	1,2	1,8	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	<0,1	
Raya volatin	dtr				<0,1	0,6	<0,1	<0,1	0,2	1,0	0,1	1,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Raya volatin espinuda	bau	<0,1	0,2	0,9	0,5	<0,1	0,6	<0,1	0,2	0,4	0,1	0,6	0,1	0,2	<0,1	2,3	0,3	0,0	0,2	2,0	<0,1	0,1	0,1	0,1	
Reineta	ta	0,2	0,2	0,1	0,4	0,2	0,5	0,4	0,4	0,1	0,6	0,1	0,2	<0,1	2,3	0,3	0,0	0,2	2,0	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	
Sierra	ana				<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	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Tiburón negro	hgr	0,5			<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	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Tiburón vaca	etg	0,9			<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	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Tollo de cachos	sac	<0,1			<0,1	0,1	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	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Tollo naigón	eni				<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	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Tollo negro peine	cgr	0,6			<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	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Tollo negro raspa	dca	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	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Tollo pájaro	dca	0,2	0,1		<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,3	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	<0,1	

(1)=Cruceros de verano; (2)=Crucero de invierno



Tabla 45. Resultado del an3lisis del contenido estomacal de jibia (*Dosidicus gigas*) capturada durante el cruceo de evaluaci3n directa de merluza com3n, Invierno de 2016.

PRESA		M3TOD0						
Nombre com3n	Nombre cientifico	N	N%	F	F%	P	P%	IIR%
Camar3n nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	30	13,8	13	11,8	546	5,1	5,7
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	13	6,0	7	6,4	168	1,6	1,2
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	5	2,3	2	1,8	30	0,3	0,1
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	13	6,0	13	11,8	294	2,7	2,6
Merluza com3n	<i>Merluccius gayi</i>	71	32,6	34	30,9	6.623	61,3	74,2
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>	26	11,9	9	8,2	714	6,6	3,9
Granaderos	Fam. Macrouridae	25	11,5	13	11,8	757	7,0	5,6
Lenguado de ojos grandes	<i>Hippoglossina macrops</i>	25	11,5	12	10,9	910	8,4	5,6
Merluza de cola	<i>Macrurus magellanicus</i>	3	1,4	1	0,9	351	3,3	0,1
Restos de peces 3seos	Tele3steos N.I.	7	3,2	6	5,5	408	3,8	1,0
TOTAL		218		110		10.800		



Tabla 46.

Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*, Cruceros de Invierno. Período 1993-2016.

Fase	Año	Crucero	N°Total Estaciones	N°Estaciones Positivas	N°Huevos	Densidad Promedio por estaciones		Constancia o frecuencia %	Dominancia numérica %
						Totales	Positivas		
Huevos	1993	361(3)93AM	77	49	18061	235	369	63,64	33,82
	1994								
	1995	381(3)95AM	50	12	9069	181	756	24,00	47,65
	1996								
	1997	403(3)97AM	93	49	38927	419	794	52,69	56,66
	1998								
	1999	423(3)99AM	84	28	8209	98	293	33,33	10,25
	2000	433(3)00AM	82	34	10905	133	321	41,46	15,03
	2001	444(3)01AM	88	33	11057	126	335	37,50	7,98
	2002	454(3)02AM	92	42	12620	137	300	45,65	18,32
	2003								
	2004	470(3)04AM	87	37	4033	46	109	42,53	6,23
	2005	475(3)05AM	94	25	2375	25	95	26,60	1,49
	2006	485(3)06AM	77	17	5493	71	323	22,08	1,42
	2007	497(3)07AM	90	35	13777	153	394	38,89	11,38
	2008	510(3)08AM	89	10	1552	17	155	11,24	3,20
	2009	522(3)09AM	82	17	14790	180	870	20,73	5,63
	2010	534(3)10AM	73	36	11794	162	328	49,32	13,63
2011	541(3)11AM	85	18	2707	32	150	21,18	2,15	
2012	549(3)12AM	89	20	870	10	44	22,47	1,57	
2013	558(3)13AM	81	21	1743	22	83	25,93	1,51	
2014	566(3)14AM	78	20	1973	25	99	25,64	2,17	
2015	579(3)15AM	54	29	19120	354	659	53,70	33,50	
2016	592(3)16AM	86	33	13888	162	421	42,90	5,80	

Fase	Año	Crucero	N°Total Estaciones	N°Estaciones Positivas	N°Larvas	Densidad Promedio por estaciones		Constancia o frecuencia %	Dominancia numérica %
						Totales	Positivas		
Larvas	1993	361(3)93AM	77	58	7133	93	123	75,32	17,52
	1994								
	1995	381(3)95AM	50	19	292	6	15	38,00	1,93
	1996								
	1997	403(3)97AM	93	61	20222	217	332	65,59	25,80
	1998								
	1999	423(3)99AM	84	26	692	8	27	30,95	2,33
	2000	433(3)00AM	82	36	1181	14	33	43,90	1,42
	2001	444(3)01AM	88	23	3036	34	132	26,14	15,98
	2002	454(3)02AM	92	24	1812	20	75	26,09	2,89
	2003								
	2004	470(3)04AM	87	10	121	1	12	11,49	0,21
	2005	475(3)05AM	94	6	111	1	18	6,38	0,45
	2006	485(3)06AM	77	15	881	11	59	19,48	0,31
	2007	497(3)07AM	90	20	401	4	20	22,22	0,66
	2008	510(3)08AM	89	11	136	2	12	12,36	1,01
	2009	522(3)09AM	82	9	690	8	77	10,98	2,87
	2010	534(3)10AM	73	19	337	5	18	26,03	1,22
2011	541(3)11AM	85	15	370	4	25	17,65	0,35	
2012	549(3)12AM	89	8	83	1	10	8,99	0,18	
2013	558(3)13AM	81	4	34	0	8	4,94	0,06	
2014	566(3)14AM	78	10	126	2	13	12,82	0,26	
2015	579(3)15AM	54	17	3192	59	188	31,40	7,32	
2016	592(3)16AM	86	18	1528	18	85	27,70	0,80	



Tabla 47.
Estimaciones del Índice de abundancia de huevos y larvas. Cruceros Invierno 1993 - 2016.

Estadio	Año	Índice de Abundancia	Varianza (índice de abundancia)	Límite inferior	Límite superior
Huevos	1993	6,07E+11	4,88E+24	-1,17E+10	4,88E+24
	1994				
	1995	5,97E+11	5,64E+25	-3,65E+12	4,85E+12
	1996				
	1997	1,36E+12	4,01E+06	1,36E+12	1,36E+12
	1998				
	1999	3,45E+11	7,24E+05	3,45E+11	3,45E+11
	2000	4,56E+11	4,01E+05	4,56E+11	4,56E+11
	2001	4,41E+11	4,66E+05	4,41E+11	4,41E+11
	2002	5,34E+11	4,45E+05	5,34E+11	5,34E+11
	2003				
	2004	1,94E+11	2,15E+04	1,94E+11	1,94E+11
	2005	1,14E+11	1,87E+04	1,14E+11	1,14E+11
	2006	3,06E+11	5,91E+24	-8,49E+11	1,46E+12
	2007	6,99E+11	7,96E+05	6,99E+11	6,99E+11
	2008	7,79E+10	1,99E+04	7,79E+10	7,79E+10
	2009	8,03E+11	8,92E+25	-3,69E+12	5,29E+12
	2010	5,67E+11	3,90E+24	-7,80E+10	1,21E+12
2011	1,32E+11	1,30E+05	1,32E+11	1,32E+11	
2012	4,28E+10	1,00E+23	-9,61E+10	1,82E+11	
2013	9,29E+10	2,85E+23	-1,35E+11	3,21E+11	
2014	1,05E+11	4,29E+23	-1,82E+11	3,92E+11	
2015	1,36E+12	2,98E+25	-6,28E+11	3,35E+12	
2016	6,20E+11	3,97E+24	-5,98E+10	1,30E+12	
Estadio	Año	Índice de Abundancia	Varianza (índice de abundancia)	Límite inferior	Límite superior
Larvas	1993	2,40E+11	2,67E+23	1,07E+11	2,67E+23
	1994				
	1995	1,92E+10	4,46E+21	-1,08E+10	4,93E+10
	1996				
	1997	7,09E+11	3,22E+05	7,09E+11	7,09E+11
	1998				
	1999	2,91E+10	7,58E+02	2,91E+10	2,91E+10
	2000	4,94E+10	4,01E+05	4,94E+10	4,94E+10
	2001	1,21E+11	1,26E+05	1,21E+11	1,21E+11
	2002	7,66E+10	1,38E+04	7,66E+10	7,66E+10
	2003				
	2004	5,81E+09	1,60E+01	5,81E+09	5,81E+09
	2005	5,29E+09	3,23E+02	5,29E+09	5,29E+09
	2006	4,91E+10	1,55E+23	-1,50E+11	2,48E+11
	2007	2,04E+10	5,47E+02	2,04E+10	2,04E+10
	2008	6,83E+09	9,91E+01	6,83E+09	6,83E+09
	2009	3,75E+10	5,31E+23	-4,39E+11	5,14E+11
	2010	1,62E+10	6,39E+21	-1,97E+10	5,21E+10
2011	1,80E+10	7,95E+02	1,80E+10	1,80E+10	
2012	3,81E+09	2,68E+21	-3,21E+10	3,97E+10	
2013	1,79E+09	1,24E+21	-3,27E+10	3,62E+10	
2014	6,74E+09	1,36E+21	-1,62E+10	2,96E+10	
2015	2,27E+11	1,51E+24	-3,57E+11	8,12E+11	
2016	6,83E+10	2,67E+23	-1,70E+11	3,07E+11	



Tabla 48
Grupos zooplanct3nicos presentes en la zona de estudio, invierno 2016.

Taxa	N°Total ind	N° Estaciones (+)	Mínimo	Máximo	Mediana	Promedio	Desv Estand	Dominancia %	Frecuencia %
Copépodos	5147478	88	1325	536913	40082	58494	74887	62.2	100.0
Larva Nauplis	616598	53	7	182188	343	11634	32804	7.5	60.2
Quetognatos	483111	85	26	24781	3945	5684	5296	5.8	96.6
Larva eufáusidos	475144	78	8	114045	610	6092	18575	5.7	88.6
Eufáusidos	283858	88	4	30369	999	3226	5317	3.4	100.0
Ostrácodos	236876	81	16	22480	1653	2924	3778	2.9	92.0
Larva decápodo	223223	80	15	68598	522	2790	8373	2.7	90.9
Larva cifonauta	170429	81	4	46432	590	2104	5709	2.1	92.0
Medusas	132311	53	17	109533	176	2496	15000	1.6	60.2
Apendicularias	131525	52	16	47478	408	2529	7448	1.6	59.1
Anfípodos	98310	87	327	5957	823	1130	1039	1.2	98.9
Larva Gastropodo	90697	56	16	48954	197	1620	6790	1.1	63.6
Poliquetos	38962	71	8	10044	184	549	1455	0.5	80.7
Sifonóforos	32607	70	10	7679	169	466	1050	0.4	79.5
Estomatópodos	24230	44	10	13660	181	551	2035	0.3	50.0
Salpas	16209	27	8	7714	122	600	1665	0.2	30.7
Cladóceros	14912	11	60	11710	222	1356	3456	0.2	12.5
Misidáceos	14013	20	14	11278	78	701	2495	0.2	22.7
Pterópodos	9751	20	8	8227	84	488	1823	0.1	22.7
Ctenóforos	8923	34	16	4723	91	262	796	0.1	38.6
Isópodos	6061	43	7	839	69	141	165	0.1	48.9
Larva cipris	5219	36	8	1444	59	145	260	0.1	40.9
Foraminíferos	3888	7	13	1548	282	555	660	0.0	8.0
Cumáceo	3090	12	15	1394	62	258	413	0.0	13.6
Doliólidos	1716	17	8	355	73	101	98	0.0	19.3
Larva equinodermo	1340	5	69	508	249	268	192	0.0	5.7
Nematodos	398	1	398	398	398	398	-	0.0	1.1
Radiolarios	10	1	10	10	10	10	-	0.0	1.1



Tabla 49.

Frecuencia de estaciones con presencia y ausencia de huevos por a1o, para estaciones sin registro de salinidades (Cero) y con registro de salinidades (Positiva).

A1o	Salinidad	Ausencia	Presencia	Total
1993	Sin registro	5	2	7
	Con registro	25	47	72
	Total	30	49	79
2009	Sin registro	11	2	13
	Con registro	49	14	63
	Total	60	16	76
2012	Sin registro	10	1	11
	Con registro	59	19	78
	Total	69	20	89
Total	Sin registro	26	5	31
	Con registro	1.114	528	1.642
	Total	1.140	533	1.673

* A1os que no aparecen en la tabla no presentan estaciones sin registro de salinidades

Tabla 50.

S3ntesis por a1o del n1mero de estaciones totales, n1mero de estaciones sin y con presencia de huevos de merluza com1n y densidad media de huevos/10 m² de las estaciones positivas desde los a1os 1993 al 2016.

A1o	Estaciones				Densidad Media de huevos/10 m ²	
	Ausencia	Presencia	Total	S/SAL	Estaciones +	Total Area
1993	30	49	79	7	368,6	228,6
1995	64	12	76	0	755,8	119,3
1997	69	47	116	0	625,3	253,4
1999	54	26	80	0	313,8	102,0
2000	50	33	83	0	321,2	127,7
2001	49	32	81	0	341,7	135,0
2002	51	42	93	0	300,6	135,7
2004	56	34	90	0	97,0	36,6
2005	67	25	92	0	95,1	25,8
2006	64	17	81	0	323,1	67,8
2007	76	17	93	0	84,3	15,4
2008	78	10	88	0	155,2	17,6
2009	60	16	76	13	864,4	182,0
2010	38	35	73	0	336,1	161,2
2011	67	18	85	0	150,4	31,8
2012	69	20	89	11	43,5	9,8
2013	59	21	80	0	83,0	21,8
2014	58	20	78	0	98,6	25,3
2015	25	28	53	0	682,7	243,2
2016	56	31	87	0	428,3	136,4
Total	1.140	533	1.673	31	323,44	103,83



Tabla 51.

Resumen de estadísticas descriptivas para las variables longitud, latitud, temperatura superficial, salinidad superficial y densidad de huevos de merluza común. Cruceros realizados entre la IV y X Región desde los años 1993 al 2016.

Año	Estadística	Latitud (° S)	Longitud (° W)	Temperatura superficial (° C)	Salinidad superficial (psu)	Densidad de huevos (h/10 m²)	Año	Estadística	Latitud (° S)	Longitud (° W)	Temperatura superficial (° C)	Salinidad superficial (psu)	Densidad de huevos (h/10 m²)
1993	Mínimo	-41,42	-74,51	10,48	31,42	3	2008	Mínimo	-42,00	-74,87	10,84	31,25	20
	Máximo	-31,00	-71,57	12,69	34,59	5,515		Máximo	-29,17	-71,34	13,09	34,67	465
	Rango	10,42	2,94	2,21	3,17	5,512		Rango	12,83	3,53	2,25	3,42	445
	Media	-36,75	-73,16	11,45	33,50	383		Media	-35,79	-72,88	12,11	33,63	155
	Mediana	-36,50	-73,53	11,31	33,48	91		Mediana	-35,67	-72,98	12,20	33,69	141
	Desv. tip	2,98	0,92	0,54	0,61	869		Desv. tip	3,76	1,05	0,56	0,68	141
1995	Mínimo	-41,00	-74,86	10,26	32,36	3	2009	Mínimo	-42,00	-74,38	10,64	32,18	5
	Máximo	-29,33	-71,35	13,54	34,71	7,992		Máximo	-29,17	-71,49	12,99	34,64	8.049
	Rango	11,67	3,51	3,28	2,35	7,989		Rango	12,83	2,89	2,35	2,46	8.044
	Media	-35,30	-72,87	11,57	33,87	756		Media	-36,17	-72,92	11,89	33,71	976
	Mediana	-35,33	-72,86	11,58	33,93	47		Mediana	-36,17	-73,19	12,04	33,80	66
	Desv. tip	3,55	1,06	0,78	0,58	2.282		Desv. tip	3,51	0,99	0,58	0,60	2.330
1997	Mínimo	-41,47	-74,77	11,34	32,48	7	2010	Mínimo	-41,43	-74,50	10,27	32,70	3
	Máximo	-29,17	-71,35	14,87	34,58	9,783		Máximo	-31,67	-71,49	13,03	34,30	2.177
	Rango	12,30	3,42	3,53	2,10	9,776		Rango	9,76	3,01	2,76	1,60	2.174
	Media	-36,15	-73,08	13,07	33,73	625		Media	-36,82	-73,10	11,52	33,71	336
	Mediana	-36,21	-73,45	13,14	33,70	146		Mediana	-36,67	-73,46	11,43	33,69	43
	Desv. tip	3,33	1,02	0,79	0,46	1.584		Desv. tip	3,01	0,94	0,66	0,44	568
1999	Mínimo	-41,47	-74,53	10,62	32,36	4	2011	Mínimo	-41,67	-74,74	10,10	31,48	7
	Máximo	-29,16	-71,36	13,84	34,54	4,495		Máximo	-29,17	-71,35	13,10	34,65	1.444
	Rango	12,31	3,17	3,22	2,18	4,491		Rango	12,50	3,39	3,00	3,17	1.437
	Media	-35,61	-72,84	11,82	33,85	314		Media	-35,60	-72,82	11,84	33,86	150
	Mediana	-35,67	-72,97	11,81	33,93	37		Mediana	-35,67	-72,89	12,05	33,97	27
	Desv. tip	3,78	1,03	0,82	0,51	881		Desv. tip	3,78	1,03	0,77	0,60	360
2000	Mínimo	-41,47	-74,53	10,73	32,58	3	2012	Mínimo	-42,00	-74,87	9,80	32,07	3
	Máximo	-29,17	-71,36	14,05	34,60	2,733		Máximo	-29,17	-71,35	13,23	34,60	184
	Rango	12,30	3,17	3,32	2,02	2,730		Rango	12,83	3,52	3,43	2,53	182
	Media	-35,68	-72,83	11,79	33,84	321		Media	-35,82	-72,89	11,50	33,84	30
	Mediana	-35,67	-72,90	11,51	33,95	119		Mediana	-36,17	-73,18	11,38	34,10	16
	Desv. tip	3,83	1,04	0,80	0,52	643		Desv. tip	3,77	1,04	0,73	0,60	41
2001	Mínimo	-41,50	-74,52	11,00	32,85	5	2013	Mínimo	-41,43	-74,36	9,43	32,33	4
	Máximo	-29,13	-71,35	14,36	34,42	2,647		Máximo	-29,17	-71,35	13,14	34,71	468
	Rango	12,37	3,17	3,36	1,57	2,642		Rango	12,26	3,01	3,71	2,38	464
	Media	-35,85	-72,89	12,67	33,77	342		Media	-35,49	-72,79	11,54	33,84	83
	Mediana	-36,17	-73,10	12,54	33,78	53		Mediana	-35,42	-72,72	11,61	34,11	40
	Desv. tip	3,81	1,05	0,92	0,46	693		Desv. tip	3,76	1,02	1,00	0,62	124
2002	Mínimo	-42,00	-74,92	10,69	32,39	4	2014	Mínimo	-41,43	-74,49	10,72	29,74	4
	Máximo	-29,17	-71,35	13,36	34,66	3,843		Máximo	-29,17	-71,35	12,91	34,63	542
	Rango	12,83	3,57	2,67	2,27	3,839		Rango	12,26	3,14	2,19	4,89	538
	Media	-36,05	-72,96	12,06	33,82	301		Media	-36,06	-72,92	11,81	33,60	99
	Mediana	-36,17	-73,22	12,09	33,84	57		Mediana	-36,17	-73,22	11,82	33,64	13
	Desv. tip	3,91	1,08	0,71	0,49	667		Desv. tip	3,67	1,03	0,51	0,83	157
2004	Mínimo	-42,00	-74,92	11,32	31,56	7	2015	Mínimo	-41,33	-74,51	11,64	31,09	6
	Máximo	-29,17	-71,36	13,90	34,59	753		Máximo	-29,17	-71,35	14,56	34,51	7.291
	Rango	12,83	3,56	2,58	3,03	746		Rango	12,16	3,16	2,92	3,42	7.285
	Media	-36,01	-72,93	12,20	33,76	97		Media	-34,79	-72,53	12,92	33,70	683
	Mediana	-35,67	-72,99	12,14	33,75	60		Mediana	-34,17	-72,07	12,88	34,09	135
	Desv. tip	3,98	1,09	0,48	0,65	138		Desv. tip	3,81	1,05	0,73	0,85	1.442
2005	Mínimo	-42,00	-74,92	10,62	31,44	7	2016	Mínimo	-42,00	-74,87	11,00	31,06	8
	Máximo	-29,17	-71,35	14,76	34,59	560		Máximo	-29,17	-71,35	14,17	34,58	1.796
	Rango	12,83	3,57	4,14	3,15	553		Rango	12,83	3,52	3,17	3,52	1.788
	Media	-36,02	-72,94	12,42	33,63	95		Media	-35,87	-72,90	12,37	33,88	428
	Mediana	-36,17	-73,20	12,63	33,61	40		Mediana	-35,67	-73,13	12,37	34,03	157
	Desv. tip	3,79	1,05	1,05	0,54	137		Desv. tip	3,93	1,07	0,88	0,62	532
2006	Mínimo	-41,67	-74,73	11,05	32,21	6	Total	Mínimo	-42,00	-74,92	9,41	29,74	3
	Máximo	-29,17	-71,37	15,03	34,44	1.785		Máximo	-29,13	-71,34	15,03	34,72	9.783
	Rango	12,50	3,36	3,98	2,23	1.779		Rango	12,87	3,58	5,62	4,98	9.780
	Media	-35,43	-72,80	13,10	33,64	323		Media	-35,88	-72,91	12,04	33,76	337
	Mediana	-35,67	-72,75	13,17	33,66	84		Mediana	-36,08	-73,10	12,03	33,82	57
	Desv. tip	3,55	1,00	0,88	0,56	566		Desv. tip	3,69	1,03	0,97	0,60	929
2007	Mínimo	-42,00	-74,87	9,41	32,28	3							
	Máximo	-29,16	-71,34	12,52	34,72	713							
	Rango	12,84	3,53	3,11	2,44	710							
	Media	-35,95	-72,93	10,82	33,88	84							
	Mediana	-36,17	-73,10	10,87	34,05	13							
	Desv. tip	3,86	1,06	0,89	0,54	173							



Tabla 52.

Análisis de devianza para los efectos de las covariables en el ajuste del modelo GAM para la densidad de huevos de merluza común. 1993- 2016.

	edf	Deviance			AIC	p-value
		Residual	Delta	% Expl.		
Modelo Poisson-Compuesto						
Intercepto	1	45136	-	-	8.944	-
s(Latitud (°S))	8,8	38707	2616	23,7	8.887	< 0.01
s(Longitud (°W))	2,0	40274	18	0,2	8.946	0,392
s(Temperatura (°C))	8,2	39201	1823	16,5	8.908	< 0.01
s(Salinidad (psu))	7,5	39599	1061	9,6	8.929	0,014
Año	20,0	37098	5524	50,0	8.825	< 0.01
s(Lat) + s(Lon) + s(TSM) + s(Sal) + Año	38,2	33475	11660	25,8	8.697	< 0.01
Total deviance explained: 25,8%						

Tabla 53

Rango de las variables ambientales en áreas con presencia de recurso, medidas en superficie (5 m) y a la profundidad promedio del cardumen. Entre paréntesis se destaca el promedio \pm la desviación estándar para cada una de las macrozonas consideradas en el estudio. Crucero Julio-Agosto de 2016.

Variables	Zona norte	Zona sur
Temperatura superficial del mar (°C)	10,8 – 14,2 (12,8 \pm 0,77)	10,8 – 12,7 (11,5 \pm 0,45)
Salinidad superficial del mar (psu)	33,61 - 34,62 (34,27 \pm 0,24)	30,62 – 33,98 (33,19 \pm 0,81)
Oxígeno disuelto superficial del mar (ml l ⁻¹)	3,8 – 6,1 (5,4 \pm 0,54)	5,6 – 7,3 (6,3 \pm 0,43)
Temperatura a la prof. media del recurso (°C)	6,6 – 12,0 (10,7 \pm 1,00)	6,9 – 11,7 (9,8 \pm 0,94)
Salinidad a la prof. media del recurso (psu)	34,32- 34,81 (34,58 \pm 0,10)	33,81 - 34,59 (34,51 \pm 0,14)
Oxígeno disuelto a la prof. media del recurso (ml l ⁻¹)	0,1 – 3,4 (1,12 \pm 0,52)	0,5 – 5,0 (1,86 \pm 0,83)



Tabla 54.

Modelos Aditivos Generalizados ensayados para explicar la densidad acústica de merluza común.

Modelo	Variabes
Modelo 0	Latitud, Profundidad cardumen
Modelo 1	Latitud, Longitud, Profundidad cardumen
Modelo 2	Latitud, Longitud, Profundidad cardumen, Temperatura
Modelo 3	Latitud, Longitud, Profundidad cardumen, Salinidad
Modelo 4	Latitud, Longitud, Profundidad cardumen, Oxígeno
Modelo 5	Latitud, Longitud, Profundidad cardumen, Densidad

Tabla 55.

Test F para analizar la significancia estadística de las variables participantes en cada uno de los modelos ensayados (cruceros 1997 a 2016).

AÑO	MODELO	Valor-F	Probabilidad de F	R ²	Devianza explicada	GCV
2016	Modelo 0	0,6991	<0,001	0,0922	10,3%	1,9247e+05
	Modelo 1	5,886	<0,001	0,138	15,7%	1,8459e+05
	Modelo 2	4,669	<0,001	0,156	17,8%	1,8156e+05
	Modelo 3	7,311	<0,001	0,173	19,6%	1,781e+05
	Modelo 4	4,078	<0,001	0,165	18,8%	1,8018e+05
	Modelo 5	7,259	<0,001	0,175	19,7%	1,776e+05
1997-2016	Modelo 0	62,09	<0,001	0,0436	4,46%	26132
	Modelo 1	60,90	<0,001	0,0513	5,29%	25939
	Modelo 2	9,691	<0,001	0,232	23,5%	21015
	Modelo 3	4,549	<0,001	0,23	23,2%	21080
	Modelo 4	3,936	<0,001	0,229	23,2%	21091
	Modelo 5	8,765	<0,001	0,232	23,4%	21027



Tabla 56.

Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry y Smith, 1994) para el crucero julio-septiembre de 2016, considerando las macrozonas norte y sur, y el total del área prospectada. S= distancia máxima entre las distribuciones de frecuencia acumulativas de f(t) y de g(t). P=significancia estadística ($p < 0,01$). Rango máximo de la variable ambiental a la distancia entre las funciones. SP= sin preferencia

Macrozonas	Parámetro	Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno (ml l ⁻¹)	Prof. Media (m)
Norte	S	0,1334	0,0450	0,1822	0,3848
	P	0,0004	0,4679	0,7078	0,0000
	Rango máx.	9,2-11,4	SP	SP	120-350
Sur	S	0,1689	0,1258	0,1243	0,2097
	P	0,0004	0,0014	0,2175	0,2468
	Rango máx.	9,7-10,8	34,3-34,6	SP	SP
Area total	S	0,0505	0,0409	0,2141	0,3185
	P	0,7017	0,2934	0,6788	0,0000
	Rango máx.	SP	SP	SP	140-280

Tabla 57.

Estadísticos descriptivos globales de las variables morfológicas, batimétricas y energía. Agregaciones de merluza común crucero 2016.

Descriptor	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	C.V.
Largo (m)	358	3,84	23.364,97	2.486,46	1.006,61	3.404,97	1,37
Alto (m)	358	0,35	67,08	5,09	2,01	7,23	1,42
Elongación	358	2,56	4.792,82	642,80	410,99	709,54	1,10
Perímetro (m)	358	14,21	862.593,89	52.818,62	9.231,22	96.652,72	1,83
Área (m ²)	358	4,32	640.947,33	21.057,81	1.933,77	48.920,93	2,32
D. fractal	358	1,47	2,45	2,02	2,04	0,15	0,07
Prof. agreg. (m)	358	38,10	486,24	166,22	129,51	95,10	0,57
Prof. fondo (m)	358	47,87	499,00	186,73	152,81	97,08	0,52
Índice altura (%)	358	0,14	92,37	12,29	9,14	11,54	0,94
Pendiente (°)	358	0,00	19,68	1,88	0,58	3,03	1,61
NASC (m ² /mn ²)	358	5,01	31.522,40	916,62	56,36	2.367,90	2,58
Densidad (NASC/m ²)	358	1,33	152,00	6,14	3,93	11,24	1,83



Tabla 58.
Estadísticos descriptivos de las variables morfológicas, batimétricas y energía según zona de estudio.
Agregaciones de merluza común crucero 2016.

Zona 1	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. tip.	C.V.
Largo (m)	12	37,85	6.703,53	2.229,84	2.141,20	1.993,86	0,89
Alto (m)	12	2,03	24,43	10,81	7,92	7,36	0,68
Elongación	12	18,68	976,94	245,51	162,33	276,02	1,12
Perímetro (m)	12	167,01	153.087,54	51.354,30	42.637,07	50.056,08	0,97
Área (m2)	12	70,89	75.337,73	26.780,23	16.775,30	26.098,56	0,97
D. fractal	12	1,65	1,94	1,85	1,90	0,10	0,05
Prof. agreg. (m)	12	94,45	426,79	282,69	328,53	123,89	0,44
Prof. fondo (m)	12	114,63	433,65	302,27	351,98	120,37	0,40
Índice altura (%)	12	0,52	33,20	8,66	4,66	9,62	1,11
Pendiente (°)	12	0,31	15,45	5,83	3,61	5,60	0,96
NASC (m ² /mn ²)	12	10,69	2.514,78	957,43	968,74	834,81	0,87
Densidad (NASC/m ²)	12	1,51	15,08	5,49	4,44	4,03	0,73
Zona 2	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. tip.	C.V.
Largo (m)	116	3,84	23.364,97	2.409,98	871,38	3.717,25	1,54
Alto (m)	116	0,45	43,94	5,46	2,38	6,97	1,28
Elongación	116	2,56	4.792,82	539,48	325,81	686,46	1,27
Perímetro (m)	116	14,21	862.593,89	59.463,50	7.396,44	115.479,36	1,94
Área (m2)	116	4,32	334.788,25	19.325,68	2.089,45	39.434,13	2,04
D. fractal	116	1,47	2,42	2,00	2,02	0,16	0,08
Prof. agreg. (m)	116	38,10	468,02	160,03	112,84	100,77	0,63
Prof. fondo (m)	116	65,44	499,00	188,12	145,52	102,25	0,54
Índice altura (%)	116	0,15	92,37	16,44	13,86	14,45	0,88
Pendiente (°)	116	0,02	16,08	2,43	0,61	3,27	1,35
NASC (m ² /mn ²)	116	5,17	12.893,88	851,13	62,49	1.690,54	1,99
Densidad (NASC/m ²)	116	1,70	152,00	7,19	4,40	16,92	2,35
Zona 3	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. tip.	C.V.
Largo (m)	146	16,03	16.630,67	3.039,20	1.352,02	3.784,21	1,25
Alto (m)	146	0,35	67,08	5,38	1,90	8,38	1,56
Elongación	146	14,96	4.768,30	750,92	499,97	815,92	1,09
Perímetro (m)	146	34,74	721.073,36	63.340,77	11.194,22	102.826,68	1,62
Área (m2)	146	8,02	640.947,33	28.297,28	2.071,96	64.589,27	2,28
D. fractal	146	1,66	2,45	2,031	2,04	0,14	0,07
Prof. agreg. (m)	146	40,17	486,24	152,23	115,93	91,26	0,60
Prof. fondo (m)	146	47,87	490,04	172,09	133,92	94,90	0,55
Índice altura (%)	146	0,63	51,25	12,82	11,33	9,92	0,77
Pendiente (°)	146	0,00	9,88	1,25	0,48	1,88	1,51
NASC (m ² /mn ²)	146	5,01	31.522,40	1.251,89	55,44	3.253,91	2,60
Densidad (NASC/m ²)	146	1,33	68,36	6,13	3,93	8,55	1,39
Zona 4	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. tip.	C.V.
Largo (m)	84	56,96	9.772,42	1.668,04	821,27	1.986,15	1,19
Alto (m)	84	0,44	24,45	3,26	1,31	4,38	1,35
Elongación	84	37,31	2.794,50	654,29	548,45	530,08	0,81
Perímetro (m)	84	197,37	226.989,81	25.563,04	6.526,80	43.494,44	1,70
Área (m2)	84	33,74	151.287,09	10.049,41	1.005,85	23.178,25	2,31
D. fractal	84	1,79	2,28	2,065	2,10	0,13	0,06
Prof. agreg. (m)	84	69,52	388,52	182,45	182,99	74,98	0,41
Prof. fondo (m)	84	79,56	422,00	193,77	186,02	77,73	0,40
Índice altura (%)	84	0,14	29,60	6,15	4,47	5,91	0,96
Pendiente (°)	84	0,03	19,68	1,65	0,51	3,29	2,00
NASC (m ² /mn ²)	84	5,10	6.861,18	418,51	37,31	1.054,76	2,52
Densidad (NASC/m ²)	84	1,47	23,39	4,77	3,54	3,67	0,77



Tabla 59.

Prueba estadística no paramétrica de Kruskal – Wallis y Mood, valores Chi cuadrado y significancia asintótica para las variables morfométricas, batimétricas y energía según zona de estudio. Agregaciones de merluza común crucero 2016.

	Kruskal - Wallis			Mood		
	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintót.	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintót.
Largo (m)	4,34	3	2,27E-01	2,65	3	4,49E-01
Alto (m)	24,34	3	2,12E-05	19,41	3	2,25E-04
Elongación	18,90	3	2,87E-04	13,44	3	3,78E-03
Perímetro (m)	4,90	3	1,79E-01	3,00	3	3,92E-01
Área (m ²)	7,16	3	6,71E-02	8,66	3	3,41E-02
D. fractal	26,25	3	8,45E-06	20,57	3	1,29E-04
Prof. agreg. (m).	24,02	3	2,48E-05	20,72	3	1,20E-04
Prof. Fondo (m)	18,20	3	3,99E-04	18,66	3	3,21E-04
Índice altura (%)	48,68	3	1,52E-10	37,54	3	3,55E-08
Pendiente (°)	21,60	3	7,90E-05	10,85	3	1,26E-02
NASC (m ² /mn ²)	9,13	3	2,76E-02	6,69	3	8,25E-02
Densidad (NASC/m ²)	4,08	3	2,53E-01	3,91	3	2,72E-01



Tabla 60.

Estadísticos descriptivos de las variables morfológicas, batimétricas y energía según rango de fondo.
Agregaciones de merluza común crucero 2016.

Rango <100	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	C.V.
Largo (m)	56	13,02	13.454,78	1.584,68	494,59	2.812,41	1,77
Alto (m)	56	0,36	7,28	1,58	1,07	1,44	0,91
Elongación	56	14,68	4.768,30	781,79	562,54	879,34	1,12
Perímetro (m)	56	27,16	307.365,21	22.032,19	3.165,89	50.692,04	2,30
Área (m2)	56	5,21	66.401,10	4.982,80	391,02	11.874,80	2,38
D. fractal	56	1,81	2,45	2,14	2,15	0,13	0,06
Prof. agreg. (m)	56	40,17	88,02	69,50	70,49	12,78	0,18
Prof. fondo (m)	56	47,87	99,56	81,75	84,04	12,85	0,16
Índice altura (%)	56	0,62	51,25	14,66	12,00	10,40	0,71
Pendiente (°)	56	0,05	4,30	0,47	0,30	0,59	1,26
NASC (m ² /mn ²)	56	5,40	3.708,98	374,42	26,21	852,04	2,28
Densidad (NASC/m ²)	56	2,43	108,97	10,84	6,26	16,23	1,50
Rango <200	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	C.V.
Largo (m)	172	3,84	23.364,97	2.886,88	1.115,55	3.857,71	1,34
Alto (m)	172	0,35	27,55	3,24	1,75	3,94	1,21
Elongación	172	2,56	4.792,82	832,65	603,33	770,59	0,93
Perímetro (m)	172	14,21	470.799,44	53.721,15	9.457,80	88.672,43	1,65
Área (m2)	172	4,32	155.737,31	16.910,22	1.711,22	30.645,26	1,81
D. fractal	172	1,66	2,42	2,06	2,07	0,12	0,06
Prof. agreg. (m)	172	62,17	191,92	118,11	112,04	28,87	0,24
Prof. fondo (m)	172	100,45	197,47	137,95	133,53	25,30	0,18
Índice altura (%)	172	0,76	53,80	14,63	12,57	11,04	0,75
Pendiente (°)	172	0,00	13,84	0,68	0,37	1,26	1,87
NASC (m ² /mn ²)	172	5,01	9.725,36	735,50	50,99	1.621,20	2,20
Densidad (NASC/m ²)	172	1,54	152,00	6,03	3,85	12,79	2,12
Rango <300	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	C.V.
Largo (m)	73	37,85	9.772,42	2.239,76	1.525,47	2.546,43	1,14
Alto (m)	73	0,51	43,94	6,80	4,57	7,65	1,13
Elongación	73	18,68	1.692,18	412,69	289,58	380,67	0,92
Perímetro (m)	73	167,01	284.057,59	48.582,80	26.034,84	68.148,31	1,40
Área (m2)	73	70,89	151.287,09	22.458,61	7.348,70	33.360,33	1,49
D. fractal	73	1,64	2,25	1,96	1,95	0,14	0,07
Prof. agreg. (m)	73	101,33	304,35	224,73	221,35	36,81	0,16
Prof. fondo (m)	73	201,52	310,83	244,41	240,20	31,74	0,13
Índice altura (%)	73	0,57	52,69	8,06	4,41	9,33	1,16
Pendiente (°)	73	0,14	19,68	3,47	2,01	3,82	1,10
NASC (m ² /mn ²)	73	5,10	13.613,14	1.021,32	225,47	2.002,77	1,96
Densidad (NASC/m ²)	73	1,33	15,66	4,37	3,22	3,09	0,71
Rango <400	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	C.V.
Largo (m)	47	56,96	15.289,40	2.841,29	1.853,66	3.504,65	1,23
Alto (m)	47	1,01	67,08	13,31	11,89	12,01	0,90
Elongación	47	26,91	1.389,21	240,20	142,96	291,97	1,22
Perímetro (m)	47	279,48	862.593,89	99.831,19	52.862,94	169.776,34	1,70
Área (m2)	47	66,90	640.947,33	56.628,74	24.993,24	106.885,92	1,89
D. fractal	47	1,65	2,16	1,88	1,89	0,12	0,06
Prof. agreg. (m)	47	217,72	396,92	320,34	325,80	40,37	0,13
Prof. fondo (m)	47	300,03	399,42	345,51	340,91	27,30	0,08
Índice altura (%)	47	0,14	32,47	7,35	3,43	8,72	1,19
Pendiente (°)	47	0,04	18,26	4,55	3,65	3,65	0,80
NASC (m ² /mn ²)	47	5,24	31.522,40	2.206,53	803,47	4.924,26	2,23
Densidad (NASC/m ²)	47	1,51	10,39	3,90	3,44	1,73	0,44
Rango <500	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	C.V.
Largo (m)	10	70,30	4.036,43	782,55	168,37	1.281,00	1,64
Alto (m)	10	1,02	22,55	5,24	2,21	6,53	1,25
Elongación	10	7,74	571,46	170,95	72,93	187,42	1,10
Perímetro (m)	10	429,02	149.725,73	19.661,54	1.558,65	46.484,77	2,36
Área (m2)	10	118,06	28.396,15	5.007,24	509,90	9.231,11	1,84
D. fractal	10	1,47	2,18	1,96	2,00	0,20	0,10
Prof. agreg. (m)	10	38,10	486,24	383,90	406,71	125,99	0,33
Prof. fondo (m)	10	401,70	499,00	446,41	434,86	34,46	0,08
Índice altura (%)	10	0,20	92,37	12,89	1,89	28,46	2,21
Pendiente (°)	10	0,95	16,08	6,19	5,29	5,25	0,85
NASC (m ² /mn ²)	10	6,44	1.658,12	241,43	21,36	520,31	2,16
Densidad (NASC/m ²)	10	1,62	12,04	4,96	4,33	3,10	0,63



Tabla 61.

Prueba estadística no paramétrica de Kruskal – Wallis y Mood, valores Chi cuadrado y significancia asintótica para las variables morfométricas, batimétricas y energía según rango de fondo. Agregaciones de merluza común crucero 2016.

	Kruskal - Wallis			Mood		
	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintót.	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintót.
Largo (m)	16,48	4	2,44E-03	16,88	4	2,04E-03
Alto (m)	87,74	4	3,97E-18	53,95	4	5,40E-11
Elongación	69,20	4	3,35E-14	60,41	4	2,38E-12
Perímetro (m)	21,87	4	2,13E-04	17,50	4	1,54E-03
Área (m ²)	36,86	4	1,93E-07	22,76	4	1,42E-04
D. fractal	99,61	4	1,19E-20	69,37	4	3,08E-14
Prof. agreg (m).	289,06	4	2,48E-61	206,94	4	1,21E-43
Prof. Fondo (m)	312,11	4	2,64E-66	217,84	4	5,47E-46
Índice altura (%)	58,21	4	6,88E-12	53,05	4	8,30E-11
Pendiente (°)	156,26	4	9,28E-33	111,73	4	3,11E-23
NASC(m ² /mn ²)	22,70	4	1,45E-04	23,02	4	1,26E-04
Densidad(NASC/m ²)	44,62	4	4,77E-09	46,63	4	1,82E-09



Tabla 62.

Estadísticos descriptivos de las variables morfológicas, batimétricas y energía según pendiente de fondo. Agregaciones de merluza común crucero 2016.

0≤ Pendiente <5°	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	C.V.
Largo (m)	315	13,02	23.364,97	2.712,47	1.281,84	3.553,87	1,31
Alto (m)	315	0,35	67,08	4,53	1,90	6,47	1,43
Elongación	315	7,74	4.792,82	716,71	491,08	724,99	1,01
Perímetro (m)	315	27,16	862.593,89	57.033,38	10.663,30	101.543,17	1,78
Área (m ²)	315	5,21	640.947,33	21.901,08	1.942,15	51.297,39	2,34
D. fractal	315	1,47	2,45	2,04	2,05	0,14	0,07
Prof. agreg. (m)	315	38,10	408,98	149,70	117,77	83,80	0,56
Prof. fondo (m)	315	47,87	499,00	169,58	141,39	86,45	0,51
Índice altura (%)	315	0,14	92,37	12,77	9,98	11,57	0,91
Pendiente (°)	315	0,00	4,93	0,95	0,47	1,11	1,18
NASC (m ² /mn ²)	315	5,01	31.522,40	943,14	56,46	2.480,34	2,63
Densidad (NASC/m ²)	315	1,47	108,97	5,74	3,84	8,62	1,50
5°≤ Pendiente <10°	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	C.V.
Largo (m)	32	55,16	4.069,15	961,50	389,77	1.056,00	1,10
Alto (m)	32	0,54	43,94	9,94	3,88	11,75	1,18
Elongación	32	25,56	516,77	115,42	84,21	102,04	0,88
Perímetro (m)	32	208,04	153.087,54	24.581,86	3.116,11	37.107,37	1,51
Área (m ²)	32	72,11	95.382,16	18.245,35	1.702,25	27.982,83	1,53
D. fractal	32	1,64	2,25	1,86	1,85	0,15	0,08
Prof. agreg. (m)	32	101,33	486,24	285,20	284,63	80,78	0,28
Prof. fondo (m)	32	154,60	490,04	310,54	300,03	69,93	0,23
Índice altura (%)	32	0,15	52,69	8,93	4,83	11,32	1,27
Pendiente (°)	32	5,13	9,88	6,75	6,53	1,32	0,20
NASC (m ² /mn ²)	32	5,54	4.683,32	896,25	71,95	1.432,90	1,60
Densidad (NASC/m ²)	32	1,33	10,39	4,99	4,12	2,43	0,49
Pendiente ≥10°	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	C.V.
Largo (m)	11	3,84	1.598,38	450,57	180,60	499,39	1,11
Alto (m)	11	1,23	17,08	6,99	5,02	5,93	0,85
Elongación	11	2,56	106,00	60,46	81,05	37,04	0,61
Perímetro (m)	11	14,21	90.797,87	14.266,63	2.475,76	26.835,34	1,88
Área (m ²)	11	4,32	24.993,24	5.091,36	802,62	7.555,40	1,48
D. fractal	11	1,65	2,15	1,90	1,92	0,15	0,08
Prof. agreg. (m)	11	124,08	468,02	293,23	281,88	102,56	0,35
Prof. fondo (m)	11	137,26	478,57	317,64	309,25	97,30	0,31
Índice altura (%)	11	1,31	29,60	8,18	4,39	9,65	1,18
Pendiente (°)	11	10,30	19,68	14,36	13,84	2,82	0,20
NASC (m ² /mn ²)	11	6,56	774,77	216,45	56,27	256,65	1,19
Densidad (NASC/m ²)	11	3,10	152,00	20,85	7,45	43,73	2,10



Tabla 63.

Prueba estadística no paramétrica de Kruskal – Wallis y Mood, valores Chi cuadrado y significancia asintótica para las variables morfométricas, batimétricas y energía según pendiente de fondo. Agregaciones de merluza común crucero 2016.

	Kruskal - Wallis			Mood		
	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintót.	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintót.
Largo (m)	18,60	2	9,12E-05	7,17	2	2,78E-02
Alto (m)	17,05	2	1,98E-04	11,98	2	2,50E-03
Elongación	78,93	2	7,25E-18	44,46	2	2,21E-10
Perímetro (m)	7,64	2	2,19E-02	3,78	2	1,51E-01
Área (m ²)	1,64	2	4,41E-01	0,09	2	9,54E-01
D. fractal	42,54	2	5,77E-10	29,04	2	4,95E-07
Prof. Agreg. (m).	61,98	2	3,48E-14	40,32	2	1,76E-09
Prof. Fondo (m)	66,01	2	4,65E-15	44,70	2	1,97E-10
Índice altura (%)	9,98	2	6,80E-03	11,67	2	2,92E-03
Pendiente (°)	113,54	2	2,21E-25	48,87	2	2,44E-11
NASC(m ² /mn ²)	0,11	2	9,49E-01	0,09	2	9,54E-01
Densidad(NASC/m ²)	8,67	2	1,31E-02	2,55	2	2,79E-01



Tabla 64. Matriz de correlaciones no paramétricas de Spearman para las variables morfométricas, batimétricas y de energía.

	Largo(m)	Alto(m)	Elongaci3n	Perimetro(m)	Área(m ²)	Dfractal	Prof. Agreg.	Prof. Fondo	Ind.Alt (%)	Alfa (°)	NASC	Densidad
Largo (m)	1											
Alto (m)	0,691	1										
Elongaci3n	0,667	-0,036	1									
Perimetro (m)	0,975	0,791	0,528	1								
Área (m ²)	0,941	0,874	0,400	0,977	1							
D. fractal	-0,351	-0,810	0,310	-0,418	-0,559	1						
Prof. agreg. (m)	0,084	0,463	-0,358	0,170	0,266	-0,492	1					
Prof. fondo (m)	0,064	0,491	-0,401	0,164	0,268	-0,523	0,949	1				
Índice altura (%)	0,094	-0,015	0,172	0,102	0,053	0,102	-0,569	-0,384	1			
Pendiente (°)	-0,128	0,396	-0,577	-0,018	0,088	-0,507	0,624	0,678	-0,230	1		
NASC (m ² /mm ²)	0,905	0,853	0,371	0,939	0,961	-0,559	0,195	0,191	0,045	0,097	1	
Densidad (NASC/m ²)	-0,254	-0,150	-0,233	-0,271	-0,259	-0,029	-0,273	-0,296	-0,060	0,045	-0,021	1



Tabla 65.

Prueba de esfericidad de Barlett y medida de adecuaci3n muestral de Kaiser – Meyer- Olkin (KMO).

Medida de adecuaci3n muestral de KMO		0,63
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	4250,69
	gl.	45
	Sig.	p < 0,001

Tabla 66.

Comunalidades de las variables morfom3tricas, batim3tricas y de energa.

Variable	Inicial	Extracci3n
Largo	1	0,90
Alto	1	0,83
Elongaci3n	1	0,82
Perimetro	1	0,90
Área	1	0,90
D. fractal	1	0,55
Prof. agreg.	1	0,93
Prof. fondo	1	0,83
Pendiente	1	0,68
NASC	1	0,82



Tabla 67.

Valores propios y proporci3n de la variabilidad explicada por los componentes.

Componente	Valor propio	% de la varianza	% acumulado
1	4,31	43,13	43,13
2	2,67	26,65	69,78
3	1,18	11,83	81,61
4	0,79	7,94	89,55
5	0,53	5,28	94,83
6	0,26	2,57	97,39
7	0,16	1,62	99,01
8	0,05	0,52	99,53
9	0,03	0,33	99,85
10	0,01	0,15	100,00

Tabla 68.

Correlaci3n de las variables originales con los componentes principales.

	Componente		
	1	2	3
Largo	0,921	0,192	-0,135
Alto	0,866	0,190	-0,190
Elongaci3n	0,857	0,399	0,063
Permetro	0,839	-0,224	-0,272
Área	0,707	0,538	0,328
D. fractal	-0,606	0,407	0,134
Prof. agreg.	0,423	-0,807	0,323
Prof. fondo	0,457	-0,781	0,124
Pendiente	0,133	0,720	0,530
NASC	-0,068	0,387	-0,724

A N E X O S

A N E X O 1

Taller de Resultados.



El taller de entrega de resultados se realizó el día viernes 17 de marzo de 2017 en el auditorio "Marcos Espejo Vidal", del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso. La asistencia total fue de 23 personas. El objetivo del taller fue dar a conocer los resultados más relevantes obtenidos durante el estudio, respecto de: estimados de biomasa, abundancia y aspectos biológico-pesqueros de merluza común.

Participantes Taller de difusión de resultados Proyecto Convenio de Desempeño ASIPA 2016



Taller de Presentación de Resultados

"Evaluación directa de merluza común, año 2016"
Financia: Convenio de Desempeño 2016-2017 IFOP / Subsecretaría de Economía y EMT



17 de marzo de 2017

Lugar: Auditorio IFOP "Marcos Espejo Vidal", Almirte Manuel Blanco Encalada 839, Valparaíso.

ASISTENCIA:

Nº	Nombre	Mail	Institución	Firma
1	Sergio Núñez E.	snunez@inpesca.cl	Dist. Jura Programa	[Firma]
2	Fernanda Osorio Z	fernanda.osorio@ifop.cl	IFOP	[Firma]
3	JUAN OLIVARES	JUAN.OLIVARES@IFOP.CL	IFOP	[Firma]
4	Ignacio Payo	ignaciopayo@ifop.cl	IFOP	[Firma]
5	Rafael Falcon S	rafalco@neconomia.cl	Minecon	[Firma]
6	Solbe ANCOA	Solbe.ANCOA@IFOP.CL	IFOP	[Firma]
7	EDUARDO DALL	EDUARDO.DALL@IFOP.CL	IFOP	[Firma]
8	JORGE SATELER	JORGE.SATELER@IFOP.CL	IFOP	[Firma]
9	PATRICIO PALVEZ	patricio.palvez@ifop.cl	IFOP	[Firma]
10	Patricio San Juan	patricio.sanjuan@ifop.cl	IFOP	[Firma]
11	[Firma]	consupoch 20013 @CONSUL.COM	CONSUPCH	[Firma]
12	[Firma]	PUSSA.DANIELA@CONSUL.COM	CONSULCOM	[Firma]
13	Carola Hernández	carola.hernandez@ifop.cl	IFOP	[Firma]
14	Claudio Barahol	claudio.barahol@ifop.cl	IFOP	[Firma]
15	Juan C. SANCHEZ N.	juancs.sanchez@ifop.cl	IFOP	[Firma]



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



Taller de Presentación de Resultados

"Evaluación directa de merluza común, año 2016"
Financia: Convenio de Desempeño 2016-2017 IFOP / Subsecretaría de Economía y EMT



17 de marzo de 2017

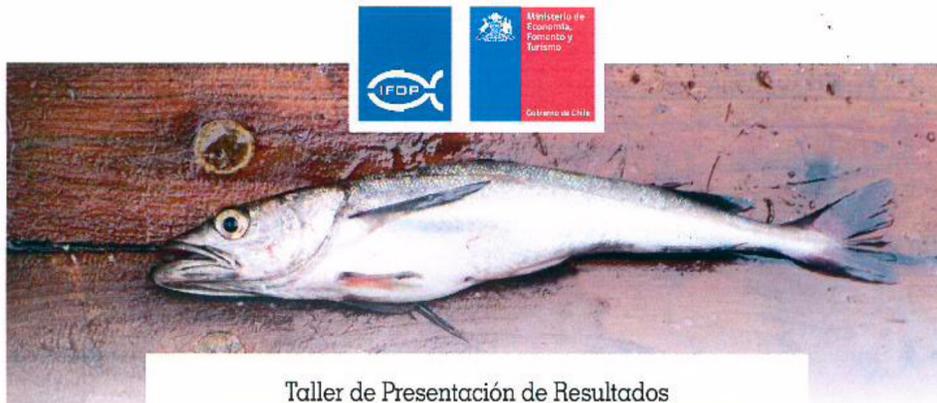
Lugar: Auditoría IFOP "Marcos Espino Videla", Almir. Manuel Blanco Encalada 839, Valparaíso

ASISTENCIA:

N°	Nombre	Mail	Institución	Firma
16	ALVARO SAAVEDRA GODOY	—	IFOP	
17	Ignacio Jarama	coyoteah 2013@gmail.com	COYOTEAH	
18	Hector Baci Guevara	hbaqueguera@sonarpesca.cl	SONARPESCA	
19	Andrea Luna	aluna@cepes.cl	CEPES	
20	René Vargas S.	rene.vargas@ifop.cl	IFOP	
21	Jorge Fariñas A.	jfariñas@subpesca.cl	SSPA	
22	Andrés Lillo V.	Andres.lillo@ifop.cl	IFOP	
23	Esteban Molina	esteban.molina@ifop.cl	ifop	
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				



PROGRAMA:



Taller de Presentación de Resultados

"Evaluación directa de merluza común, año 2016"

Financia: Convenio de Desempeño 2016-2017 IFOP / Subsecretaría de Economía y EMT

17 de marzo de 2017

Lugar: Auditorio IFOP "Marcos Espejo Vidal"
Almte. Manuel Blanco Encalada 839, Valparaíso.

14:15 - 14:35 horas

- Recepción
- Antecedentes del Proyecto
Sr. Sergio Lillo V., Jefe de Proyecto IFOP.

14:35 - 14:55 horas

Caracterización de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período de estudio.
Sr. Esteban Molina G., Investigador IFOP.

14:55 - 15:15 horas

Caracterización de la distribución espacial y batimétrica del ictioplancton, huevos y larvas de merluza común y las condiciones bio-oceanográficas presentes en el área y período de estudio.
Sr. Jorge Angulo A., Investigador IFOP.
Sr. Sergio Núñez E., Investigador INPESCA VIII Región.

15:15 - 15:30 horas

Café

15:30 - 15:50 horas

Caracterización de la actividad reproductiva del stock evaluado de merluza común a partir de los datos obtenidos en los lances de investigación.
Sr. Eduardo Díaz R., Investigador IFOP.

15:50 - 16:10 horas

Caracterización de la composición demográfica del stock evaluado mediante indicadores biológicos analizados en el contexto espacial.
Sr. Juan Olivares C., Investigador IFOP.
Sr. Juan Carlos Saavedra N., Investigador IFOP.

16:10 - 16:30 horas

Tamaño del stock de merluza común y su distribución espacial en el área y período de estudio.
Sr. Sergio Lillo V., Investigador IFOP.

16:30 - 17:00 horas

Discusión de los resultados.
Cierre del Taller.



www.ifop.cl



ANTECEDENTES:

De acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura esta unidad de pesquería fue declarada en estado de plena explotación. Su manejo está orientado a mantener controlado el acceso a la pesquería y la aplicación, a partir de 1992, de cuotas globales anuales de capturas asignadas bajo el sistema de límite máximo de captura por armador (LMCA) que, actualmente, se asignan como Licencias Transables de Pesca (LTP). Las cuotas globales anuales se establecen considerando las estimaciones de capturas totales permisibles (CTP), las que en su proceso de estimación son calibradas con información auxiliar, considerándose gravitante la evaluación directa del stock, pues permite obtener de manera independiente de la actividad pesquera antecedentes acerca del tamaño, distribución y características biológicas del stock.

Desde el año 1993 se han realizado 21 cruceros de prospección pesquera de tipo ecosistémicos, recopilándose datos: acústicos; biológico - pesqueros de merluza común; estructura y composición de la fauna acompañante e información bio - oceanográfica.

Estos cruceros han cubierto espacialmente la plataforma continental del área de la pesquería y latitudinalmente sus límites han variado entre los 29°10'S y 31°00'S por el norte y desde los 41°20'S a 42°00'S por el sur. Temporalmente los cruceros se han realizado durante el período invernal.



OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el stock de merluza común, a través del método hidroacústico, entre el límite norte de la IV Región y la X Región, año 2016.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar el tamaño del stock de merluza común y su distribución espacial en el área y período de estudio.
- Caracterizar la composición demográfica del stock evaluado mediante indicadores biológicos analizados en un contexto espacial.
- Caracterizar la actividad reproductiva del stock evaluado de merluza común partir de los datos obtenidos en los lances de investigación.
- Caracterizar la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período de estudio, con especial énfasis en la jibia (*Dosidicus gigas*).
- Caracterizar la distribución espacial y batimétrica del ictioplancton, huevos y larvas de merluza común y determinar las condiciones bio-oceanográficas presentes en el área y período de estudio.
- Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común en el área y período de estudio.



RESUMEN DE PRESENTACIONES

Importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común.

Sr. Esteban Molina., Investigador (IFOP).

En el total de lances realizados (145), el 94,5% presenta merluza común como parte de la captura. Se identifican 49 taxa, de estos, seis aportan más de 95% de la captura total del crucero.

Peces óseos son la base de la fauna que da forma a las comunidades bentodemersales, merluza común como especie principal en este ecosistema. La presencia de jibia durante el período de estudio, se mantiene en niveles por debajo de los niveles históricos registrados durante el 2004 y el 2005.

Las comunidades bentodemersales presentes en la zona tienen un patrón de distribución espacial asociado a la batimetría y secundariamente a la latitud. Latitudinalmente se distinguen dos zonas biogeográficas, la primera se ubica al norte del paralelo 38° S caracterizada por crustáceos decápodos y peces. La segunda zona se localiza al sur del paralelo 38° S y se caracteriza por presencia masiva de peces y escasa o nula presencia de crustáceos.

Para jibia, la longitud de manto promedio se situó en torno a 74 cm, valor que fue inferior al obtenido durante 2015, pero se mantiene en el rango histórico de la serie 2004 - 2016. El comportamiento trófico de esta especie la caracteriza como un depredador activo y oportunista, con una dieta compuesta casi exclusivamente en peces.

Distribución espacial y batimétrica de los huevos y larvas de merluza común.

Sr. Jorge Angulo A., Investigador (IFOP).

El ictioplancton disminuyó su cobertura espacial en relación a invierno de 2015, sin embargo, presentó una mayor extensión meridional respecto de los años previos al 2014. Los indicadores abundancia de huevos y larvas se encuentran dentro de los registros más altos de la serie de datos 2004-2015.

El patrón de distribución espacial de los huevos de merluza común coincidió con el observado en el zooplancton, lo que sugiere el acople espacial.

El incremento en los porcentajes de participación del meroplancton, pudo ser producto de una condición local alterada y a la vez sugiere un acople temporal en los procesos reproductivos del ictioplancton y zooplancton

A partir del invierno de 2013 se observó un descenso sostenido en la abundancia media de eufausidos, distribución de tamaños del zooplancton y en la biomasa zooplanctónica.

La menor disponibilidad de eufausidos puede influir negativamente en la fracción juvenil de merluza común.

Condiciones oceanográficas asociadas a la distribución espacial de la merluza común.



Sr. Sergio Núñez E., Investigador (INPESCA-VIII S.A.).

Ausencia de gradientes zonales y una leve variación meridional ($\approx 2,5-3^{\circ}\text{C}$). Variaciones meridionales significativas de salinidad/densidad superficial y variaciones zonales al sur de los 37°S , verificando aguas más salinas/densas al norte de 35°S .

Baja estratificación térmica. Estratificación salina/densidad en gran parte del área prospectada, con picnoclinas entre 30-90 m y oxiclinas bien desarrolladas entre los 30 y 150 m. Se verifica la presencia de estrato sub-superficial de alta salinidad (máximo salino, $>34,5$ psu) y pobremente oxigenado (mínimo de oxígeno, <1 mL L⁻¹) situado entre los 160-400 metros al norte de los 32°S , perdiendo intensidad al sur de los 39°S (AESS en su flujo hacia el polo).

Dominio de ASAA y AESS. Incipiente presencia de AIAA.

Los rangos ambientales a la PMC de merluza común verifican asociación del recurso con AESS en gran parte del área de estudio, lo que sugiere la incursión de manera habitual en ambiente caracterizado por aguas frías, de altas salinidades y bajo contenido de oxígeno, comportamiento que se verifica también, con escasa variabilidad interanual para 1997-2016.

Aspectos reproductivos de merluza común, estimados durante el crucero.

Sr. Eduardo Díaz R., Investigador (IFOP).

La merluza común en el periodo y área prospectada se encontró mayoritariamente en desarrollo del proceso reproductivo, en fase de maduración avanzada y con menor aporte de desove. Las hembras sexualmente activas incrementaron marcadamente a partir del grupo de tamaños 30 – 34 cm.

El estimado de la talla de madurez (L50%) de las hembras fue 30,0 cm LT., hecho que señaló la relativa estabilidad del parámetro en los últimos años.

El potencial de fecundidad parcial promedio fue 77.706 ovocitos y la fecundidad relativa promedio de 113 ovocitos, resultando 8% y 16% menor respecto al promedio de 2015, respectivamente.

Estructura demográfica de la merluza común.

Sres. Juan Carlos Saavedra N. y Juan Olivares C., Investigadores (IFOP).

En el contexto histórico, la distribución de tallas del 2016 se mantiene por debajo de las composiciones de tamaño observadas antes del 2003. En la subzona 1 para ambos sexos, se observan las menores distribuciones de tallas de todo el periodo y similares las registradas en el año 2004 y el 2006. Para el 2016 y por subzona, la talla modal estuvo en torno a los 27 cm en machos y en los 29 cm, sin observarse un patrón latitudinal los tamaños.



Para el presente estudio se observa similar estructura de edad de los últimos años, con una población que mantiene un alto porcentaje de individuos juveniles, sostenida principalmente por los grupos de edad GE I al GE III en los machos y GE I al GE IV en las hembras. El stock continúa presentando una estructura demográfica deteriorada, con una alta componente de ejemplares juveniles sostenida por escasas clases anuales de menor edad y que mantiene al stock en un estado crítico en términos de su estructura y tamaño

Resultados de la evaluación directa de merluza común.

Sr. Sergio Lillo V., Investigador (IFOP).

El stock de merluza común continúa en un estado de deterioro caracterizado por una estructura demográfica juvenil y un nivel bajo de biomasa, que se ha observado desde el 2004. La presencia de individuos menores a 37 cm abarca la mayor parte del área prospectada. El stock presenta una distribución centrada en la latitud 35°25'S. El stock de merluza común, está concentrada entre la V y VIII Región, pero con bajos niveles de densidad localizada en los niveles batimétricos medios. No se observa recuperación en la composición del stock.

DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES

Los resultados obtenidos de la evaluación indican que merluza común mantiene un *stock* deteriorado con bajos niveles de biomasa, alta incidencia de juveniles, escasos de *stock* parental adulto y disminución paulatina de la talla de primera madurez y fecundidad.

Los antecedentes reproductivos expuestos indican que merluza común se encontraba en desarrollo de su proceso reproductivo. Se mantiene talla media de madurez en torno a 30 cm y disminución de la fecundidad, respecto de 2015, se hace un llamado de atención por la disminución continua del potencial reproductivo de esta especie desde 2004

Por otro lado, se sugiere hacer análisis más detallados de la fecundidad y, principalmente, de la viabilidad de los huevos y larvas de merluza común y el posible éxito de sobrevivencia de los estadios tempranos de desarrollo de esta especie.

A N E X O 2

Secciones oceanográficas verticales.

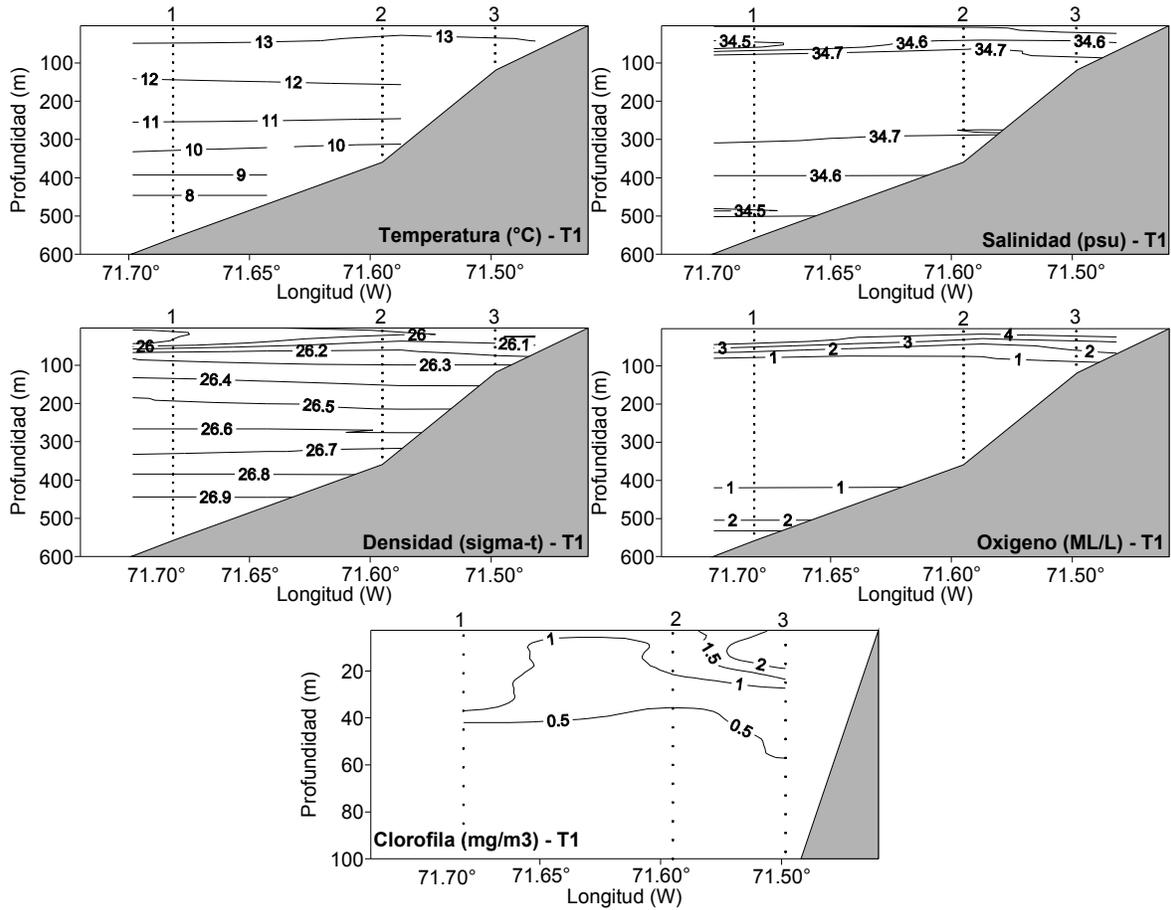


Figura 1. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}$ C), salinidad (psu), densidad (σ_t), ox3geno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentraci3n de clorofila-a. Transecta 1. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

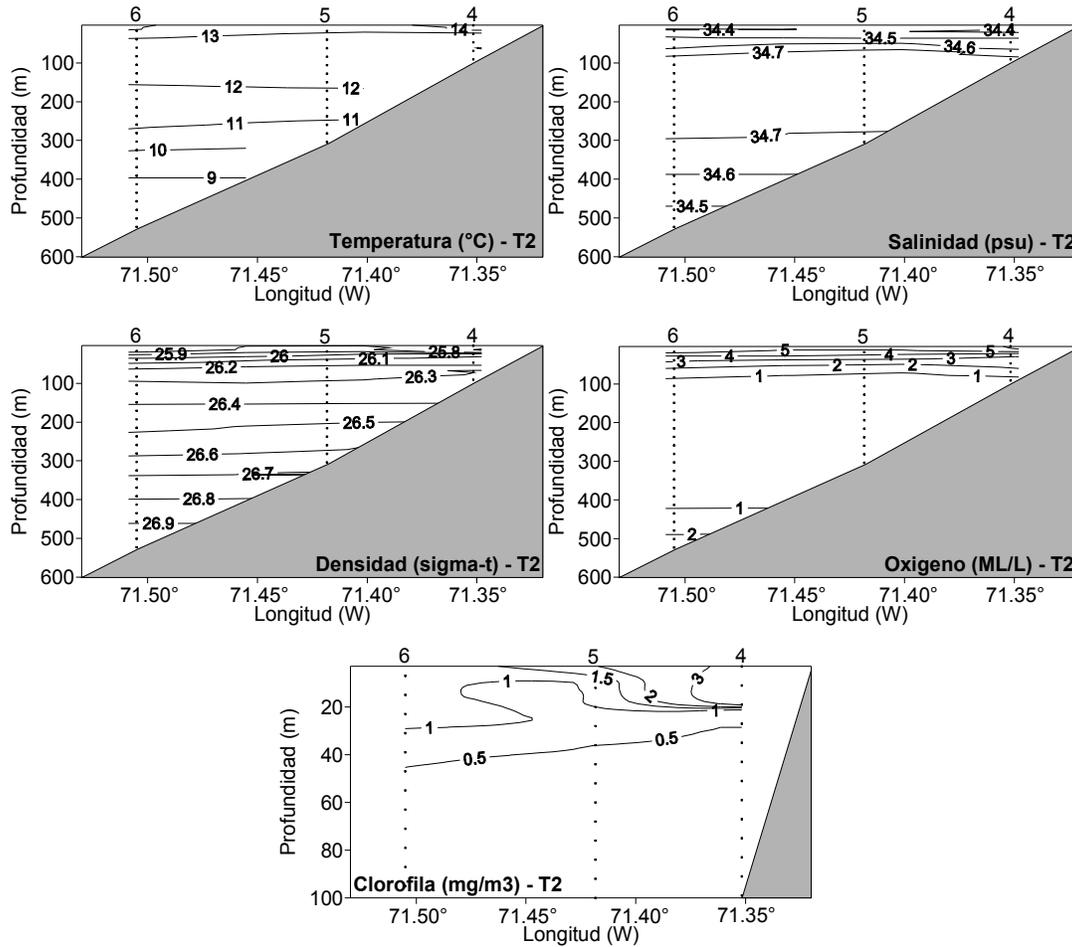


Figura 2. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($ml \cdot L^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 2. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

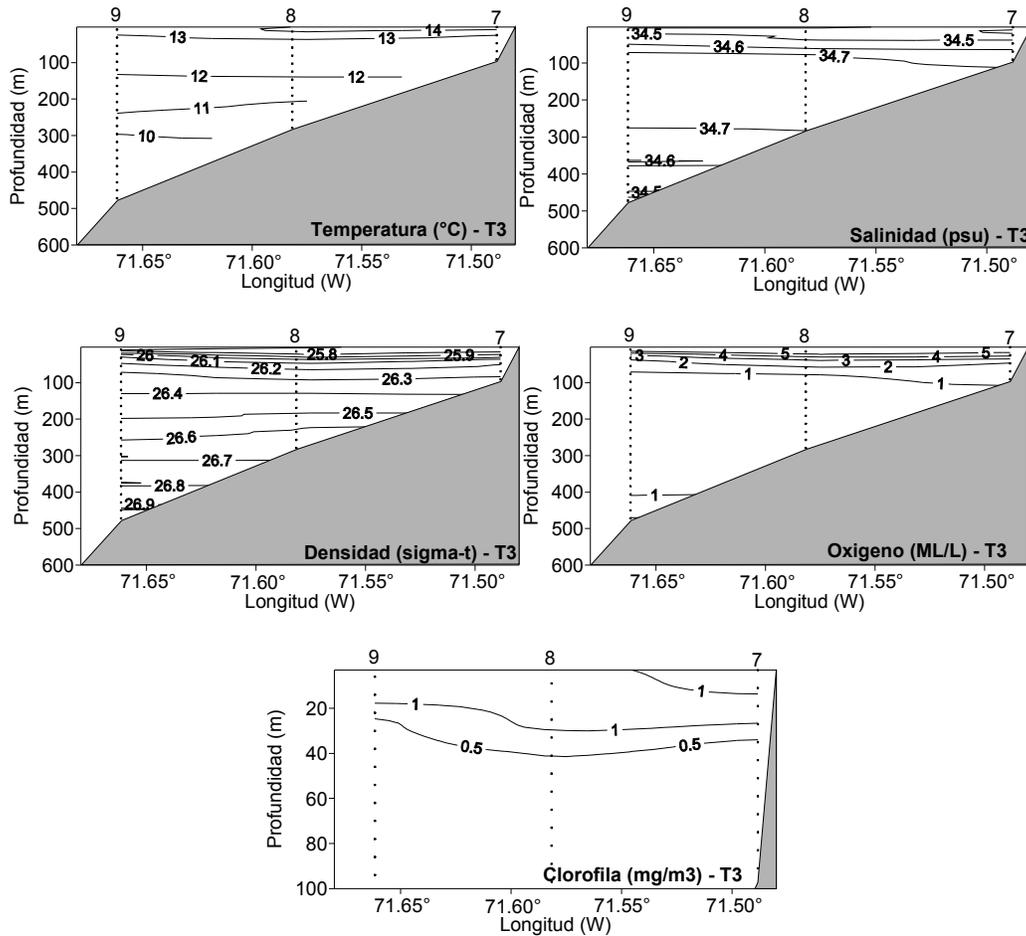


Figura 3. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxigeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentraci3n de clorofila-a. Transecta 3. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

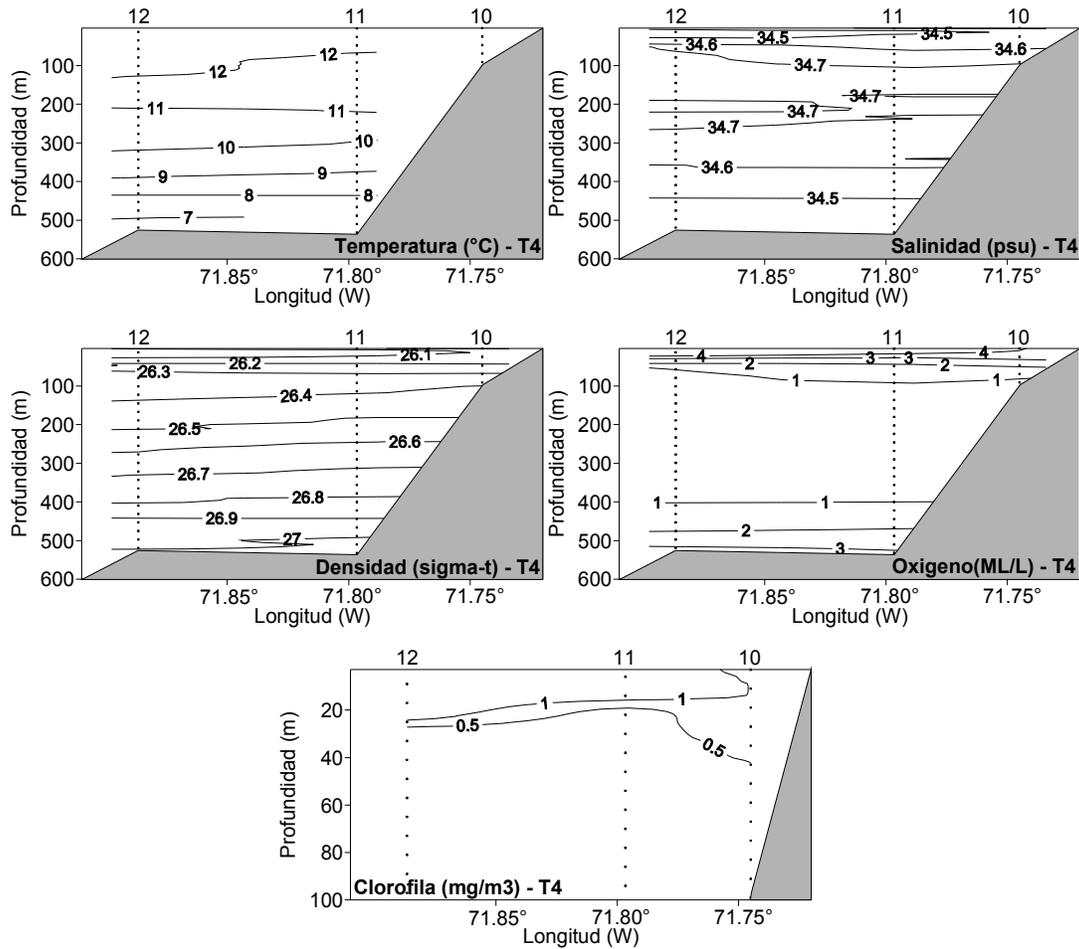


Figura 4. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 4. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

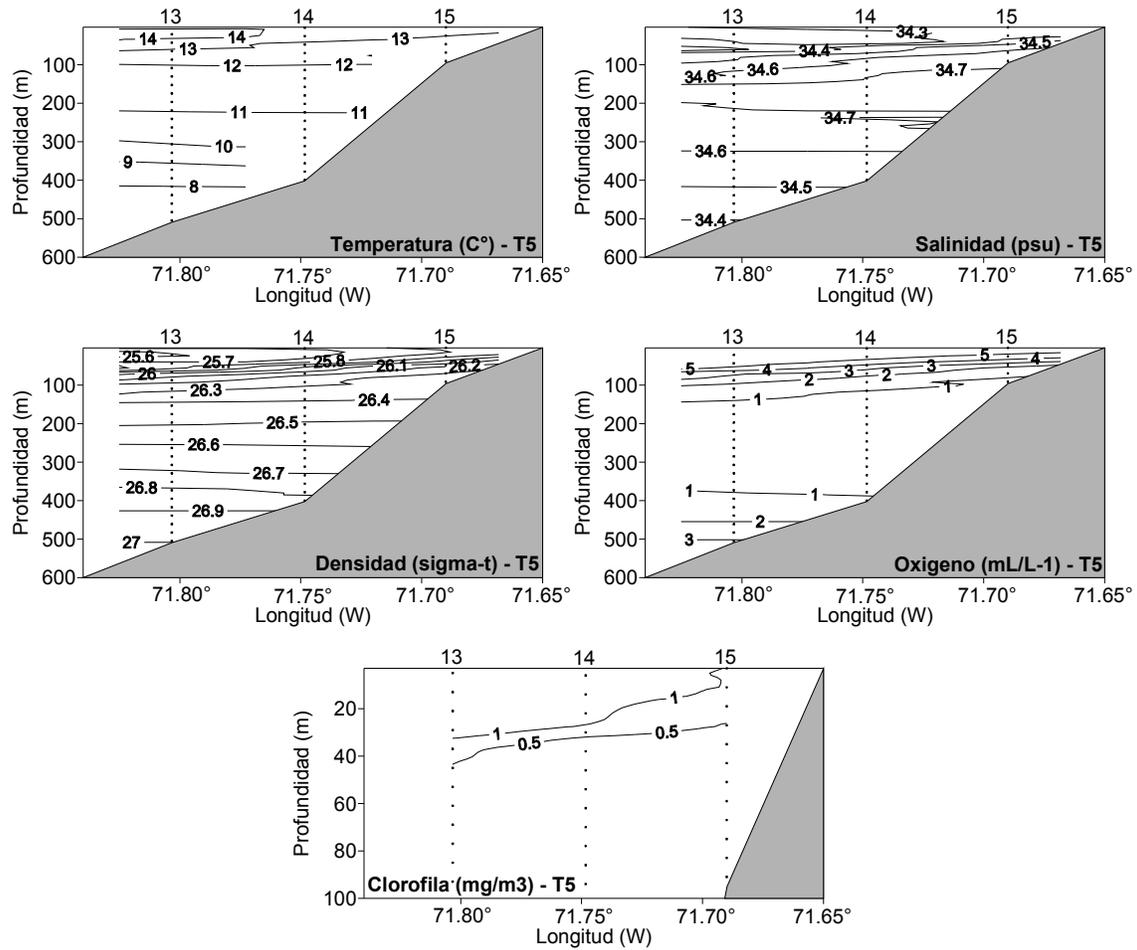


Figura 5. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 5. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

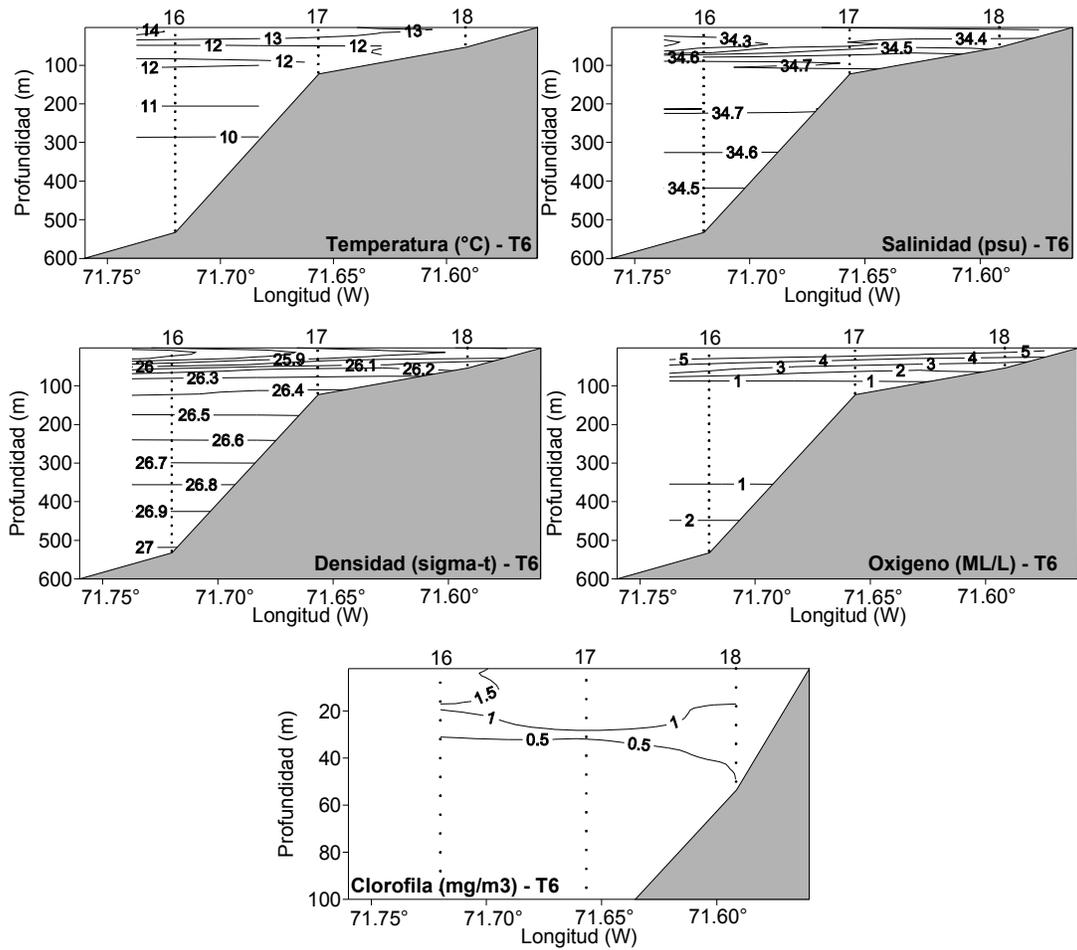


Figura 6. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 6. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

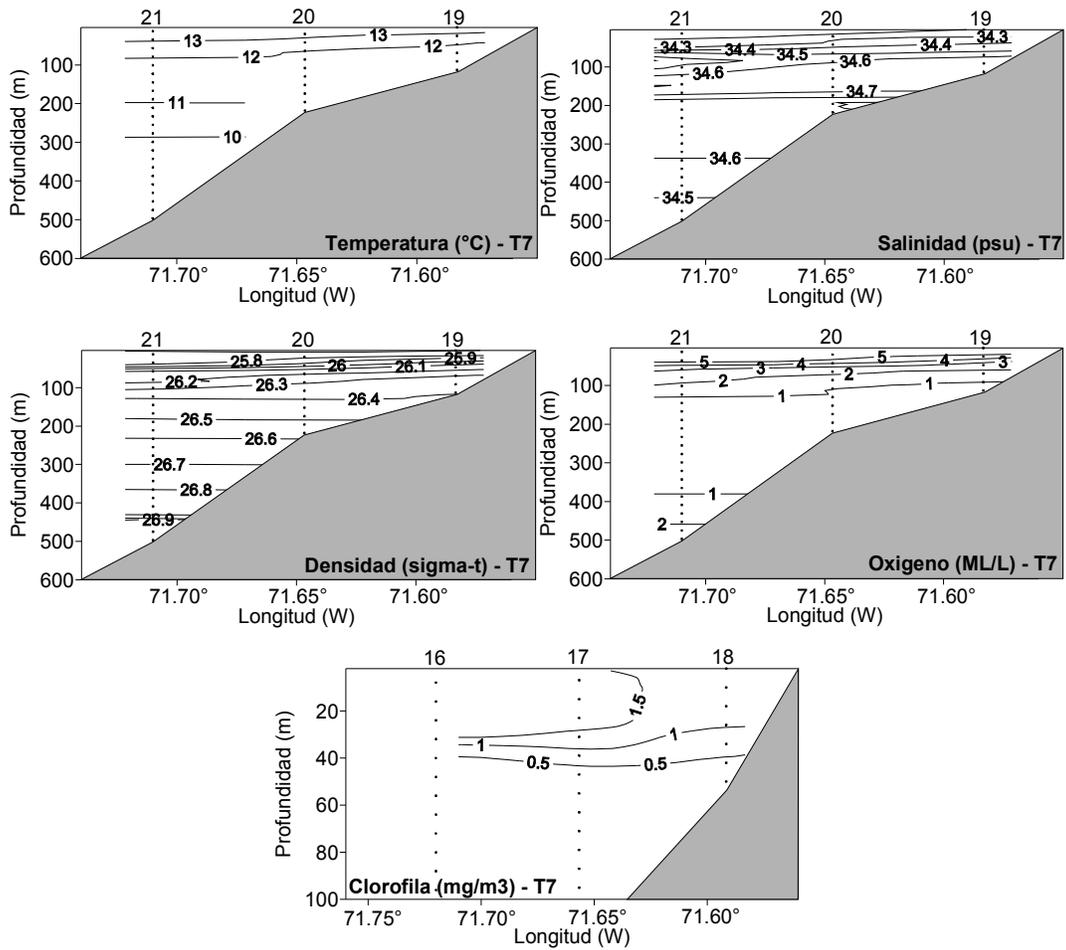


Figura 7. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxigeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentraci3n de clorofila-a. Transecta 7. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

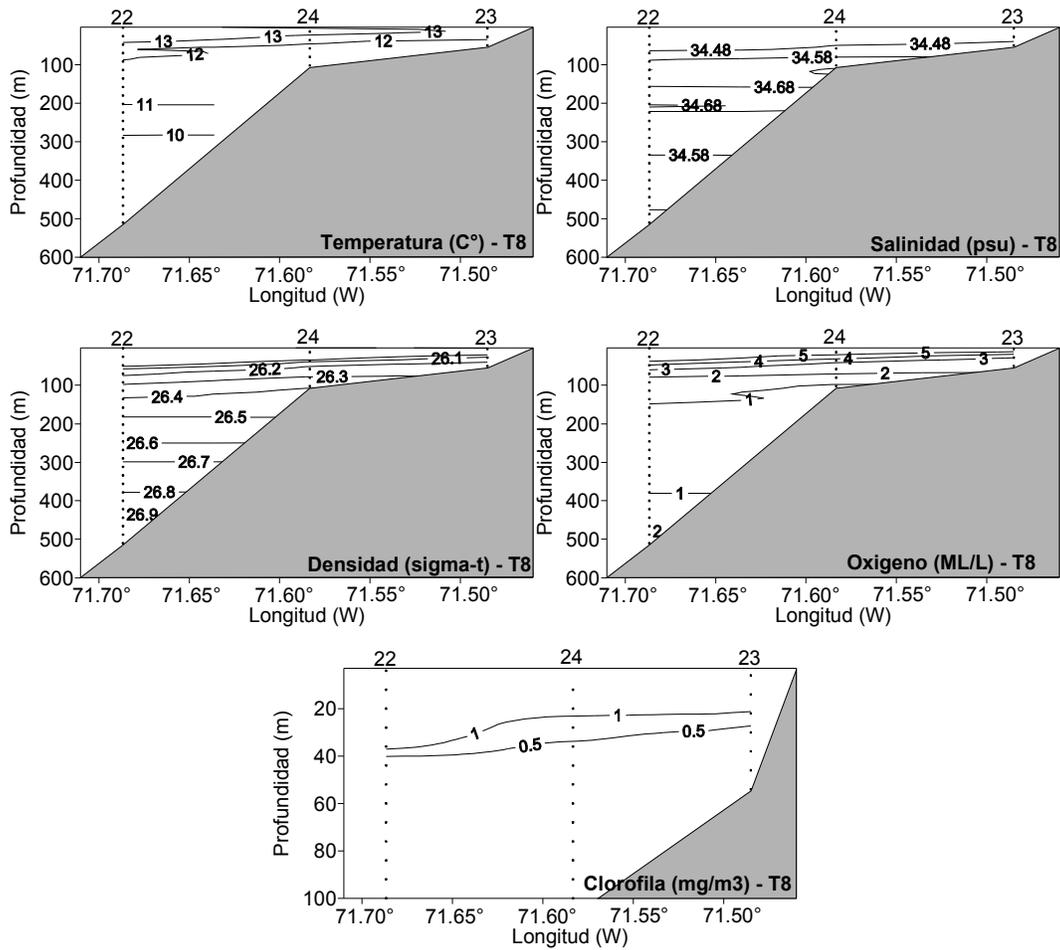


Figura 8. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 8. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

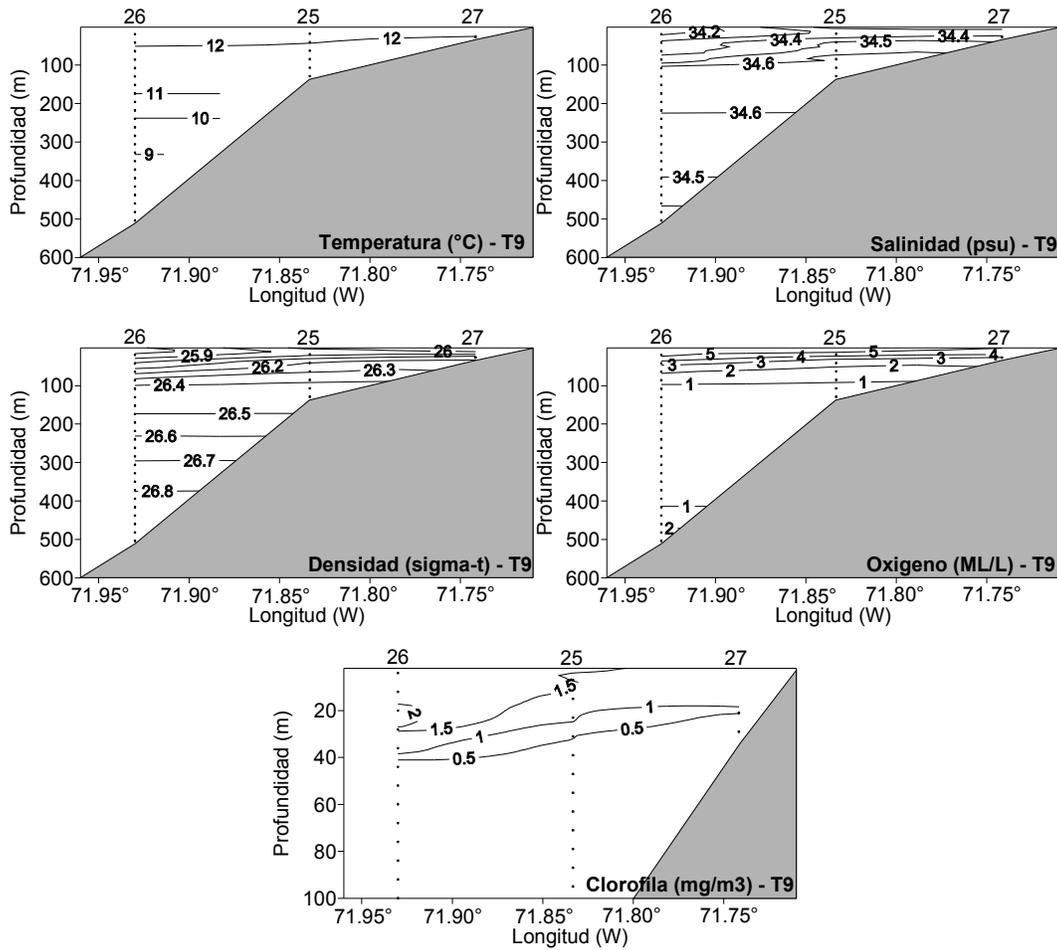


Figura 9. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 9. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

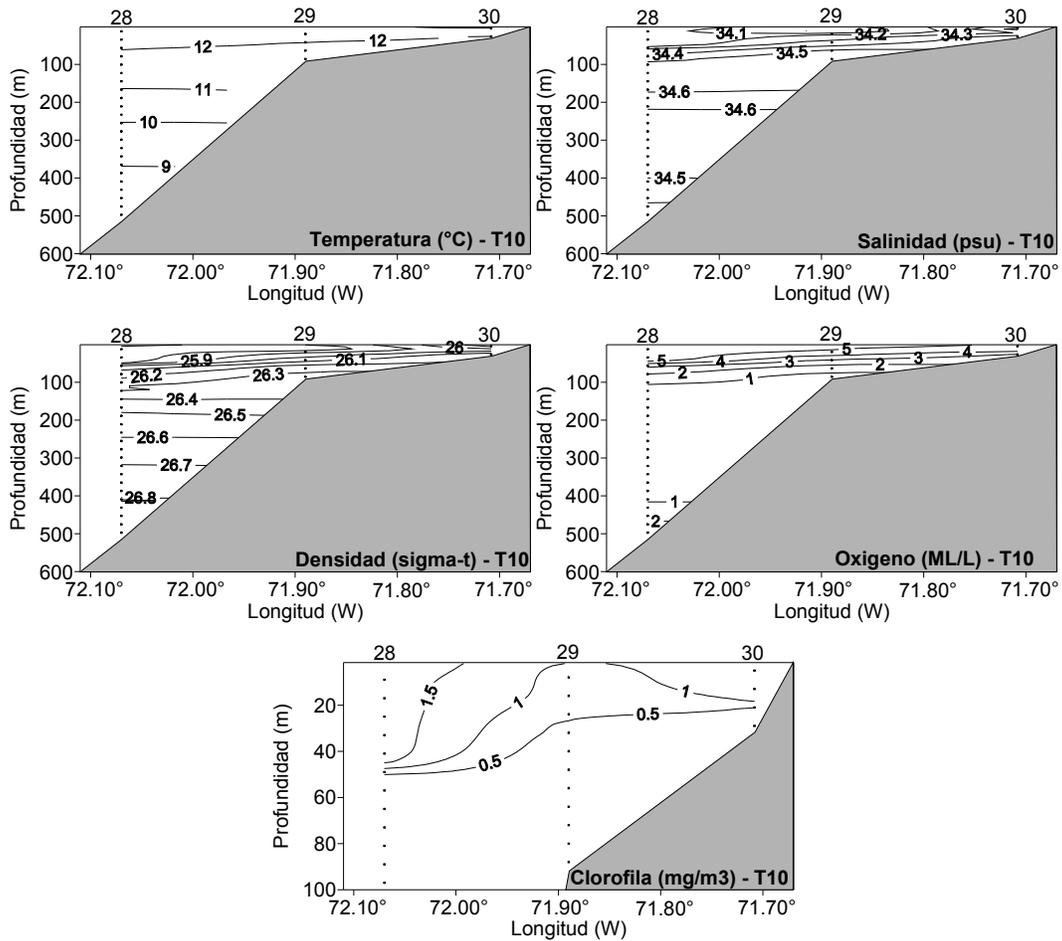


Figura 10. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($ml \cdot L^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 10. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

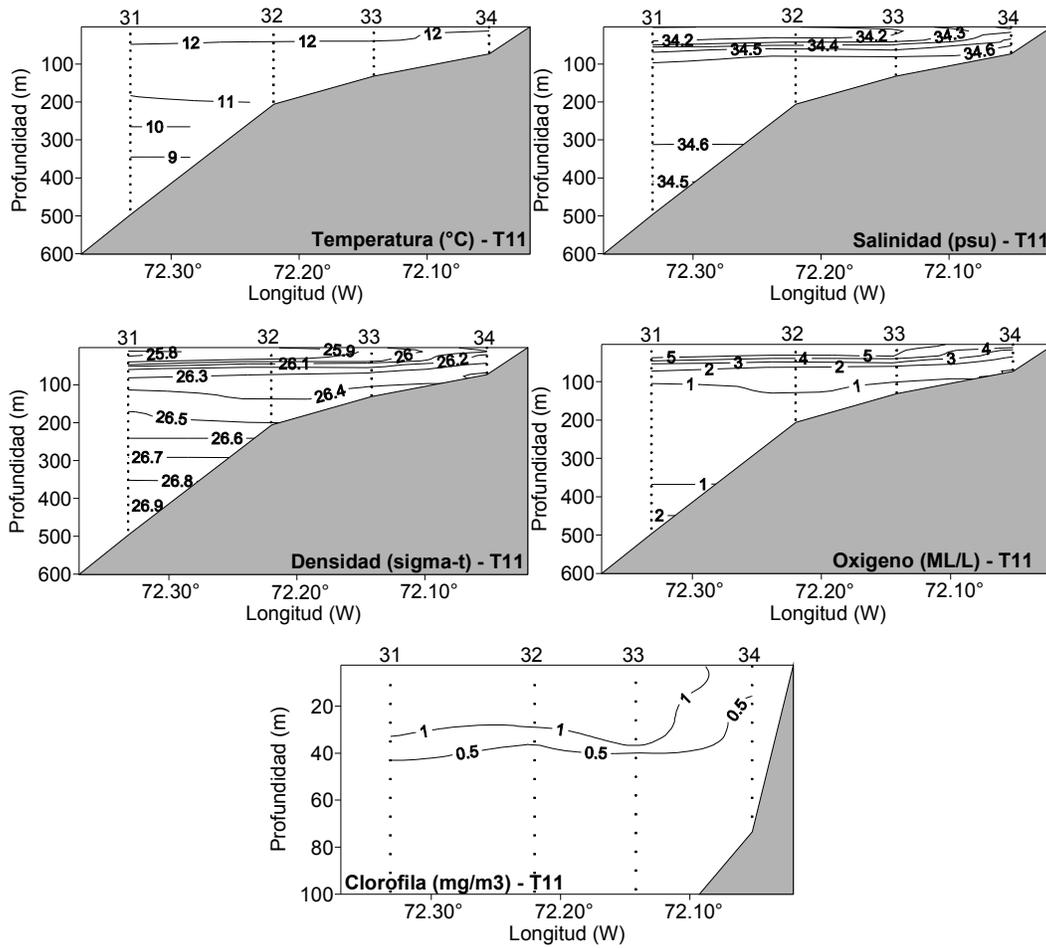


Figura 11. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 11. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

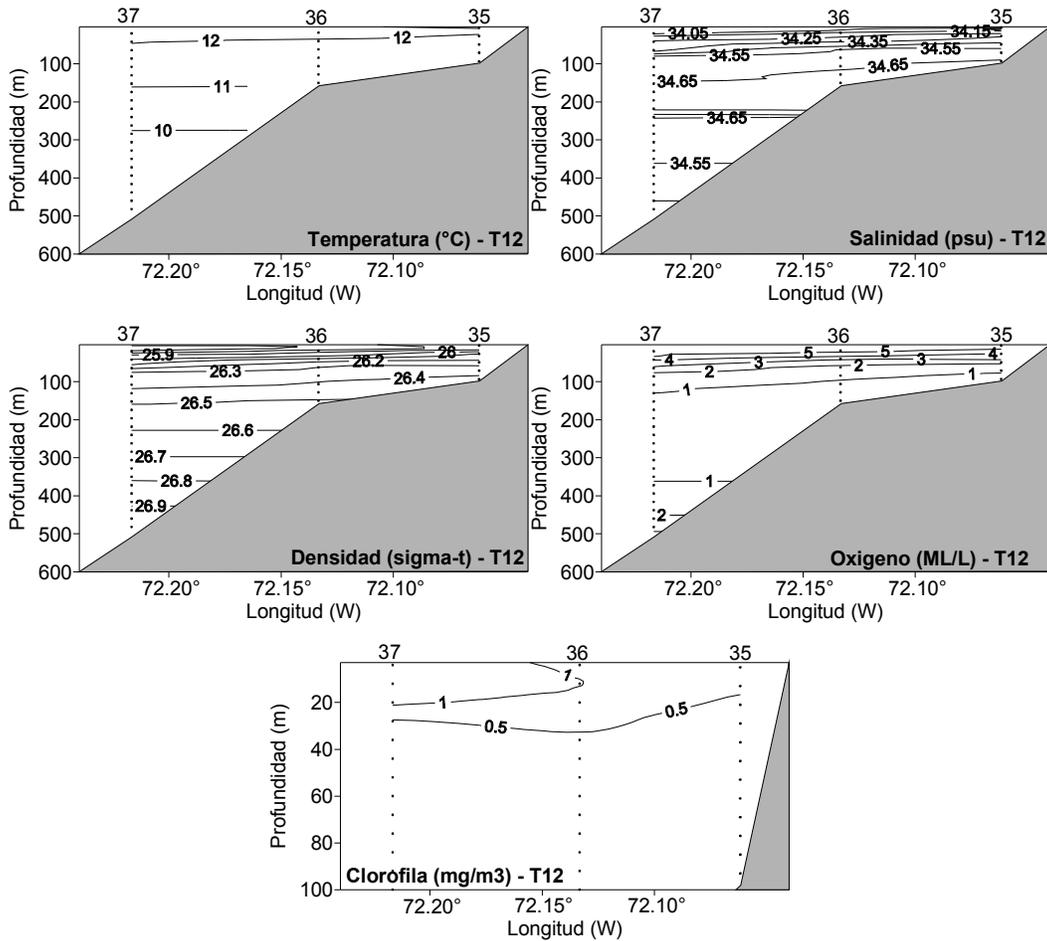


Figura 12. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($ml \cdot L^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 12. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

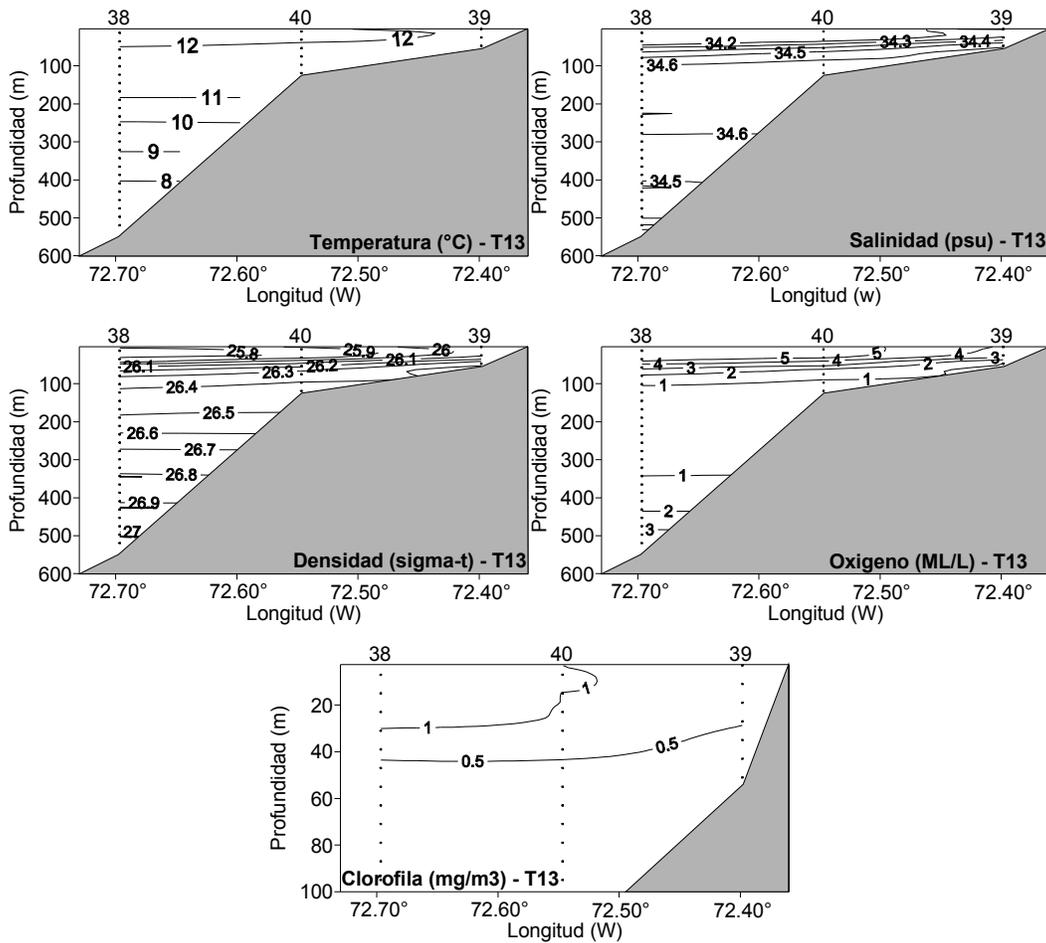


Figura 13. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 13. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

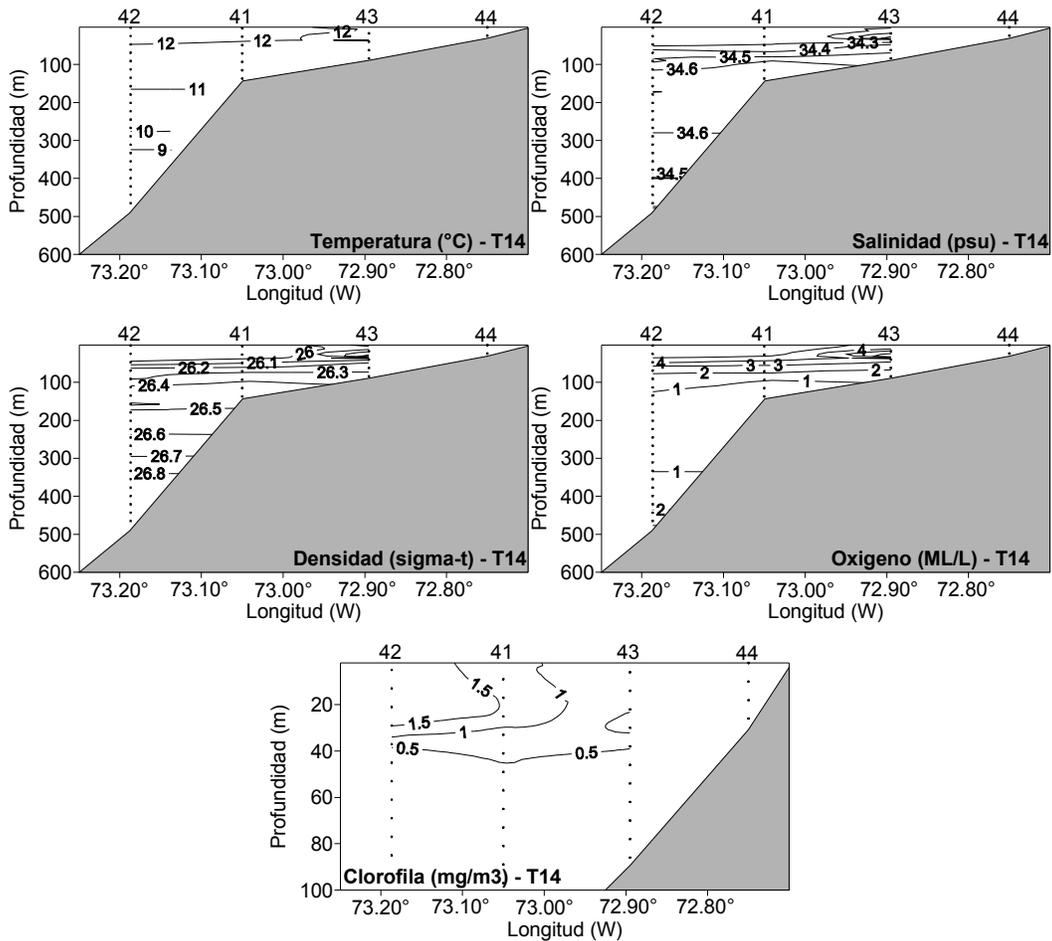


Figura 14. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($ml \cdot L^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 14. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

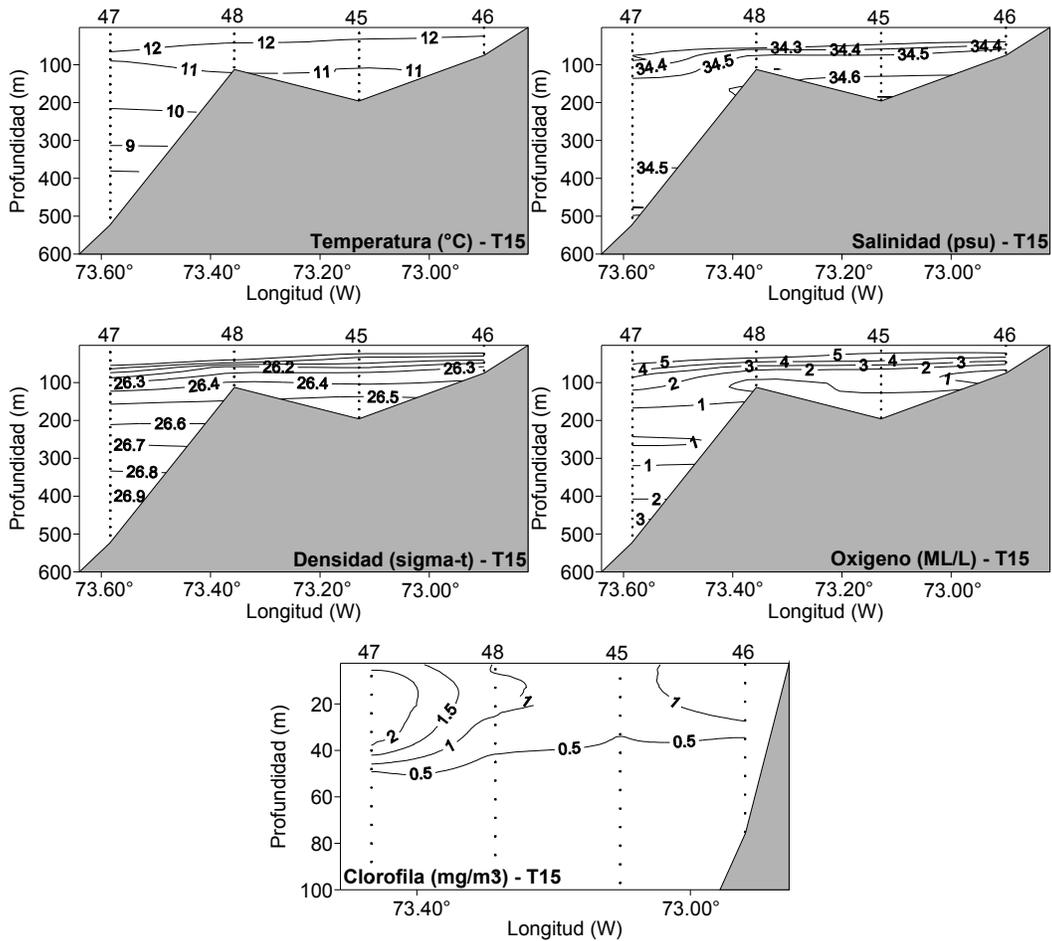


Figura 15. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($ml \cdot L^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 15. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

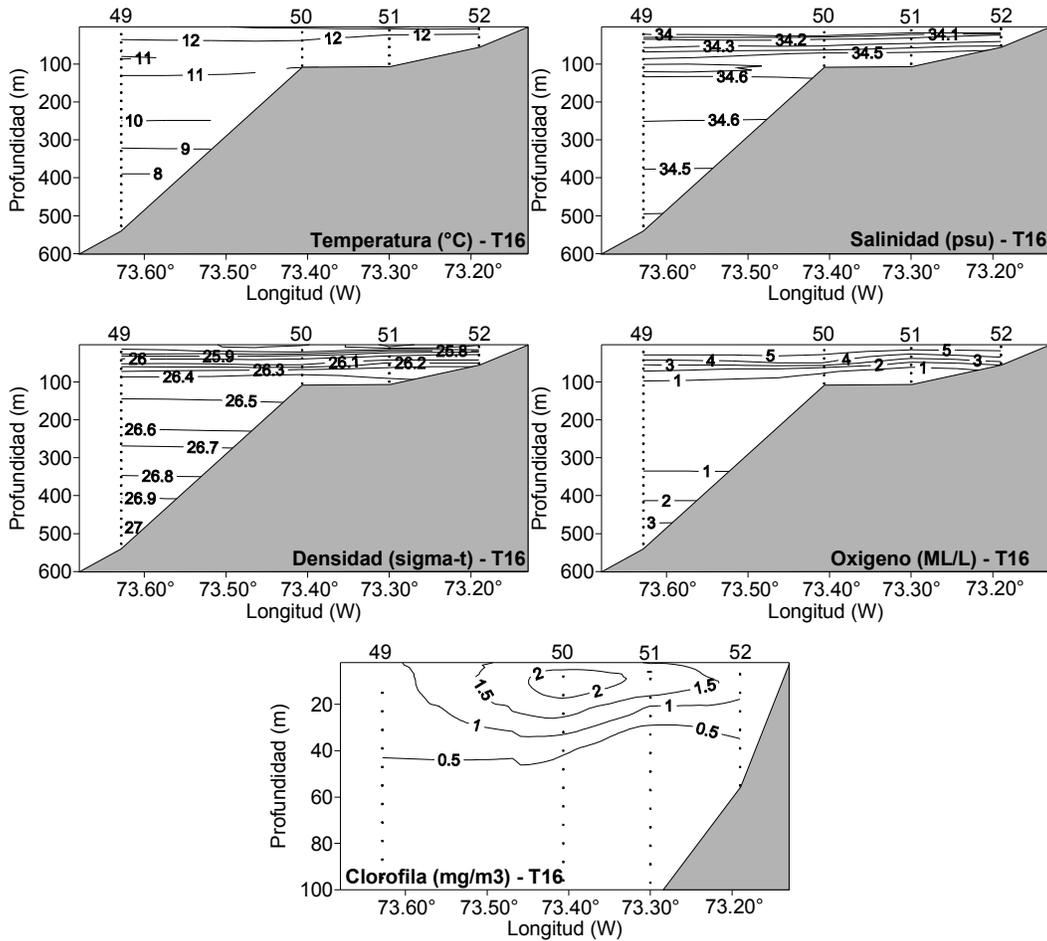


Figura 16. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 16. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

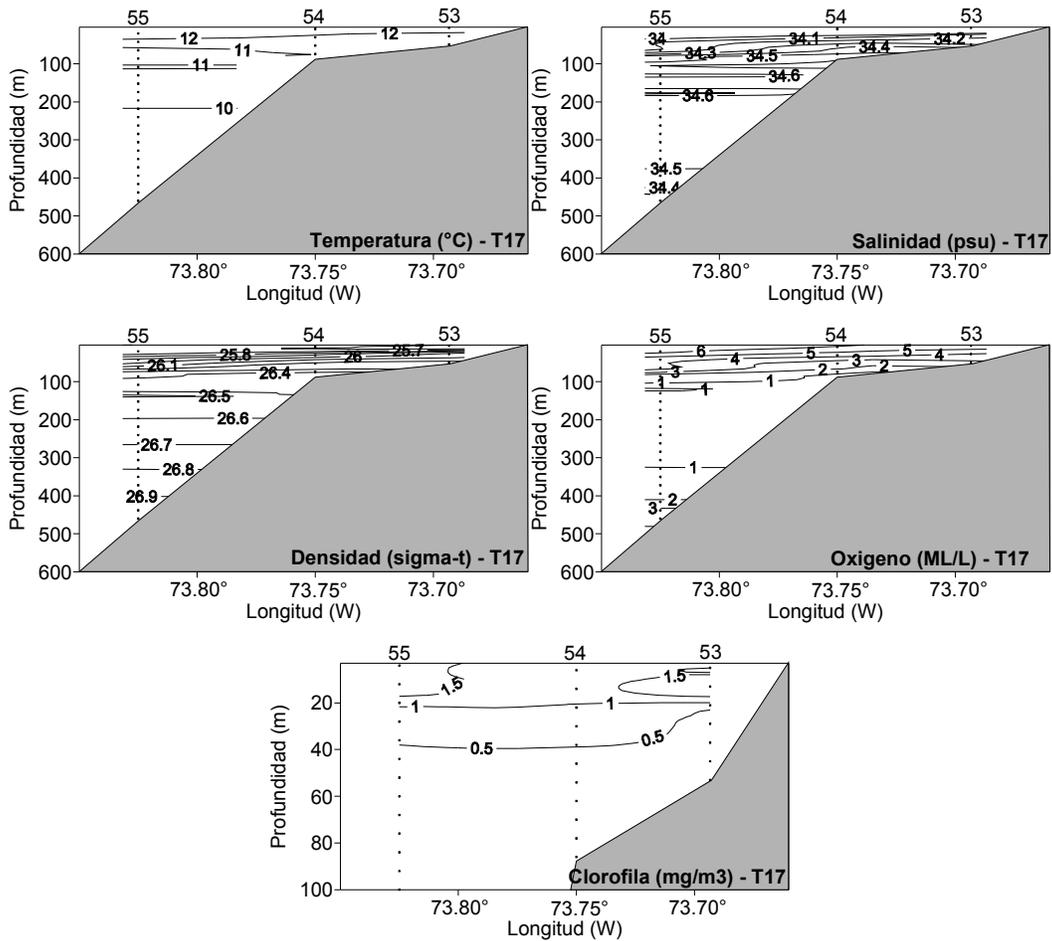


Figura 17. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($ml \cdot L^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 17. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

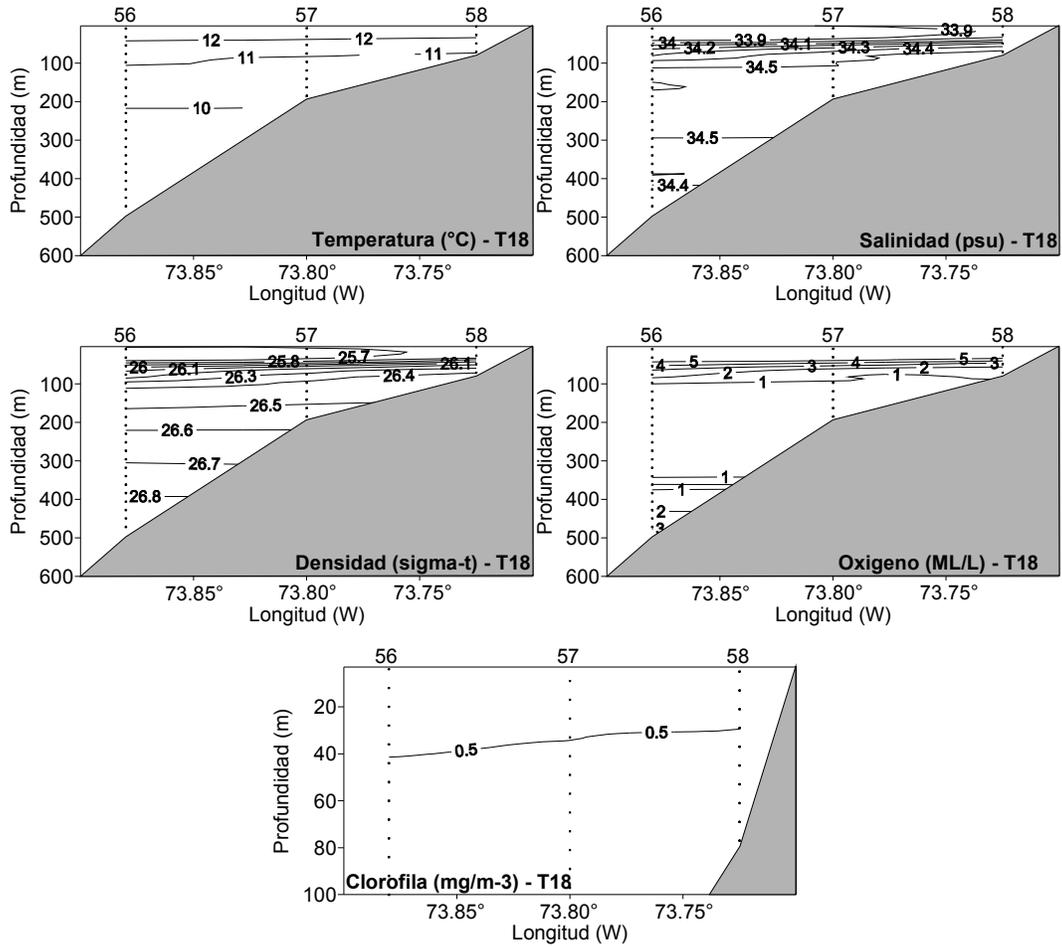


Figura 18. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($ml \cdot L^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 18. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

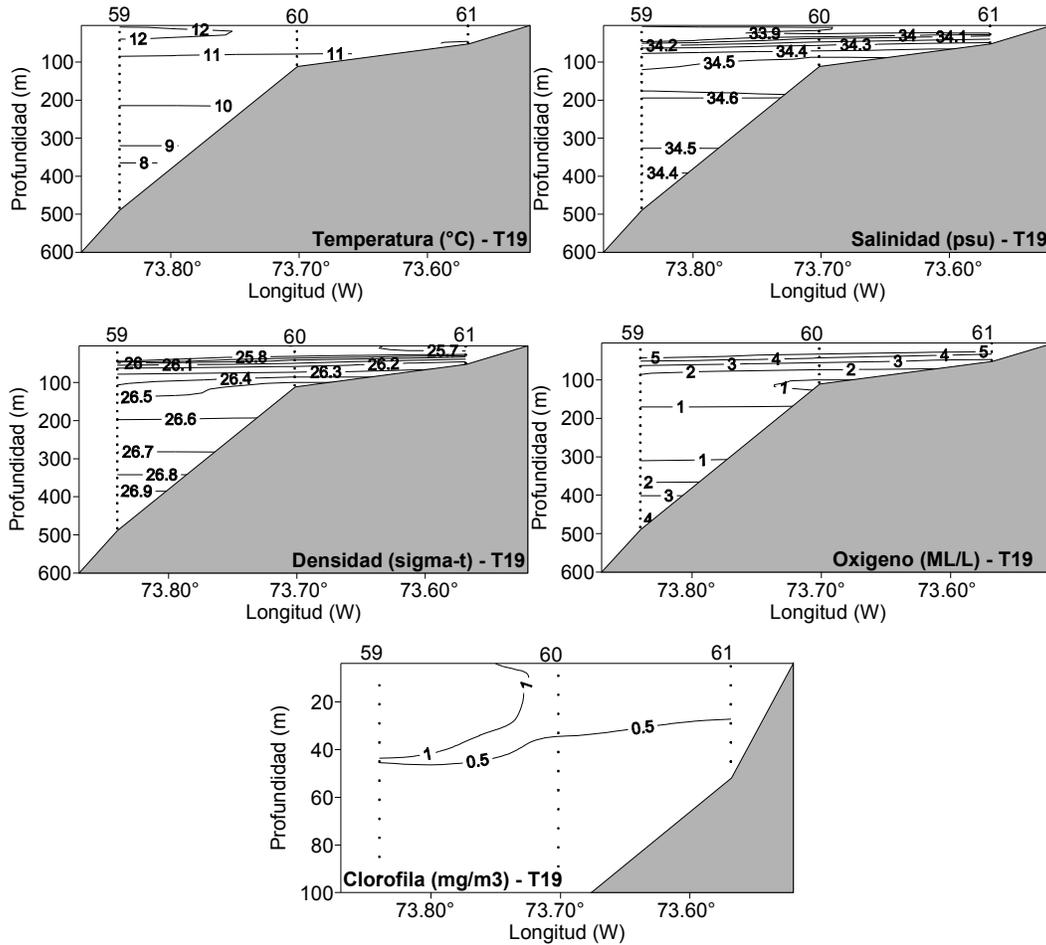


Figura 19. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxigeno disuelto ($ml \cdot L^{-1}$), y concentraci3n de clorofila-a. Transecta 19. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

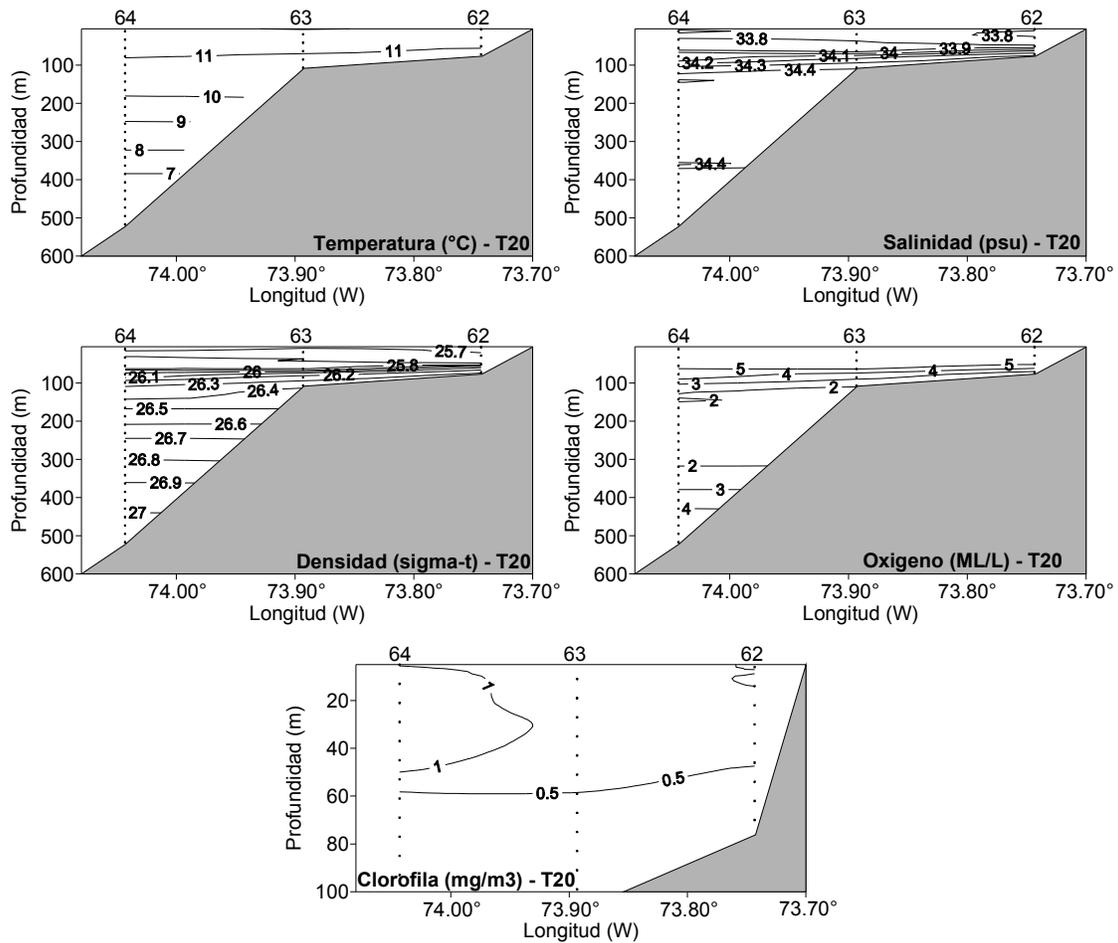


Figura 20. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 20. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

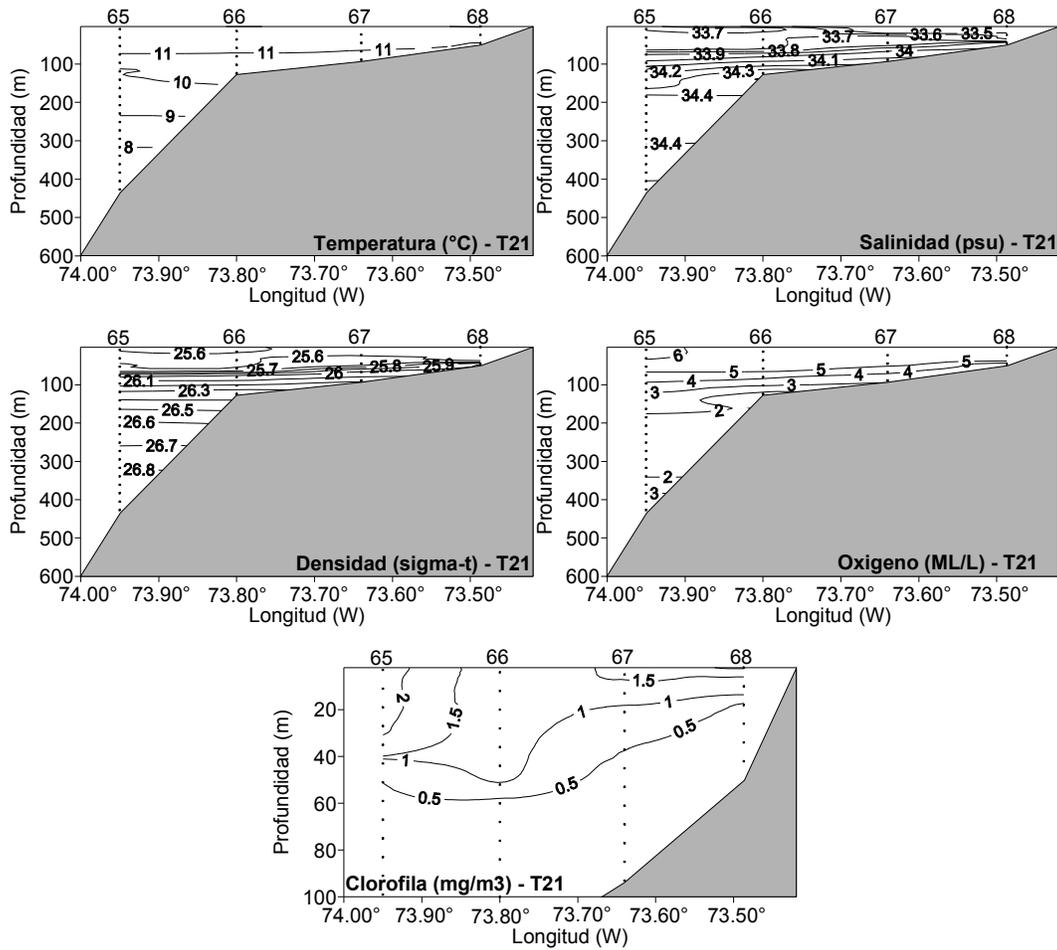


Figura 21. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxigeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentraci3n de clorofila-a. Transecta 21. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

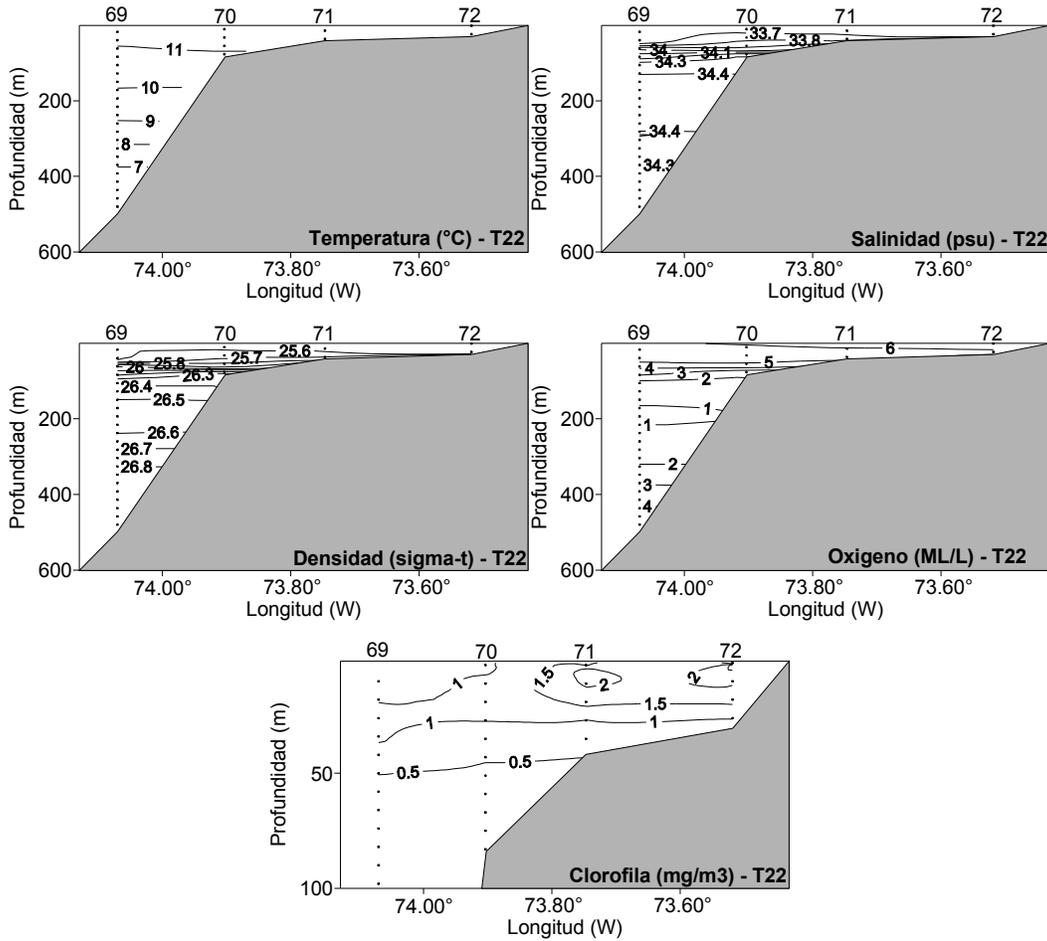


Figura 22. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 22. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

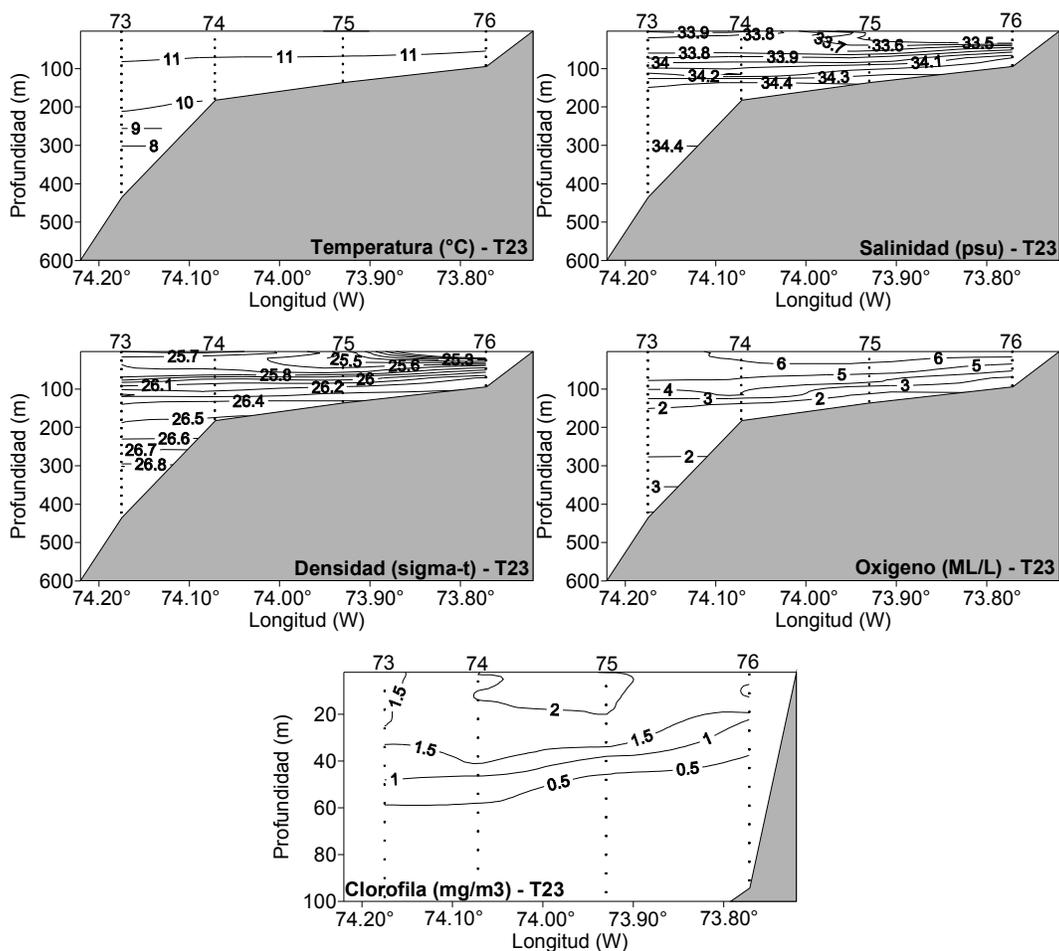


Figura 23. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 23. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

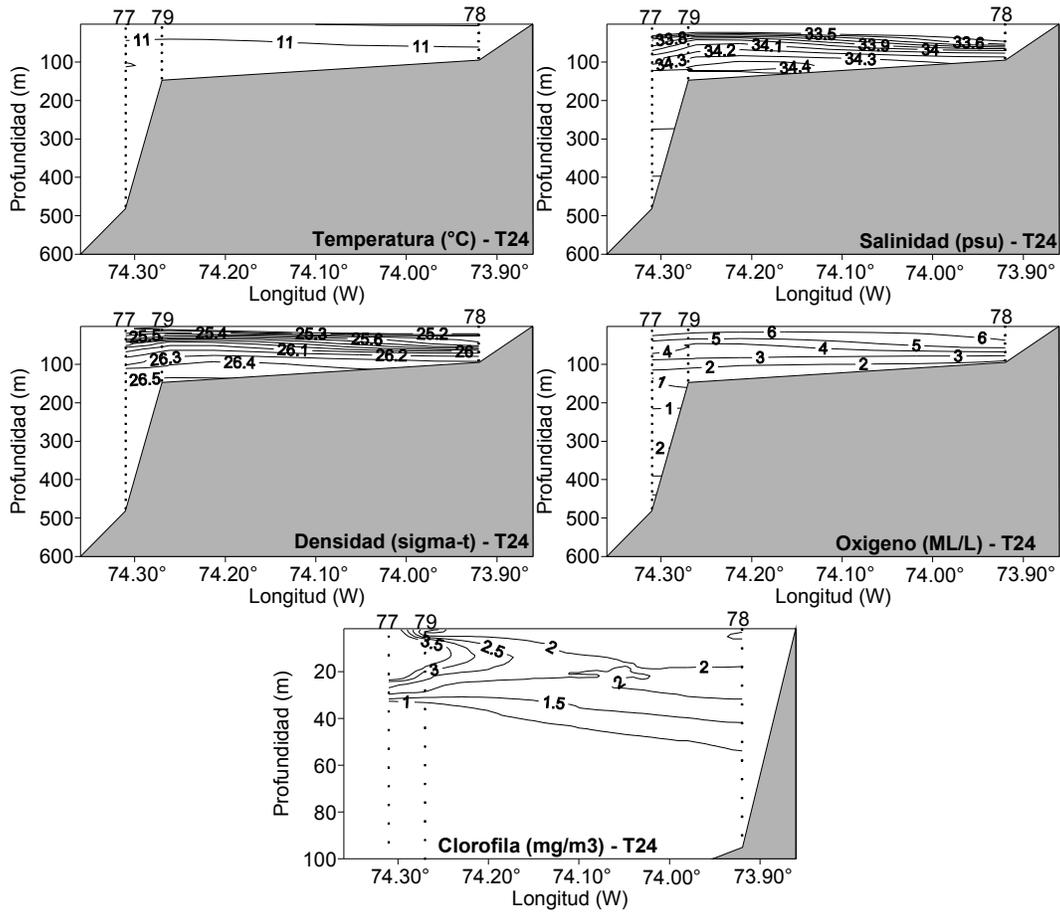


Figura 24. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($ml \cdot L^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 24. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

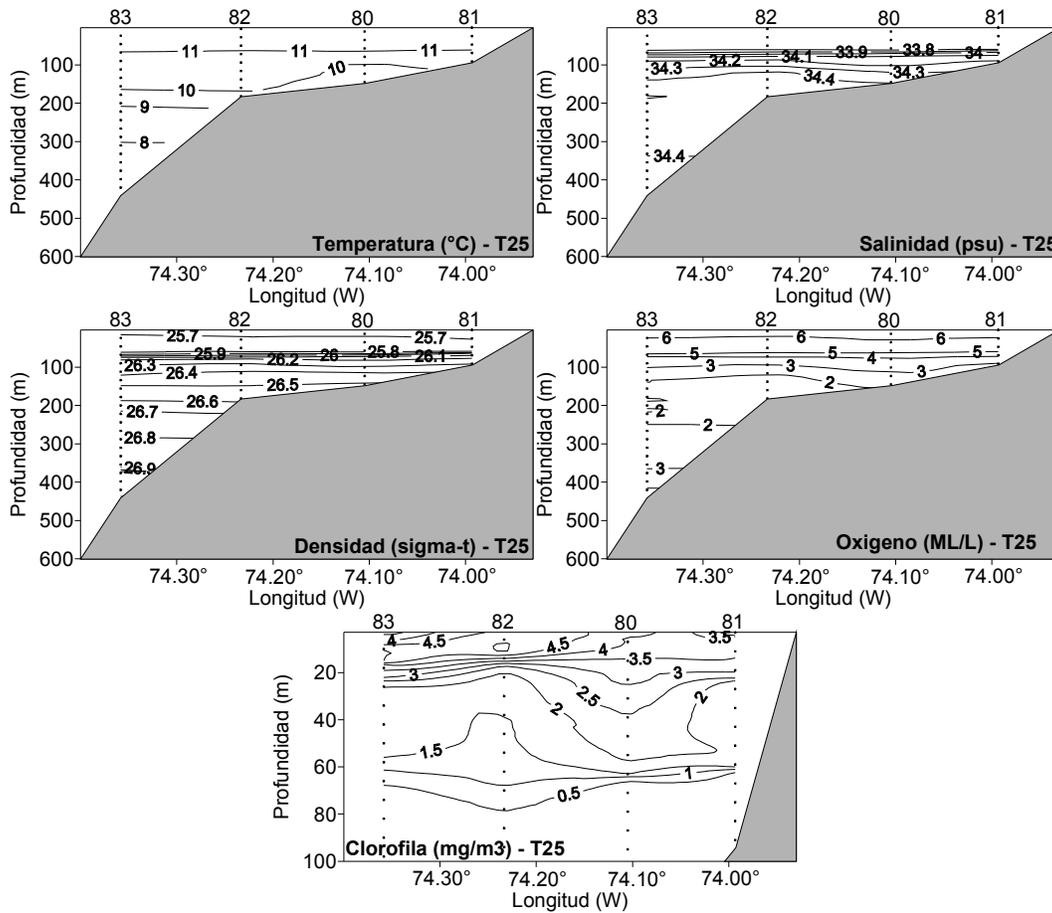


Figura 25. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxigeno disuelto ($ml \cdot L^{-1}$), y concentraci3n de clorofila-a. Transecta 25. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

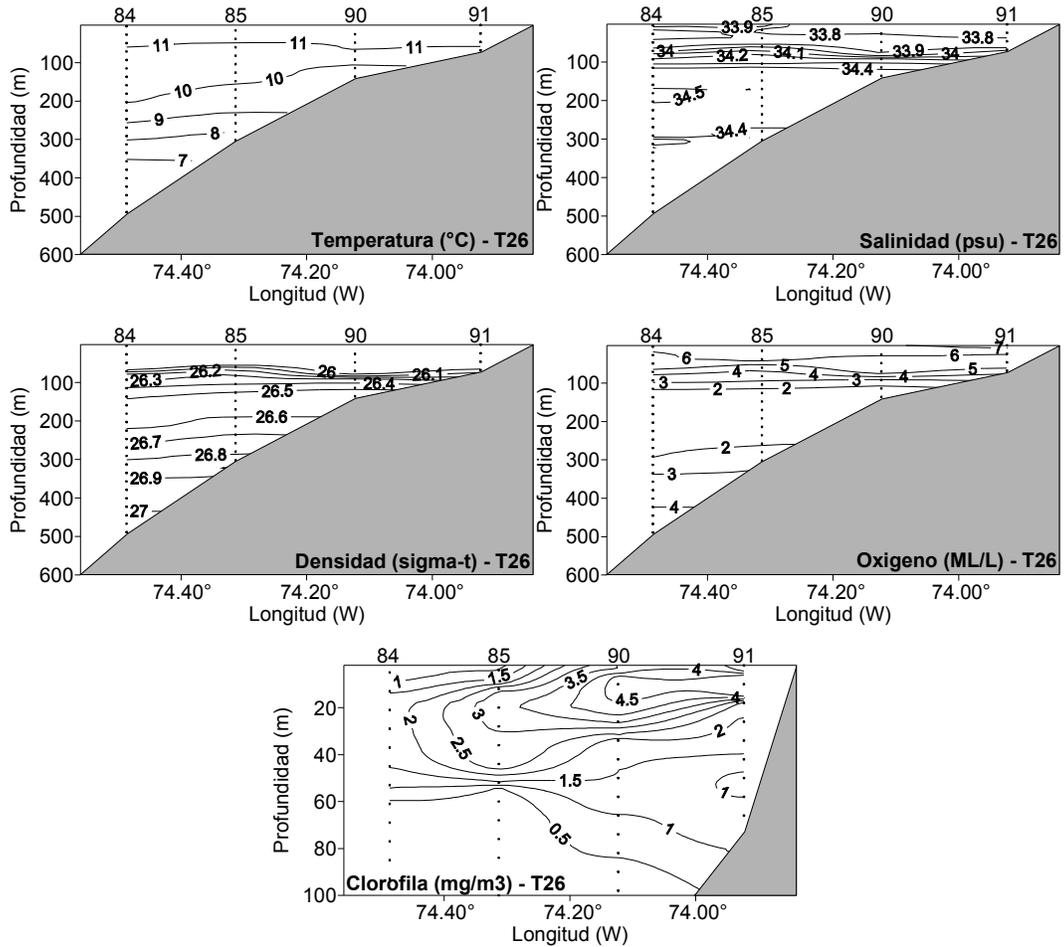


Figura 26. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno disuelto ($ml \cdot L^{-1}$), y concentración de clorofila-a. Transecta 26. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

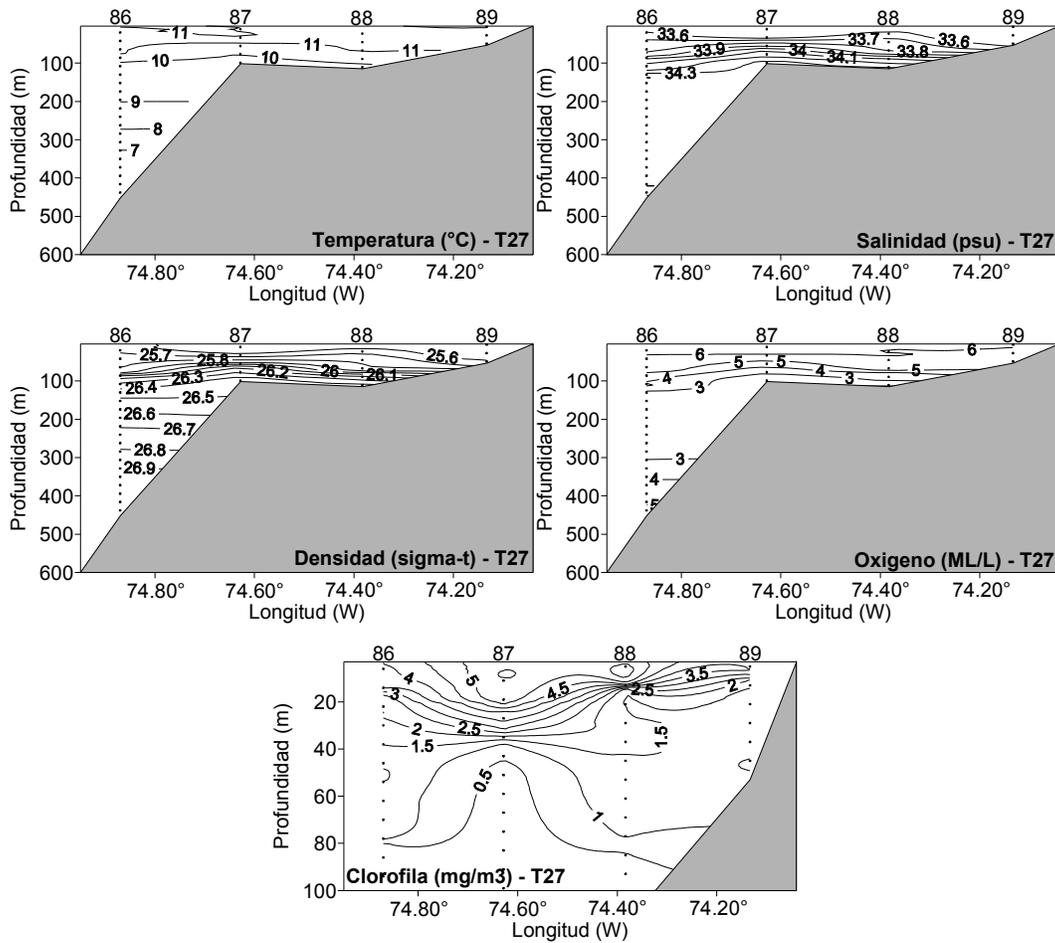


Figura 27. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxigeno disuelto ($ml \cdot L^{-1}$), y concentraci3n de clorofila-a. Transecta 27. Crucero Julio-Septiembre de 2016.

A N E X O 3

Densidad acústica de Merluza común y su relación con las masas de agua presentes en la costa de Chile.



La **figura 1a y 1b** muestran la densidad acústica de merluza común establecidas sobre los diferentes triángulos de mezcla de las masas de agua presentes en el sector de estudio, considerando la serie histórica 1997-2016 considerando por separado la zona norte (al norte de los 37°S), y la zona sur (al sur de los 37°S) del área prospectada.

La densidad acústica de merluza común en la zona norte del área prospectada, ha estado fuertemente asociada a la presencia de las Aguas Ecuatoriales SubSuperficiales (AESS) en su flujo hacia el polo, con la mayoría de los registros acústicos vinculados a parcelas de agua con un porcentaje por sobre el 50% de esta masa de agua, lo que es explicado principalmente por el dominio vertical (~70-400 metros de profundidad) de esta masa de agua especialmente al norte de los 34-35°S. En la zona sur (>37°S) la información histórica revela que la presencia de las AESS se debilita, estrechándose y profundizándose a un estrato entre los 150-230 metros de profundidad, para virtualmente quedar ausente (isolíneas de 1 mL L⁻¹ y 34,5 psu) al sur de los 39-40°S; no obstante lo anterior, los cardúmenes de merluza común siguen estando mayormente asociados a esta masa de agua, aunque una proporción de los registros se vincula también a aguas menos salinas.

Considerando la existencia de cierta variabilidad interanual en la serie histórica anlizada, el vínculo de la densidad acústica de merluza común con el flujo subsuperficial hacia el polo de las AESS, se considera relevante y permite establecer la asociación permanente del recurso con aguas caracterizadas por alta salinidad, bajas temperaturas y aguas pobres en contenido de oxígeno disuelto.

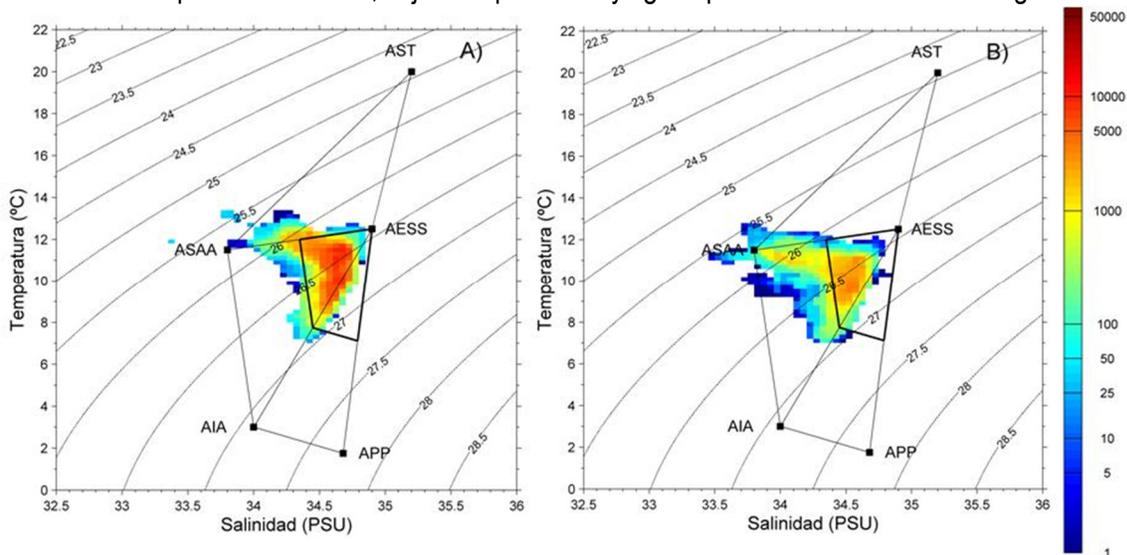


Figura 1. Densidad acústica de merluza común (ton mn-2) y triángulos de mezcla de masas de agua reportadas para la A) Región norte (al norte de los 37°S) y B) Región sur (al sur de los 37°S) del área prospectada, incluyendo la información histórica de la serie temporal 1997-2016.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Sección Ediciones y Producción

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl