



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2014

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

Sección III. Merluza de tres aletas

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Junio 2015



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2014
Evaluación del stock desovante de merluza del sur,
merluza de cola y merluza de tres aletas en las
las aguas exteriores entre la X y XII Regiones:

Sección III. Merluza de tres aletas

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Junio 2015

REQUIRENTE

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO

Subsecretaria de Economía y
Empresas de Menor Tamaño:
Katia Trusich Ortiz

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Leonardo Núñez Montaner

Jefe División Investigación Pesquera
Jorge Castillo Pizarro

JEFE PROYECTO

Álvaro Saavedra Godoy

AUTORES

Álvaro Saavedra Godoy
René Vargas Silva
Vilma Ojeda Cerda
Eduardo Díaz Ramos
Renato Céspedes Michea
Sebastian López Klarian
Carolina Lang Abarzúa
Juan Carlos Saavedra Nievas



AUTORES POR OBJETIVO

Evaluación hidroacústica biomasa, distribución espacial y batimétrica y análisis agregaciones
Álvaro Saavedra Godoy

Análisis geoestadístico de la estimación de biomasa
Carolina Lang Abarzúa
Alan Barraza Sáez

Estimación biomasa método Montecarlo
Juan Carlos Saavedra Nievas

Composición de talla; edad y proporción sexual; referido a distribución espacial y batimétrica
Renato Céspedes Michea
Vilma Ojeda Cerda
Luis Adasme Martínez

Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad
Eduardo Díaz Ramos

Importancia relativa fauna acompañante
René Vargas Silva

Ítems alimentarios (UNAB)
Sebastian López Klarian

COLABORADORES

Investigadores hidroacústicos a bordo
Francisco Leiva Dietz
René Vargas Silva
Bernardo Leiva Perez

Muestreo biológico a bordo
Óscar Nancul Paillamán
Javier Cárdenas Soto
Gregorio Pino Queralto
José Pérez Soto
Gino Liche Chiguay

Lectura otolitos
María Asunción Miranda Pérez
Lizandro Muñoz Rubio

Equipo Laboratorio UNAB ítem alimentario
Sebastian López Klarian
Blanca Molina Rubio
Rodrigo Herrera Maule
Mónica Ramírez Araya
Ítalo Barrios Casazzo

RESUMEN EJECUTIVO

Se entregan los estimados de biomasa y abundancia, estructura de talla y edad, distribución espacial, fauna acompañante, condiciones reproductivas, características de las agregaciones e ítems alimentarios de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), observados en el invierno del 2014 en la zona sur-austral de Chile en el marco del proyecto “Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre la X y XII regiones” del año 2014.

El proyecto contempló un crucero de prospección acústica y pesquera a bordo del B/C AGS 61 Cabo de Hornos, el cual en su primera etapa, denominado crucero 1 se orientó a la prospección hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola (entre paralelos 43°30' y 47°00'S) y en una segunda etapa, denominado crucero 2 se orientó a la prospección hidroacústica de merluza de tres aletas (entre paralelos 47°00' y 51°00'S), ambas etapas fueron continuas tanto geográfica como cronológicamente y sin recalada intermedia. Alternativamente se realizó una exploración acústico-pesquera al sur del paralelo 51°00' (entre paralelos 51°00' y 53°00'S) a fin de detectar posibles zonas de concentración de los recursos objetivo.

Dado que finalizando el crucero 1, se detectó presencia de merluza de tres aletas al norte del paralelo 47°00'S, se decidió iniciar el crucero 2 desde la latitud 46°35'S hacia el sur (inicio 19 agosto). Durante el desarrollo de la prospección, las concentraciones detectadas de merluza de tres aletas no daban cuenta de la entrada del foco principal de desove (juicio experto), desapareciendo los registros de merluza de tres aletas al sur de la latitud 47°15'S. Dada la experiencia de los años 2012-2013, en que el foco principal de desove se detectó a fines de agosto, se decidió detener la prospección (el 21 agosto) y navegar directo al límite sur del área de exploración acústico-pesquera (latitud 53°00'S) a fin de realizar primero la exploración de dicha área en sentido sur-norte entre las latitudes 53°00' y 51°00', para comenzar luego la prospección hidroacústica de merluza de tres aletas a partir de la latitud 51°00' hacia el norte hasta la latitud 46°30'S. La prospección de merluza de tres aletas se realizó entre el 24 de agosto y 4 de septiembre, realizándose un total de 39 lances de identificación con red de mediagua.

El estimado de biomasa de merluza de tres aletas, considerando el método geoestadístico, alcanzó las 37.341 toneladas con un intervalo de confianza entre las 23.310 y 51.372 toneladas (CV= 22,8%), mientras que el estimado de abundancia alcanzó los 72,645 millones de individuos con un intervalo de confianza entre los 41,6 y 103,7 millones de ejemplares (CV= 24,9%).

La distribución del recurso se concentró en el norte del área, donde se detectó el foco de desove, resultando el centro de gravedad de la distribución en los 47°13'LS.

Los resultados implican una disminución del 33,1% en la biomasa y una disminución del 25,9% en la abundancia de merluza de tres aletas respecto al año anterior, siendo las estimaciones actuales las más bajas obtenidas en la serie histórica 2001 - 2014.

En el muestreo de talla de merluza de tres aletas para el área y período de estudio en el 2014 fueron medidos 2.224 individuos. La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 46 cm, predominio de los machos (63%) respecto de las hembras, y escasa presencia de juveniles (1% < 35 cm). La estructura de talla del 2014 registró una moda principal de adultos entre los 40 - 49 cm. En los años de estudio del 2001 al 2014 se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (66% en el 2001 a 21% en el 2014), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (32% en el 2001 a 78% en el 2014). Esto último, ha sido una característica similar que se ha registrado en los tres últimos años (2012, 2013 y 2014), período que el recurso se ha concentrado hacia fines del mes de agosto y con las menores de biomasa desovante observadas en el área y período de estudio.

Las funciones peso - longitud 2014 mostraron que el peso teórico a la talla presentó valores similares con respecto a lo observado en el año 2013 para el caso de peces menores a 40 cm, en cambio en los peces mayores a esta talla el peso se presentó levemente inferior, aun cuando están situados de forma intermedia respecto de los registros históricos de estas funciones.

El rango de edades observado abarca desde la edad 1 a 26 años, concentrándose hacia peces de grupos de edad (GE) jóvenes. Si se observa respecto de la estructura etaria de hace una década atrás queda en evidencia un stock desovante deteriorado.

En el 2014, los grupos de edad de mayor relevancia (que aportan $\geq 5\%$ al total de la abundancia) conforman $\approx 80\%$ del stock desovante de merluza de tres aletas, correspondieron a machos de los GE IV hasta GE VIII y a hembras de los grupos de edad entre GE IV a GE X. La estructura de edad presenta un fuerte componente de ejemplares adultos jóvenes, siendo los grupos principales GE IV; VI y VII.

El grupo de edad en que el 50% de los ejemplares está maduro se presentó en 2,7 años en machos y 3,1 años en hembras, lo que equivale a tallas medias $\approx 32 - 36$ cm.

El análisis de las gónadas indicó que merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en condición reproductiva, en fase de maduración avanzada y con alta incidencia de desove. Las hembras sexualmente activas se manifestaron marcadamente a partir del grupo de tamaños 36 - 40 cm, mientras que los ejemplares de longitudes menores a 36 cm fueron en su totalidad inmaduros. El índice gonadosomático (IGS) de ejemplares > 35 cm longitud total (LT) evidenció actividad gonadal con 8,1% y 9,1% en machos y hembras, respectivamente.

La talla de madurez ($L_{50\%}$) de las hembras para los datos de 2014 fue 36,5 cm LT (33,8 cm - 38,3 cm), mientras que el ajuste referencial que considera la información agrupada entre evaluaciones 2001 - 2014 indicó el estimado en 36,2 cm LT (35,7 cm - 36,6 cm). Por su parte, la edad media de madurez ($E_{50\%}$) fue 3,1 años (2,5 años - 3,5 años). El potencial de fecundidad total promedio fue 203.332 ovocitos (CV= 77%) y la fecundidad relativa promedio de 234 ovocitos (CV= 38%), resultando 45% y 42% menor respecto al promedio de 2013, respectivamente.

Durante el desarrollo del crucero se realizaron un total de 39 lances de pesca de identificación, incluyéndose 4 lances realizados en el crucero de evaluación de merluza de cola y austral, pues presentaron merluza de tres aletas en su captura, sumando en total 43 lances analizados, de los cuales, 35 (81,4%) resultaron con captura positiva de merluza de tres aletas, mientras que merluza de cola y merluza del sur fueron capturadas en 42 (97,7%) y 32 (74,4%) lances de identificación, respectivamente. Considerando sólo la fauna acompañante, merluza de cola representa el 90,6% de la captura de fauna, seguida en importancia por merluza del sur con un 8,3%, el 1,0% restante se compone por el resto de especies observadas, cojinoba, mictófidis, reineta, congrio dorado, brótula, jibia y pejegallo.

Los resultados de los taxa presentes en el espectro trófico de la merluza de tres aletas, indica una cierta amplitud en su alimentación, infiriendo de acuerdo a esto una alimentación eurifágica. Para ésta especie de merluza no se encontró diferencias significativas en la composición de la dieta entre machos y hembras para toda el área y tiempo estudiados.

La exploración entre las latitudes 51°00' S y 53°00' S evidenció que al menos en la época del crucero no es una zona de concentración para el desove de alguna de las tres especies objetivo, detectándose solamente presencia de éstos en bajas densidades; merluza de cola resultó con una biomasa de 1.681 t y abundancia de 3,33 millones de ejemplares, merluza del sur resultó con una biomasa de 645 t y abundancia de 238 mil ejemplares, mientras que merluza de tres aletas presentó una biomasa de 474 t y abundancia de 1,73 millones de ejemplares en un área prospectada que alcanzó las 1.450 mn².



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO.....	i
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS.....	x
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
3. ANTECEDENTES.....	2
4. METODOLOGÍA.....	6
4.1 Área y período de estudio	6
4.2 Equipos	6
4.2.1 Embarcación	6
4.2.2 Sistema de ecointegración	7
4.2.3 Redes de pesca	8
4.3 Objetivo Específico 1: Determinar la biomasa total y desovante (en peso), abundancia total y desovante (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio. Sección Merluza de tres aletas.....	8
4.3.1 Diseño de muestreo	8
4.3.2 Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas	9
4.3.3 Información acústica	10
4.3.3.1 Corrección fuente de error producida por movimiento del transductor	10
4.3.4 Relación TS utilizada y coeficiente de ecointegración en número (C_n)	11
4.3.5 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)	12
4.3.5.1 Validación de la estructura de tallas	12
4.3.5.2 Estimación de la abundancia y biomasa	14
4.3.6 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa	16
4.3.6.1 Estimadores de la varianza de $\hat{R}$	16
4.3.7 Estimación del Coeficiente de variación (CV)	18
4.3.8 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas	19
4.3.9 Fuentes de incertidumbre	21
4.4 Objetivo Específico 2: Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica. Sección merluza de tres aletas	22

4.4.1	Muestreo a bordo	22
4.4.2	Composición de tallas y proporción sexual	22
4.4.3	Estructura de edades del stock	24
4.4.3.1	Composición en número de la abundancia por edad	24
4.4.3.2	Peso medio a la edad por especie	26
4.4.3.3	Madurez a la edad	27
4.5	Objetivo Específico 3: Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez, talla y edad de primera madurez y fecundidad de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación. Sección merluza de tres aletas.....	28
4.5.1	Trabajo a bordo, toma y fijación de muestras	28
4.5.2	Procesamiento de muestras	29
4.5.3	Estimación de Indicadores reproductivos	29
4.5.3.1	Estimador del índice gonadosomático (IGS)	29
4.5.3.2	Estimación de estadios de madurez en la captura	30
4.5.3.3	Estimador de la proporción de estadios de madurez	30
4.5.3.4	Estimador de la varianza del estimador $\hat{P}_{EM}$	30
4.5.4	Estimación de la ojiva de madurez a la talla y edad	30
4.5.5	Estimación de la fecundidad	32
4.6	Objetivo Específico 4: Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación en el área y período de estudio. Sección merluza de tres aletas	33
4.6.1	Proporción de captura	33
4.6.2	Análisis de los datos	35
4.6.3	Análisis comunitario	35
4.6.3.1	Identificaciones de agrupaciones específicas	36
4.6.3.2	Determinación de diferencias entre asociaciones comunitarias (ANOSIM)	36
4.7	Objetivo Específico 5: Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en la zona de estudio. Sección merluza de tres aletas	37
4.7.1	Descriptores morfológicos, batimétricos y de energía	38
4.7.2	Análisis de los datos	40
4.8	Objetivo Específico 6: Determinar la composición e importancia de los principales ítems alimentarios de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio. Sección merluza de tres aletas.....	41
4.8.1	Muestreo a bordo	41
4.8.2	Procesamiento de las muestras en laboratorio	41
4.8.3	Análisis de los datos	42

5.	RESULTADOS	44
5.1	Calibración del sistema de ecointegración	44
5.1.1	Lances de pesca	44
5.2	Objetivo Específico 1: Determinar la biomasa total y desovante (en peso), abundancia total y desovante (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio. Sección merluza de tres aletas.....	44
5.2.1	Desarrollo del crucero	44
5.2.2	Validación de la estructura de tallas	45
5.2.3	Biomasa y abundancia	45
5.2.4	Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas	46
5.2.4.1	Distribución recurso en el área de estudio	46
5.2.4.2	Caracterización espacial de la densidad acústica de merluza de tres aletas	47
5.2.5	Evaluación de fuentes de error	48
5.3	Objetivo Específico 2: Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica. Sección merluza de tres aletas	49
5.3.1	Composición de tallas y proporción sexual	49
5.3.1.1	Muestreos	49
5.3.1.2	Distribución de talla en la zona de estudio, estrato espacial y batimétrico	49
5.3.1.3	Distribución de talla del crucero 2014 respecto de los cruceros de investigación anteriores en la zona de estudio.....	50
5.3.1.4	Estructura de talla de merluza de tres aletas Crucero III exploración (Latitudes 51°00' y 53°00' S).....	50
5.3.2	Estructura de edades del stock	51
5.3.3	Relaciones peso – longitud	51
5.3.4	Abundancia por grupos de edad	52
5.3.5	Serie histórica	53
5.3.6	Caracterización de la abundancia.....	55
5.3.6.1	Proporción sexual de la abundancia.....	55
5.3.6.2	Edad media de la abundancia.....	56
5.3.7	Edad y estados de madurez	57
5.3.8	Concordancia entre las estimaciones de madurez gonadal macroscópica y microscópica	58
5.4	Objetivo Específico 3: Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez, talla y edad de primera madurez y fecundidad de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación. Sección merluza de tres aletas.....	59
5.4.1	Índice gonadosomático	59

5.4.2	Análisis macroscópico	60
5.4.2.1	Estadios de madurez sexual (EMS)	60
5.4.3	Análisis microscópico	60
5.4.3.1	Dinámica ovárica y tipo de desove	60
5.4.3.2	Estadios de madurez sexual (EMS)	61
5.4.3.3	Comparación entre el estimado macroscópico y microscópico de estadios de madurez sexual	62
5.4.3.4	Variable índice gonadosomático con relación al EMS microscópico	62
5.4.4	Ojiva de madurez	62
5.4.5	Fecundidad	63
5.4.6	Resultados crucero III exploratorio (51° - 53° S)	64
5.4.7	Resultados muestras de merluza de tres aletas entre 45° y 46° 56'S (crucero m. del sur y cola)	64
5.5	Objetivo Específico 4: Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación en el área y período de estudio. Sección merluza de tres aletas	65
5.5.1	Proporción de captura	65
5.5.2	Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2013	67
5.5.3	Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2013, analizada por zona	69
5.5.4	Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2014, analizada por veril	69
5.6	Objetivo Específico 5: Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en la zona de estudio. Sección merluza de tres aletas	71
5.6.1	Resultados generales agregaciones merluza de tres aletas	71
5.6.2	Descriptores según zona	72
5.6.3	Descriptores según rango de fondo	73
5.6.4	Resultados análisis componentes principales	73
5.6.5	Resultados serie histórica	74
5.7	Objetivo Específico 6: Determinar la composición e importancia de los principales ítems alimentarios de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio. Sección merluza de tres aletas.....	75
5.7.1	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> en el espacio y tiempo estudiado	75
5.7.2	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por sexo	75
5.7.3	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por tallas	76
5.7.4	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por profundidad en el área total	76
5.7.5	Isotopos estables	76
5.8	Exploración entre latitudes 51°00'S a 53°00'S	77
5.9	Talleres	77

5.9.1	Taller de coordinación.....	77
5.9.2	Taller de presentación y discusión de resultados	79
6.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	85
7.	CONCLUSIONES	94
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

TABLAS
FIGURAS
ANEXOS:

- Anexo 1.** Resolución Pesca de Investigación N^a 1.941.
- Anexo 2.** Presentaciones Taller de difusión y discusión metodológica.

ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS

TABLAS

- Tabla 1.** Escala macroscópica para determinar estadios de madurez sexual de machos de merluza de tres aletas.
- Tabla 2.** Escala macroscópica para determinar estadios de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas.
- Tabla 3.** Caracterización histomorfológica de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas (Pájaro y Macchi, 2001 (modificada)).
- Tabla 4.** Calibración del sistema de ecointegración ER60. BC AGS 61 “Cabo de Hornos”.
- Tabla 5.** Captura en peso y número por cada lance de identificación, crucero merluza de tres aletas, Agosto 2014.
- Tabla 6.** Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, para las tres zonas identificadas.
- Tabla 7.** Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, por cada uno de los lances con muestra, de la zona 1.
- Tabla 8.** Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, por cada uno de los lances con muestra, de la zona 2.
- Tabla 9.** Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, por cada uno de los lances con muestra, de la zona R.
- Tabla 10.** Estimados de Biomasa y abundancia para la zona 1, según métodos de Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2014
- Tabla 11.** Estimados de Biomasa y abundancia para la zona 2, según métodos de Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2014
- Tabla 12.** Estimados de Biomasa y abundancia para la zona R, según métodos de Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2014
- Tabla 13.** Estimados Totales de Biomasa y abundancia según métodos de Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2014, zona 2 más zona R.

- Tabla 14.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2014. Zona 1
- Tabla 15.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas año 2014. Zona 2.
- Tabla 16.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2014. Zona R.
- Tabla 17.** Abundancia y biomasa total a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2014. Zona 1 + zona R.
- Tabla 18.** Parámetros de la relación peso - longitud de merluza de tres aletas crucero de evaluación agosto del 2014.
- Tabla 19.** Parámetros ajustados a las estructuras espaciales de merluza de tres aletas. Crucero 2014.
- Tabla 20.** Estimados de biomasa mediante el método de simulación de Montecarlo.
- Tabla 21.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, zona 2 + zona R, crucero 2014.
- Tabla 22.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, zona 2+ zona R, crucero 2014.
- Tabla 23.** Abundancia por grupos de edad y desviación estándar para merluza de tres aletas por sexo y proporción de ambos según GE. Crucero de evaluación 2014.
- Tabla 24.** Estimaciones de grupo de edad (GE) al 50% de madurez para merluza de tres aletas; por sexo, para años que forman parte de la serie histórica de cruceros de evaluación.
- Tabla 25.** Clasificación de merluzas de tres aletas en estado gonadal maduros e inmaduros mediante observación macroscópica y microscópica (histológica) de sus gónadas. En negrita se presenta las coincidencias totales entre ambas técnicas.
- Tabla 26.** Índice gonadosomático promedio por sexo, para todas las tallas y mayores a 35 cm, en el área prospectada y por zonas.
- Tabla 27.** Incidencia de fases macroscópicas de madurez gonadal por sexos.
- Tabla 28.** Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica, para hembras en el área prospectada y por zonas.
- Tabla 29.** Estimados de la talla de madurez sexual ($L_{50\%}$) de hembras a partir de evaluaciones directas entre los años 2001 y 2014.

- Tabla 30.** Valores promedios de fecundidad de merluza de tres aletas a partir de evaluaciones entre los años 2001 y 2014.
- Tabla 31.** Resumen de las relaciones entre la fecundidad total con el peso corporal y la longitud total (a: intercepto; b: pendiente; S_x : error estándar del parámetro; gl: grado de libertad; SCE: suma cuadrado del error; r^2 : coeficiente de determinación).
- Tabla 32.** Nombre científico y código utilizado para la identificación de especies observadas en los lances de pesca, crucero 2014.
- Tabla 33.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de agregaciones de merluza de tres aletas (todas las zonas)
- Tabla 34.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de agregaciones de merluza de tres aletas (zona R + zona 2)
- Tabla 35.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas, según zona.
- Tabla 36.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por zona.
- Tabla 37.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas según rango de fondo
- Tabla 38.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por rango de fondo.
- Tabla 39.** Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).
- Tabla 40.** Valores propios y variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes.
- Tabla 41.** Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales.
- Tabla 42.** Valores promedio, y desviación estándar de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2001-2014.
- Tabla 43.** Alimentación general para la Merluza de tres aletas.
- Tabla 44.** Alimentación de hembras para la Merluza de tres aletas.
- Tabla 45.** Alimentación de machos para la Merluza de tres aletas.
- Tabla 46.** Alimentación grupo de talla I para la Merluza de tres aletas.

- Tabla 47.** Alimentación grupo de talla II para la Merluza de tres aletas.
- Tabla 48.** Alimentación a profundidades menor a 300 metros de Merluza de tres aletas.
- Tabla 49.** Alimentación a profundidades mayor a 300 metros de Merluza de tres aletas.
- Tabla 50.** Alimentación a profundidades mayor a 300 metros de Merluza de tres aletas.
- Tabla 51.** Captura en peso y número en lances de identificación, entre latitudes 51°00' y 53°00'S. Agosto 2014
- Tabla 52.** Estimados de Biomasa y Abundancia de las tres especies objetivo entre las latitudes 51°00' y 53°00'S. Agosto 2014.

FIGURAS

- Figura 1.** Buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos” utilizado en el crucero.
- Figura 2.** Red de arrastre Barracuda 608 utilizada en el crucero.
- Figura 3.** Distribución de las transectas de muestreo acústico y lances de pesca de identificación en el área de estudio, agosto 2014.
- Figura 4.** Descriptores morfológicos y batimétricos de una agregación.
- Figura 5.** Distribución de frecuencia de la Abundancia para la Zona 1. Agosto 2014.
- Figura 6.** Distribución de frecuencia de la Abundancia para la Zona 2. Agosto 2014.
- Figura 7.** Distribución de frecuencia de la Abundancia para la Zona R. Agosto 2014.
- Figura 8.** Distribución de frecuencia de la Abundancia Total de merluza de tres aletas, zona 2 + zona R, Agosto 2014.
- Figura 9.** Distribución espacial de la densidad de merluza de tres aletas, Zona 1+2+3. Agosto 2013
- Figura 10.** Curvas de Lorenz estimadas para los años 2002-2014.
- Figura 11.** Análisis Anisotropía y Variograma experimental-modelo teórico ajustado por subzona: 1, 2 y R. Crucero M3A 2014.
- Figura 12.** Distribución de talla por sexo de merluza de tres aletas para período de desove comprendido entre la Zona R más la Zona 2. B/C Cabo de Hornos (ago., 2014).
- Figura 13.** Distribución de talla de merluza de tres aletas para las diferentes zonas en el área de estudio. B/C Cabo de Hornos. Agosto, 2014.
- Figura 14.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por área en la Zona 2 + Zona R.. B/C Cabo de Hornos. Agosto, 2014.
- Figura 15.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red, m) en la Zona 2 + Zona R. B/C Cabo de Hornos, Agosto, 2013.
- Figura 16.** Distribución relativa de la talla de merluza de tres aletas para los cruceros hidroacústicos 2001 al 2014.
- Figura 17.** Distribución de talla de merluza de tres aletas del Crucero III de exploración entre los 51°00' y 53°00' S, 22 al 28 de agosto de 2014. B/C Cabo de Hornos, Agosto 2014.

- Figura 18.** Distribución de frecuencia de tallas (en %) del muestreo de otolitos analizados para el estudio de edad, para machos (m) y hembras (h) y distribución por clase de talla de la abundancia (A), en el crucero de investigación 2014, según sexo.
- Figura 19.** Otolitos de merluza de tres aletas en que se observan los *annuli*. A: Lp=31 LO=12,3 E=2; B: Lp=35 LO=14,0 E=3; C: Lp=41 LO=14,4 E=4; D: Lp=42 LO=15,6 E=5 (Lp=Longitud pez en cm; LO=longitud Otolito en mm; E=Edad).
- Figura 20.** Dispersión de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas.
- Figura 21.** Curvas teóricas de peso-longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra, período 2002-2014.
- Figura 22.** Estructura de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas. A: en porcentaje B: en número. Período 2001-2014. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigación.
- Figura 23.** Distribución de la abundancia por clases de talla (columna A) y por GE (columna B) registrada en los cruceros de evaluación de merluza de tres aletas. Período 2001-2014.
- Figura 24.** Proporción sexual de merluza de tres aletas, presente en la abundancia en el período de desove, según año.
- Figura 25.** Edades medias de merluza de tres aletas, por sexo, presente en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2001 - 2014.
- Figura 26.** Abundancia de merluza de tres aletas, por sexo, en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2001 - 2014.
- Figura 27.** Fracción de merluza de tres aletas (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2007 - 2014.
- Figura 28.** Curvas de madurez estimadas para merluza de tres aletas (machos y hembras), según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años.
- Figura 29.** Índice gonadosomático promedio de machos de todas las tallas y > a 35 cm LT, para el área prospectada y por zonas (1: Taitao; 2: Golfo Penas – Ladrillero; 3: Trinidad – Concepción).
- Figura 30.** Índice gonadosomático promedio de hembras de todas las tallas y > a 35 cm LT, para el área prospectada y por zonas (1: Taitao; 2: Golfo Penas – Ladrillero; 3: Trinidad – Concepción).
- Figura 31.** Distribución de los valores medios de IGS de machos > a 35 cm LT por grado de latitud y estrato de profundidad (cada 50 m).

- Figura 32.** Distribución de los valores medios de IGS de hembras > a 35 cm LT por grado de latitud y estrato de profundidad (cada 50 m).
- Figura 33.** Incidencia de fases macroscópicas de madurez gonadal por sexos, de merluza de tres aletas en el área prospectada.
- Figura 34.** Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica en hembras del área prospectada.
- Figura 35.** Distribución de las fases ováricas de madurez por grado de latitud y profundidad media.
- Figura 36.** Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica por grupos de tamaños de las hembras.
- Figura 37.** Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica por zonas.
- Figura 38.** Distribución del IGS medio en relación a las fases microscópicas de madurez ovárica.
- Figura 39.** Ojiva de madurez a la talla de hembras en el área prospectada, con registros de 2014 y agrupados entre 2001 y 2014.
- Figura 40.** Estimados de la talla de madurez ($L_{50\%}$) de hembras a partir de evaluaciones directas entre los años 2001 y 2014.
- Figura 41.** Ojiva de madurez a la edad de hembras en el área prospectada.
- Figura 42.** Relación potencial entre la fecundidad total y el peso corporal de las hembras.
- Figura 43.** Relación exponencial entre la fecundidad total y la longitud total de las hembras.
- Figura 44.** Incidencia de fases macroscópicas de madurez gonadal por sexos, de merluza de tres aletas en la zona III exploratoria.
- Figura 45.** Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica de merluza de tres aletas en la zona III exploratoria.
- Figura 46.** Incidencia de fases macroscópicas de madurez gonadal por sexos, de merluza de tres aletas en la zona entre 45° y 47° S, al norte del área normal de prospección.
- Figura 47.** Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica de merluza de tres aletas en la zona entre 45° y 47° S, al norte del área normal de prospección.
- Figura 48.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación efectuados en el área de estudio total, crucero 2014

- Figura 49.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por zonas históricas de distribución además de la zona de reprospección, crucero 2014.
- Figura 50.** Composición de la captura de fauna acompañante asociada a merluza de tres aletas, por zonas de distribución históricas, obtenida en los lances de identificación, crucero 2014.
- Figura 51.** Composición de especies presentes en la captura obtenida en los lances de identificación por veril de profundidad, crucero 2014.
- Figura 52.** Resultado del análisis de clasificación de los proyectos realizados entre el año 2001 y año 2014, diferenciados por cruceros.
- Figura 53.** Resultado del análisis de ordenación de los proyectos realizados entre el 2001 y 2014, diferenciados por cruceros.
- Figura 54.** Resultado del análisis de clasificación de los proyectos realizados entre el año 2001 y año 2014, diferenciados por zonas.
- Figura 55.** Resultado del análisis de ordenación de los proyectos realizados entre el 2001 y 2014, diferenciados por zonas.
- Figura 56.** Resultado de los análisis de clasificación de los cruceros por veril, realizados entre el 2001 y 2014.
- Figura 57.** Resultado del análisis de ordenación de los cruceros por veril, realizados 2001 y 2014.
- Figura 58.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según zona.
- Figura 59.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según zona.
- Figura 60.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según zona.
- Figura 61.** Valor promedio e intervalo de confianza de la pendiente del fondo y de los descriptores de energía acústica, densidad acústica de agregaciones según zona.
- Figura 62.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según rango de fondo.
- Figura 63.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según rango de fondo.

- Figura 64.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones e índice de altura según rango de fondo.
- Figura 65.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica según rango de fondo.
- Figura 66.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes.
- Figura 67.** Variación de los principales descriptores y estimados de abundancia y biomasa años 2001-2014
- Figura 68.** FBI-plot de las merluzas estudiadas y los grupos mayores de alimentación.
- Figura 69.** Contribución de los ítems alimentarios en Merluza de tres aletas.
- Figura 70.** Localización de las transectas de exploración hidroacústica y lances de pesca de identificación, en el área de exploración entre latitud 51°00' y 53°00'S. Agosto 2014.
- Figura 71.** Estimados de Biomasa y Abundancia con sus intervalos de confianza, años 2001-2014.
- Figura 72.** Relaciones TS-Talla estimadas para *M. australis* y *M. poutassou*.

ANEXOS:

- Anexo 1.** Resolución Pesca de Investigación N° 1.941.
- Anexo 2.** Presentaciones Taller de difusión y discusión metodológica.

1. OBJETIVO GENERAL

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

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1 Determinar la biomasa total y desovante (en peso), abundancia total y desovante (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio.
- 2.2 Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.
- 2.3 Determinar el índice gonadosomático, estadíos de madurez macroscópicos, ojiva de madurez, talla y edad de primera madurez y fecundidad de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación.
- 2.4 Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación en el área y período de estudio.
- 2.5 Determinar la composición e importancia de los principales ítems alimentarios de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio.
- 2.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en la zona de estudio.

3. ANTECEDENTES

La merluza de tres aletas (*Micromesistius australis* Norman, 1937) representa un componente importante en el ecosistema sur austral. Esta especie presenta dos poblaciones, que corresponderían a poblaciones genéticamente diferentes (Ryan *et al.*, 2002), una alrededor de Nueva Zelanda en el Pacífico suroccidental (Csirke, 1990) y la sudamericana en el Pacífico suroriental y Atlántico suroccidental, asociada a la plataforma y talud continental de la región sur austral de Chile y Argentina como también alrededor de las islas Malvinas, islas Orcadas del Sur, islas Shetland del Sur e islas Georgias, existiendo siempre la duda si se trata de una población o dos subpoblaciones de esta especie. Al respecto Niklitschek *et al.* (2008) concluyen que no hay evidencias de segregación poblacional a escala evolutiva entre los ejemplares de *M. australis* capturados en los océanos Atlántico y Pacífico pero sí sustenta la hipótesis de dos poblaciones separadas, mientras que Arkhipkin *et al.* (2008) mediante un análisis químico de los otolitos concluye que hay diferencias significativas en los niveles de estroncio en la edad adulta de esta especie en los ejemplares capturados en Chile y Argentina, mientras que durante el período más juvenil encuentra similitudes en ambas muestras en el 20% de los individuos. Lo anterior es corroborado por Niklitschek *et al.* (2010) los que mediante análisis químico de otolitos y análisis parasitario en individuos adultos apoyan la existencia de al menos dos subpoblaciones de merluza de tres aletas en Sudamérica.

Su distribución geográfica en el Océano Atlántico ha sido referida entre las latitudes 38°00'S a 55°00'S en invierno y desde los 42°00'S a 55°00'S en verano, en profundidades de 80 a 800 m en aguas próximas al talud continental. Perrotta (1982) señala que durante la temporada estival la distribución de la merluza de tres aletas se extiende hacia el extremo meridional del mar de Scotia entre las islas Georgias y Shetland del sur, asociada a un desplazamiento de carácter trófico durante el primer trimestre del año. En el Océano Pacífico Suroriental, Avilés y Aguayo (1979) sitúan su distribución entre las latitudes 42°26'S a 57°00'S y Lillo *et al.* (1993) informan que su presencia está asociada a la plataforma y talud continental en un rango de profundidad de 130 a 800 metros.

Lillo *et al.* (1994) postulan un esquema de dinámica espacial que asocia la presencia de este recurso en el Pacífico Suroriental a un pulso migratorio de carácter reproductivo, el cual ingresa al sector chileno a fines del segundo trimestre proveniente del sector Atlántico. Este pulso se desplaza en dirección general norte asociado a la plataforma y talud continental, hacia un área de desove localizada entre las latitudes 47°00'S a 51°00'S donde se concentra desde mediados de julio a septiembre, retornando luego hacia el sur abandonando el sector Pacífico a mediados de noviembre.

En lo que respecta a su proceso reproductivo, la merluza de tres aletas presenta un desarrollo ovárico de tipo sincrónico, con un solo grupo modal de ovocitos que maduran para ser desovados en tandas sucesivas en corto tiempo (450 -1.125 micras), sin que se registre un proceso continuo de reclutamiento desde el stock de ovocitos maduros en reserva, características que la identifican como un desovador parcial con fecundidad anual determinada (Lillo *et al.*, 2002; Macchi y Pajaro, 1999). La merluza de tres

aletas comienza a desovar a una talla de 31 cm (2 años) y sobre 45 cm de longitud la totalidad de las hembras se encuentran maduras (Lillo *et al.*, 2004; Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2002).

El proceso de desove en el Pacífico se lleva a cabo entre mediados de julio y septiembre (Lillo *et al.*, 1993; Córdova y Céspedes, 1997; Lillo y Céspedes, 1998; Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004 y 2005; Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 y 2012). En el Pacífico Suroriental, sobre la base de estimaciones del índice gonadosomático (IGS) y el análisis de los estadios de madurez macroscópicos como microscópicos, se ha registrado que esta especie experimenta un activo proceso reproductivo en el bimestre agosto-septiembre, con valores de fecundidad promedios que han variado entre 386.831 y 733.540 ovocitos, en tanto que su fecundidad relativa promedio ha fluctuado entre 392 y 703 ovocitos con sobre el 50% de las hembras en proceso de desove activo (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003 y Lillo *et al.*, 2004), en cambio, hacia octubre y noviembre junto a los ejemplares con gónadas en regresión se observaron hembras inmaduras, pero ninguna en proceso de desove.

La talla media de madurez sexual ($L_{50\%}$) de hembras en el Pacífico Suroriental ha sido estimada en 38,4 cm (Balbontín y Lillo, 1999) y en 36 cm por Córdova *et al.* (2003), Lillo *et al.* (2004) y Saavedra *et al.* (2007 y 2008). Sánchez *et al.* (1986) estimaron para el Atlántico Sudoccidental, la talla media de madurez en 35,4 cm para machos y 38,01 cm para hembras, mientras que Macchi y Pájaro (1999) señalan un valor sustantivamente menor de 30,8 centímetros.

En lo que respecta al comportamiento alimentario de *M. australis*, esta presenta características zooplanctófagas del tipo carcinófago, siendo sus presas en primer lugar crustáceos pelágicos (eufáusidos) y en segundo lugar pequeños peces (mictófid) (Otero, 1977; Pool, *et al.*, 1997; Lillo *et al.*, 2003). Una característica de los estudios de la dieta de *M. australis* es la baja proporción de estómagos con algún tipo contenido (<27%), situación que ha sido atribuida a la rápida digestión de presas con cuerpos frágiles como son las especies del zooplancton (Pool *et al.*, 1997). Por otra parte, Pool *et al.*, (1997) señalan que la *M. australis* forma parte de la dieta de *Merluccius australis* y *Genypterus blacodes*, pero sin alcanzar los niveles de importancia que representa *Macruronus magellanicus*, situación también observada por Lillo *et al.* (2002; 2003).

En Chile, la explotación comercial de la merluza de tres aletas se inicia con el desarrollo a mediados de la década del 70 de la pesquería demersal sur austral, orientada a la captura de merluza del sur y congrio dorado, y donde la merluza de tres aletas formaba parte de su fauna acompañante. En el período 1981-1992, los desembarques de merluza de tres aletas variaron entre 2.000 y 5.000 toneladas anuales, obteniéndose las mayores capturas durante el tercer trimestre (Semapesca, 1990, 1998), sin embargo a partir de 1993 y conjuntamente con el inicio de proyectos de pesca de investigación orientadas al desarrollo de su pesquería, las capturas se han elevado a niveles que han fluctuado entre 20 y 24 mil toneladas los últimos años (Semapesca, 2010), las que se efectúan mayoritariamente en el área y período de desove de esta especie.

Aunque la merluza de tres aletas está presente durante todo el año, se han observado fuertes variaciones en su distribución y rendimientos de pesca. Giakoni (1992) señala la ausencia en diciembre de merluza de tres aletas al norte de la latitud 52°00'S, mientras Lillo y Paillamán (1996), Córdova y Céspedes (1997) y Lillo y Céspedes (1998) señalan variaciones estacionales en la distribución de la merluza de tres aletas estimada a partir de las áreas de operación de un buque en actividades de Pesca de Investigación, con un límite septentrional localizado al norte de la latitud 47°00'S en invierno y 52°00'S en verano.

En lo que respecta a la localización de las áreas de pesca, tanto en el sector Atlántico como Pacífico las mayores capturas se efectúan entre el segundo y tercer trimestre, esto es, cuando el recurso se dirige hacia su área de desove. Wohler y Marí (1996) señalan que las principales áreas de pesca de la flota argentina se localizan en un área restringida ubicadas al este y noreste de las islas de los Estados, obteniéndose las mayores capturas en el bimestre mayo-junio cuando grandes concentraciones de merluza de tres aletas cruzan en las cercanías del banco Burdwood en dirección a su área de desove en las cercanías de las islas Malvinas (Madirolas *et al.*, 1997). Mientras que en Chile se producen cuando el recurso se desplaza hacia el área comprendida entre los 47°S y 51°S, donde ocurre su proceso de desove (Lillo y Céspedes, 1998).

En este escenario, las variaciones estacionales en la distribución y biomasa de la merluza de tres aletas, que son dependientes de la fase de desarrollo del proceso migratorio, ejercen una clara influencia sobre los rendimientos de pesca del recurso objetivo. Al respecto, Giakoni (1992) estimó para la primera quincena de diciembre de 1992 rendimientos promedios de merluza de tres aletas de 3,2 t*h⁻¹, mientras Lillo y Paillamán (1996) estimaron para el período diciembre de 1994 a abril de 1995 rendimientos de pesca que fluctuaron entre 0,7 y 4,5 t*h⁻¹. En el período julio-noviembre los rendimientos de pesca han presentado un fuerte aumento, fluctuando desde 8 t*h⁻¹ (noviembre de 1998 y 2000) a 137 t*h⁻¹ (julio de 1997), mientras que en el resto de los años los valores máximos promedios han fluctuado entre 43 y 81 t*h⁻¹. Un elemento común, lo constituye la baja en los rendimientos de pesca en el período octubre y noviembre (Lillo *et al.*, 1993; Córdova y Céspedes, 1997; Lillo y Céspedes, 1998; Céspedes *et al.*, 2007).

En lo relativo a la biomasa de la merluza de tres aletas, dos evaluaciones directas realizadas mediante métodos acústicos el año 1993 para la zona comprendida entre las latitudes 47°S a 57°S, señalan valores de 186 mil toneladas en junio y 66 mil toneladas en noviembre, registrándose una disminución de la biomasa del 65% entre ambos períodos, hecho también atribuido al proceso migratorio del recurso (Lillo *et al.*, 1993). Las evaluaciones directas mediante métodos acústicos durante el período reproductivo realizados durante 2001 y 2002, han resultado en biomاسas en torno a las 200 mil toneladas, bordeando las 180 mil toneladas el 2003 y sufriendo una merma considerable el 2004 alcanzando las 84.000 toneladas, situación atribuible al período de realización del crucero ese año, ya que el recurso se encontró en una condición de post-desove y abandonando el área de estudio. El año 2005 la biomasa alcanzó los niveles del año 2003, bordeando las 180 mil toneladas, mientras que el año 2006 la estimación de biomasa alcanzó niveles cercanos a las 130 mil toneladas, observándose una disminución sostenida los años 2007 y 2008 con estimados de biomasa de 98.500 y 93.300 toneladas,

respectivamente. El año 2009 se observaron incrementos en biomasa y abundancia del 22% y 63% respectivamente. Este importante aumento en la abundancia permitió alcanzar los niveles observados los años 2002, 2003, 2005 y 2006, sin embargo a pesar del incremento la biomasa no alcanzó los niveles observados a principios de la década. El año 2010 no se realizó el crucero hidroacústico, mientras que el 2011 las estimaciones de la abundancia y la biomasa equivalieron a una disminución del 4% y a un incremento del 14% respecto al 2009, aumento insuficiente para revertir la tendencia y alcanzar los niveles históricos asociados al inicio de la declaración de esta pesquería en plena explotación. Los resultados del 2012 reflejaron un cambio en el comportamiento del recurso, detectándose una entrada tardía del principal foco reproductivo, observándose además una importante baja del 32% en la biomasa y del 23% en la abundancia respecto al año 2011, situación que se repitió el 2013 detectándose nuevamente una entrada tardía del recurso, a fines de agosto y resultando en nuevas bajas de la biomasa y abundancia de un 30% y 17% respecto al 2012, respectivamente.

Esta pesquería fue declarada en régimen de plena explotación el año 2000 por la autoridad pesquera. De acuerdo a la nueva Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), la asignación de las cuotas industriales para este recurso se realiza mediante licencias transables de pesca (LTP), creándose además los comités científicos técnicos como organismos asesores en las materias científicas relevantes para la administración y manejo de las pesquerías con su acceso cerrado, requiriéndose en consecuencia de antecedentes que permitan establecer los niveles de capturas totales permisibles o biológicamente aceptables. En este contexto es que el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, institución responsable de fijar las políticas y establecer las medidas de regulación adecuadas para el desarrollo sustentable de la actividad de la pesca y la acuicultura, ha incluido el proyecto de “Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones” en el programa de investigaciones correspondiente al año 2014, del que se presenta su informe final, sección: merluza de tres aletas.

4. METODOLOGÍA

4.1 Área y período de estudio

Los términos básicos de referencia del proyecto, señalaban que “se deberá realizar un crucero de evaluación hidroacústica en los principales focos de desove de merluza de tres aletas detectados en las regiones X y XII”.

Los antecedentes disponibles, que provienen de datos obtenidos a partir de 1993, señalan la presencia de concentraciones del recurso objetivo en la zona comprendida entre las latitudes 47°00'S y 51°00'S. Estas concentraciones estarían asociadas a un proceso reproductivo que alcanza su máxima actividad entre fines de julio, agosto y primera quincena de septiembre.

El crucero de prospección, se efectuó en el período comprendido entre el 19 y 4 de septiembre del 2014, en el área comprendida entre las latitudes 46°30' y 51°00'S.

Para determinar el área prospectada se digitalizaron los puntos de inicio y fin de la totalidad de las transectas realizadas durante el crucero expresados en grados y minutos de longitud y latitud, corrigiéndose la longitud a coordenadas Mercator. Posteriormente se construyó una grilla equivalente al área rectangular mínima que contuviera el polígono de la zona en estudio. Sobre esta grilla se blanqueó el polígono formado por los puntos iniciales y finales de las transectas.

También se utilizó el área entregada por el software EVA2. El área entregada por el programa fue transformada a la proyección Mercator mediante la corrección por el coseno de la latitud media y referida a millas náuticas cuadradas, según:

$$Area_{\text{grados}} = \iint Long(y)(Lat(x))dydx$$

$$\text{Área} = Area_{\text{grados}} * 3600 * \cos(Lat^{\circ}S) \text{ mn}^2$$

4.2 Equipos

4.2.1 Embarcación

La embarcación utilizada fue el buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos” (**Fig. 1**), el cual posee una eslora de 74,1 m, 15,6 m de manga, 8,5 m de puntal, Motor Diesel x Wartsila y eléctricos Ansaldo de 1.500 kW que permiten desarrollar el equivalente a 4021 HP, y un T.R.G de 3.068 t. Este buque es administrado por la Armada de Chile y fue utilizado en modalidad de arriendo. Este buque

tiene un muy bajo nivel de radiación de ruido y cumple con las recomendaciones dadas por ICES en la publicación del informe de Investigación Cooperativa N° 209 (CRR 2009, Mitson, 1995).

La autorización para realizar la pesca de investigación fue consignada y regulada a través de la Resolución de pesca de investigación N° 1.998 del 31 de julio del 2014 (**Anexo 1**), en que la Subsecretaría de Pesca autoriza a la nave Cabo de Hornos a realizar la pesca de investigación. La resolución autorizó para el segundo crucero la extracción de un máximo de 32 toneladas de merluza de tres aletas y capturar en calidad de fauna acompañante, 17 toneladas de merluza de cola y 2 toneladas de merluza del sur. Además autorizó la extracción de otras especies recurrentes a los lances de identificación tales como cojinoba, reineta, congrio dorado, tollo y brótula con cuotas de 500, 700, 300, 100 y 500 kg, respectivamente para el total de cruceros.

4.2.2 Sistema de ecointegración

Se utilizó un ecosonda científico marca Simrad modelo ER60 con seis transductores (Split-beam transducer) con frecuencias de 18, 38, 70, 120, 200 y 333 KHz, siendo la frecuencia principal de uso de la 38 kHz. Estos transductores están instalados en una quilla retráctil, la que se mantuvo sumergida a 9 m bajo la superficie durante todo el crucero.

Los archivos RAW fueron almacenados diariamente para su posterior proceso. Este ecosonda fue configurado en su frecuencia principal para transmitir a una potencia de 2000 W con una duración del pulso de 1,024 ms en todas las frecuencias. La ganancia utilizada previa calibración fue de 26,9 dB. El coeficiente de absorción nominal fue de 9,2 dB/km. Con un umbral mínimo de detección utilizado de -65 dB. Los archivos RAW fueron descargados diariamente del servidor del buque y respaldados en discos duros externos.

El sistema de ecointegración, fue calibrado de acuerdo al procedimiento recomendado por el fabricante (Simrad, 2003), el cual consiste en ubicar un blanco de referencia con fuerza de blanco conocida bajo el transductor y dentro del haz acústico, a fin de comparar la fuerza de blanco registrada por el equipo con la fuerza de blanco conocida, siendo el blanco estándar una esfera de cobre de 60 mm de diámetro y TS de -33,6 dB. Si es necesario ajustar el ecosonda, como fue el caso, esto es desarrollado automáticamente por el software de calibración del ER60.

Adicionalmente, se instaló directamente a la CPU del ER60 un inclinómetro digital marca Applied Geomechanics, modelo MD900-7, el cual permitió adquirir datos de ángulos de inclinación del buque de cabeceo y roleo (pitch and roll) a una frecuencia de 4 datos por segundo, lo que permitió compensar la señal acústica perdida por este movimiento (Dunford, 2005; Saavedra *et al.*, 2012).

4.2.3 Redes de pesca

Los lances de pesca de identificación fueron realizados con una red de arrastre de mediagua Barracuda 608 con abertura vertical de 40-50 metros (**Fig. 2**). Esta red contaba con un cubrecopo de 50 mm, lo que aseguró rescatar el mayor espectro de tallas posible, así como el de mantener las condiciones operacionales de estudios anteriores.

4.3 Objetivo específico 1

Determinar la biomasa total y desovante (en peso), abundancia total y desovante (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio. Sección Merluza de tres aletas

4.3.1 Diseño de muestreo

Asumiendo aleatoriedad en la distribución del recurso con respecto a la localización de la primera transecta, el muestreo de tipo sistemático ha sido considerado como el más adecuado para estudios orientados a estimar la abundancia, precisión y distribución de un recurso (Simmonds y Fryer, 1996; Simmonds, 1996; Simmonds y MacLennan, 2005; Shotton y Bazigos, 1984). Además, Simmonds *et al.* (1991) señalan que una evaluación directa de un recurso pesquero debe considerar además la disponibilidad espacio-temporal del stock y que éste debería estar dentro de un área definida por un período determinado y en lo posible en condiciones monoespecíficas.

Teniendo en cuenta que durante el período y área del estudio, los antecedentes indicaban que la concentración reproductiva del recurso presentaba una estrecha distribución longitudinal, se efectuó de acuerdo a lo propuesto en la oferta técnica, un muestreo de tipo sistemático con transectas de muestreo equidistantes y perpendiculares al sentido general de la costa, lo que permite disminuir la varianza del estimador cuando los datos presentan un gradiente de densidad en el sentido de las transectas, como también, obtener información adecuada sobre la distribución espacial de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005).

Durante el crucero en la prospección normal se realizaron un total de 64 transectas, 45 transectas con una separación entre ellas de cinco millas náuticas, y 19 con separación de 2,5 mn en la zona donde se observó mayor concentración de recurso (norte del área de estudio), las que cubrieron longitudinalmente desde el veril de los 100 a 1.500 metros de profundidad aproximadamente (**Fig. 3**). Los lances de identificación se realizaron lo más cercano al momento de la detección, a fin de disminuir la incertidumbre espacio-temporal en la asignación de las unidades de eointegración.

4.3.2 Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas

La identificación de los ecotrazos correspondientes a la merluza de tres aletas, se realizó mediante la inspección visual de los ecogramas, en base a los resultados de los lances de identificación. Para lo anterior se utilizó el software SonarData Echoview® (versión 4.60.58) fijándose un umbral mínimo de detección (S_v) de -65 dB. El procedimiento utilizado es el considerado estándar (Simmonds *et al.*, 1991) constando de los siguientes pasos:

- 1) Definición de líneas de superficie y línea de fondo en el ecograma, las cuales limitaron las zonas de integración superior e inferior en el ecograma.
- 2) Revisión y edición de la línea de fondo, la cual fue corregida en las zonas en que hubo pérdida de señal, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confundía con señales de agregaciones muy cercanas a éste. Esta corrección de la señal de fondo generó un límite inferior para el área de integración.
- 3) Revisión y edición de la línea de superficie, la cual debió ser generada a una profundidad tal que evite que la turbulencia o burbujas generadas por el casco del buque sean incorporadas como ruido a la integración, ésta línea se ubicó generalmente a 3 metros bajo el transductor.
- 4) Definición de regiones a integrar, donde se integraron las regiones dentro de cada IBM (Intervalo Básico de Muestreo de 0,5 millas náuticas de extensión). La delineación de la región a integrar fue de tipo manual, encerrando convenientemente en la región el ecotrazo detectado para su posterior integración.

La asignación de las unidades de eointegración, a los ecotrazos detectados se realizó mediante el método propuesto por Bodholt (1991), que plantea que la contribución a la integración ($s_{A(i)}$) de una especie "i" a la integración total ($s_{A(t)}$) del intervalo básico de muestreo es proporcional a su participación en la captura en número (n_i) de las "j" especies participantes en el lance y su coeficiente de dispersión acústico (σ).

$$s_{A(i)} = \frac{n_i * \sigma_i}{\sum (n_j * \sigma_j)} * s_{A(t)}$$

En el caso de los lances con captura multiespecífica se consideró las relaciones de TS de las especies recurrentes utilizando las relaciones descritas para merluza del sur por Lillo *et al.* (1996) y para merluza de cola por Lillo *et al.* (2005), mientras que para reineta, brótula y congrio se utilizó la relación para peces fisóstomos (Foote, 1987). Para cojinoba del sur y dada la falta de información para esta especie se optó por utilizar la relación para jurel (Cordova *et al.*, 1998):

Merluza de cola:	$20,2 \cdot \text{Log}(L) - 73,1 \text{ (dB)}$
Merluza austral:	$20 \cdot \text{Log}(L) - 68,1 \text{ (dB)}$
Reineta:	$20 \cdot \text{Log}(L) - 71,9 \text{ (dB)}$
Cojinoba:	$20,11 \cdot \text{Log}(L) - 71,9 \text{ (dB)}$

Las tallas medias fueron estimadas a partir de los muestreos de talla realizados a la especie objetivo y a la fauna acompañante.

La asignación de la proporción en número de merluza de tres aletas y de las especies recurrentes de cada lance se realizó al área inmediatamente vecina a éste. Durante el crucero se realizaron un total de 39 lances distribuidos en el área de estudio, intensificándose el muestreo biológico en las zonas donde se detectó mayor presencia del recurso, incorporándose además cuatro lances del crucero 1 (c1) en el área al norte de la zona de estudio (denominados lances c1-30, c1-31, c1-32 y c1-33). La distribución espacial de los lances se entrega en la **Figura 3**.

4.3.3 Información acústica

La prospección acústica nocturna, se llevó a cabo en forma continua durante la navegación, discretizando la información en Intervalos Básicos de Muestreo (I.B.M.) de 0,5 mn. (Barbieri *et al.*, 1998). La información acústica está representada por el valor de densidad promedio detectada en cada I.B.M. a lo largo de la transecta, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada (S_A) y los valores de intensidad de blanco (TS), detectados dentro de los límites de integración de las I.B.M.'s.

4.3.3.1 Corrección fuente de error producida por movimiento del transductor

La pérdida de información generada durante la prospección por los cambios en la orientación del transductor entre el momento de la transmisión del pulso y su recepción y que puede ser severa en casos de mal tiempo (Simmonds y MacLennan, 2005) fue compensada determinando los ángulos de inclinación longitudinal (pitch) y lateral (roll) con un sensor de movimiento instalado en el puente de la embarcación y conectado al computador del ER60, el cual tomó muestras continuas de la inclinación a razón de 240 muestras por minuto.

Para efectos de incorporar y compensar la señal acústica se utilizó el módulo de variables virtuales "*Motion correction (Dunford method)*" de Echoview® (versión 4.60.58.) el cual permite corregir pulso a pulso la atenuación de señal mediante el método de Dunford (Dunford, 2005). Aun así a fin de minimizar el movimiento lateral y longitudinal de la embarcación, las transectas se realizaron generalmente con viento en popa o por la amura, intentando minimizar con esto la pérdida de señal por este concepto (Saavedra *et al.*, 2012).

4.3.4 Relación TS utilizada y coeficiente de ecointegración en número (C_n)

- Relación TS

La obtención de los datos de fuerza de blanco de merluza de tres aletas se ha efectuado en todos los cruceros de prospección acústica a la fecha, los resultados obtenidos en estos estudios no han sido confiables, debido al comportamiento altamente gregario de *M. australis*, resultando que en los lances de pesca “limpia” (100% merluza de tres aletas) la distribución del recurso no es la óptima para la detección de blancos individuales, presentándose el recurso de preferencia en agregaciones tipo estrato o muy agregado. Esta característica del recurso no cumple con las condiciones establecidas como recomendable para mediciones de TS (ICES, 1999, 2001). Es así que a fin de mantener una consecuencia con evaluaciones anteriores de merluza de tres aletas, es que se utiliza a modo comparativo con años anteriores, la relación señalada por (Lillo *et al.*, 1996) para *Merluccius gayi* e igual a:

$$\overline{TS} = 20 * \log(talla) - 68,5 \quad (dB)$$

Existen diferentes estimaciones de la relación de TS para merluza de tres aletas, tales como la relación señalada para *Micromesistius poutassou* por Monstad (1992), que es empleada en las evaluaciones de *Micromesistius australis* en Nueva Zelandia (Hanchet, 2000) y Argentina (Madirolas *et al.*, 1997), y que corresponde a: $\overline{TS} = 21,7 * \log(talla) - 72,8 \quad (dB)$, la cual según Hanchet (2000), debería ser considerada con precaución, pues esta relación de fuerza de blanco sobreestimaría la biomasa en niveles del 30%, o la relación estimada por Godø *et al.* (2002), los que en experimentos de medición de TS efectuadas sobre *M. poutassou*, obtuvieron sólo un resultado confiable que les permitió estimar la relación $\overline{TS} = 20 * \log(talla) - 64 \quad (dB)$, la cual significaba una reducción del 75% de la biomasa; y finalmente la relación estimada por Pedersen *et al.* (2011) para *M. poutassou* igual a $TS = 17,4 * \log(talla) - 61,6 \quad (dB)$, determinada *in situ* pero con un reducido rango de tallas (21,4 - 28,1 cm) lo cual limita su uso. En Chile, Lillo *et al.* (2006) obtienen una relación de TS para merluza de tres aletas chilena igual a $TS = 20 * \log(talla) - 69,1 \quad (dB)$, la cual ha significado en años anteriores aumentos en la estimación de biomasa en valores cercanos al 15%.

Independiente de la relación utilizada, los argumentos descritos anteriormente son los que mantienen como base comparativa la aplicación de la relación estimada para merluza común en la evaluación de merluza de tres aletas. En este escenario, las estimaciones mediante métodos hidroacústicos deben ser consideradas como un indicador del tamaño de la biomasa desovante del stock.

- **Coefficiente de ecointegración**

El coeficiente de ecointegración a la talla “k” en número (C_{nk}) referido a un s_A se calculó según:

$$C_{nk} = (4\pi * 10^{\frac{TS_k}{10}})^{-1}$$

Donde: TS_k = Intensidad de blanco a la talla “k” (dB)

4.3.5 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)

4.3.5.1 Validación de la estructura de tallas

Dada la característica del crucero en que se prospectó inicialmente la zona entre el 46°35' y 47°20'LS, luego navegar hacia el límite sur e iniciar una nueva prospección de sur a norte (51°00'-47°20'LS), repasando la zona norte (47°20'-46°30' con un grillado mas fino de transectas separadas cada 2,5 mn, es que se debió separar el área de estudio en tres zonas. Realizándose el test DHG en cada una para comparar las distribuciones de frecuencia obtenida en cada una a fin de determinar la necesidad de trabajar las zonas por separado o separarlas en sub-zonas. Las estructuras de talla resultantes de los lances fueron comparadas empleando una dócima de heterogeneidad generalizada (DHG), cuya estadística de prueba se basa en la distribución Chi-cuadrado (Zar, 1996; Miranda 1998), la cual corresponde a una prueba estadística que permite establecer la similitud o diferencia estadística entre distribuciones multinomiales. El procedimiento considera el planteamiento de la hipótesis que supone que las distribuciones provienen de una misma población. Atendiendo a la homogeneidad postulada entre estas distribuciones, la hipótesis nula (H_0) se plantea como:

H_0 : “La estructura de tallas obtenida en cada uno de los lances de pesca, es similar a la estructura de talla global, del total de lances con muestra dentro de la totalidad del área de estudio

La DHG considera una estadística, de prueba basada en una variable aleatoria con distribución χ^2 , la que bajo el supuesto de que la hipótesis nula es verdadera, esta se distribuye como una distribución χ^2 central.

Bajo este supuesto la estadística de prueba hace uso de una distribución multinomial o estructura de tallas de referencia, la que se asume como teórica:

$$H_0 : \vec{P}_1 = \vec{P}_2 = \dots = \vec{P}_Z = \vec{P}_p$$

$$H_1 : \vec{P}_z \neq \vec{P}_{z'}, z \neq z'; z = 1, 2, 3, \dots, Z$$

Hipótesis que pueden ser planteadas de manera equivalente como sigue:

$$H_0 : P_{1k} = P_{2k} = \dots = P_{Zk} = P_{pk} \quad \forall k = 1, 2, 3, \dots, K \wedge \forall z = 1, 2, 3, \dots, Z$$

$$H_1 : P_{zk} \neq P_{z'k}, z \neq z'; z, z' = 1, 2, 3, \dots, Z$$

La estadística de prueba a utilizar, se basa en una distribución χ^2 la cual esta dada por la siguiente expresión:

$$\chi^2_{z(k-1)} = \sum_{k=1}^K \frac{[n_{zk} - n_z \hat{P}_{pk}]^2}{n_z \hat{P}_{pk}}; \quad z = 1, 2, \dots, Z$$

Esta estadística se distribuye como una distribución chi-cuadrado con $k-1$ grados de libertad, dando cuenta de cuan similar es el número de ejemplares observado de talla “k” dentro de cada zona con respecto a lo que se esperaría observar bajo el supuesto de verdad de la hipótesis nula. Si la hipótesis nula es verdadera, esperaríamos que el valor de esta estadística en cada una de las zonas debiera ser igual a cero. Entonces su aporte a las diferencias observadas en la totalidad de las zonas examinadas independientemente podemos adicionarlas (teorema) como sigue:

$$\chi^2_b = \sum_{z=1}^{z=Z} \chi^2_{z(K-1)} = \sum_{z=1}^{z=Z} \sum_{k=1}^K \frac{[n_{zk} - n_z \hat{P}_{pk}]^2}{n_z \hat{P}_{pk}};$$

Luego la estadística de prueba esta dada por la relación:

$$\chi^2_{DH} = \left\{ \sum_{z=1}^{z=Z} \chi^2_{z(K-1)} - \chi^2_p \right\} \sim \chi^2_{((Z-1)(K-1))}$$

Donde:

$$\chi^2_p = \sum_{k=1}^K \frac{[n_k - n \hat{P}_{pk}]^2}{n \hat{P}_{pk}} \sim \chi^2_{(K-1)}$$

$$n_k = \sum_{z=1}^{z=Z} n_{zk}, \quad n = \sum_{z=1}^{z=Z} \sum_{k=1}^K n_{zk}$$

Como criterio de decisión respecto de la hipótesis nula (**H₀**), esta es rechazada si el valor observado de la estadística de prueba $\chi^2_{DH} > \chi^2_{c(Z-1)(K-1)}$, a un nivel de significación preestablecido $\alpha = \alpha_0 = (0.05)$.

4.3.5.2 Estimación de la abundancia y biomasa

La abundancia y biomasa de merluza de tres aletas en cada sector se estimó según:

$$\begin{aligned}\hat{A}_k &= a \hat{C}_{nk} \hat{R}_k \\ \hat{A}_T &= \sum_k \hat{A}_k \\ \hat{B}_k &= \hat{A}_k w_k \\ \hat{B}_T &= \sum_k \hat{B}_k\end{aligned}$$

Donde:

- $\hat{A}_k$ = abundancia a la talla k (en número).
- a = área prospectada (mn²) del sector
- $\hat{C}_{nk}$ = coeficiente de ecointegración a la talla k (n/mn²/s_A)
- w_{kj} = peso promedio a la talla k, expresado en (t).
- $\hat{A}_T; \hat{B}_T$ = abundancia y biomasa total.
- P_k = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca ponderados y agrupados en el área de estudio.
- $\hat{R}_k$ = estimador de razón a la talla k.

Siendo:

$$\hat{R}_k = \hat{R} P_k$$

Donde $\hat{R}$ se obtuvo de acuerdo a los siguientes métodos

- **Hansen (Conglomerados)**

El estimador de razón ($\hat{R}$) de las lecturas acústicas del ecointegrador (s_A) por IBM correspondiente a los métodos de Hansen *et al.* (1953) se calcula según:

$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

Donde:

- n = número de transectas de la muestra
- X_i = densidad de la transecta i-ésima.
- Y_i = número de IBM. en la transecta i-ésima.

- **Bootstrap**

El estimador de $\hat{R}$ según el método Bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) se calcula según:

$$\bar{\hat{R}} = \sum_{i=1}^G \frac{\hat{R}_i}{G}$$

Siendo $\hat{R}$ un estimador de razón obtenido de la i-ésima muestra de tamaño n seleccionado con reposición de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

- **Variables regionalizadas**

Otro estimador de biomasa utilizado, corresponde al propuesto por Petitgas (1991) el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución del recurso y estima su densidad (Z), que es equivalente a la razón $\hat{R}$, sólo en dicha área (V) mediante la expresión:

$$Z_v = \frac{1}{V} \int Z(x) dx$$

Donde Z_v es un estimador de la media ponderada de las muestras de las lecturas acústicas,

La lectura acústica del ecoinTEGRADOR por ESDU corresponde a la expresión:

$$s_A = 4\pi(1852)^2 \int_{r1}^{r2} s_v * dr$$

Donde:

- S_v = coeficiente volumétrico de dispersión (m^2/m^2).
- R_o = profundidad de referencia del blanco (m).
- $r2, r1$ = límites superior e inferior de la ecoinTEGRACIÓN ó de los estratos programados (m).
- 1.852 = factor de transformación de m a mn.

4.3.6 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determinó según:

$$\hat{V}(\hat{A}) = \sum_k^K \hat{V}(\hat{A}_k)$$

Dado que no se dispone de la varianza del TS a la talla, se debe considerar a C_{nk} como una constante, quedando la estimación de la varianza reducida a:

$$\hat{V}(\hat{A}_k) = (a * C_{nk})^2 * [\hat{V}(\hat{R}_k)]$$

$$\hat{V}(\hat{R}_k) = \hat{V}(\hat{P}_k) \hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{P}_k^2 - \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{V}(\hat{P}_k)$$

La varianza de la biomasa se calcula según:

$$\hat{V}(\hat{B}) = \sum_k^K \hat{V}(\hat{B}_k)$$

$$\hat{V}(\hat{B}_k) = \hat{V}(\hat{A}_k) \hat{W}_k^2 + \hat{V}(\hat{W}_k) \hat{A}_k^2 - \hat{V}(\hat{A}_k) \hat{V}(\hat{W}_k)$$

4.3.6.1 Estimadores de la varianza de $\hat{R}$

Para diseños sistemáticos como el propuesto en esta evaluación, donde se considera un único punto de arranque para la muestra, no es posible obtener un estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Sin embargo, hay un amplio conjunto de estimadores aproximados que pueden ser usados con resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la población en estudio no presenta periodicidad en relación a la selección de la muestra sistemática. En este contexto, se obtienen cuatro estimadores alternativos de varianza de la razón.

- **Conglomerado de tamaño desiguales (Hansen *et al.*, 1953)**

$$\hat{V}_1(\hat{R}) = (1 - \frac{n}{N}) \frac{1}{ny} (s_x^2 + \hat{R}^2 s_y^2 - 2\hat{R} s_{xy})$$

Donde, N es el número total de transectas en el área, y

$$s_{xy} = \sum_i^n \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n - 1}$$

$$s_x^2 = s_{xx} \quad ; \quad s_y^2 = s_{yy}$$

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} ; \quad \bar{y} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{n}$$

Donde, el intervalo de confianza $1 - \alpha$ para la abundancia $\hat{A}$ o la biomasa $\hat{B}$ está dado por la expresión:

$$(\hat{B} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})} ; \hat{B} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})})$$

- **Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)**

$$\hat{V}_3(\hat{R}) = \frac{1}{(G-1)} = \sum_{i=1}^G (\hat{R}_i - \bar{\hat{R}})^2$$

El intervalo de confianza $(1 - \alpha)$ para la abundancia $\hat{A}$ o la biomasa $\hat{B}$ se encuentra dado por el método Percentil Corregido (BC).

$$(\hat{F}^{-1} \{ \phi(2 Z_0) \})$$

Donde $\hat{F}^{-1}$ es la función inversa de la distribución acumulada de $\hat{F}(\hat{R})$, definida por:

$$\hat{F}(\hat{R}) = \text{Prob}(\hat{R}_x - \hat{R})$$

y donde,

$$Z_0 = \phi^{-1}(\hat{F}(\hat{R}))$$

Siendo Z_α el percentil superior de una normal estándar.

- **Método de las variables regionalizadas**

Este estimador de varianza utilizado corresponde al propuesto por Matheron (1971), para datos geográficamente correlacionados mediante la ecuación:

$$\sigma_E^2 = 2 \bar{\gamma}(S,V) - \bar{\gamma}(V,V) - \bar{\gamma}(S,S)$$

Donde los términos de la ecuación se pueden representar mediante sus respectivos variogramas $(\gamma(h))$ según:

$$\gamma(S,S) = \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \sum_{\beta} \gamma(x_{\alpha} - x_{\beta})$$

$$\bar{\gamma}(S,V) = \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \int_V \gamma(x_{\alpha} - y) dy$$

$$\bar{\gamma}(V,V) = \frac{1}{V^2} \int_V dx \int_V \gamma(x - y) dy$$

Donde V es el área de distribución del recurso, (a,β) los índices de los intervalos básicos de muestreos y n el número de muestras en V.

La varianza σ_e es entonces la diferencia entre la integral doble de la función de estructura ($\bar{\gamma}(S,V)$) y sus dos aproximaciones discretas sobre la grilla de muestreo ($\bar{\gamma}(S,V)$ y $\bar{\gamma}(S,S)$), de los cuales estos últimos no pueden ser calculados sin recurrir a un modelo de variograma.

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

Para obtener los estimados de la media y Varianza en Merluza de 3 aletas se aplicó la metodología Geoestadística mediante el software EVA (Petitgas y Prampart, 1995).

4.3.7 Estimación del Coeficiente de variación (CV)

Con el objeto de disponer de una medida de la precisión alcanzada en el estimado de biomasa, se utiliza el coeficiente de variación.

Coeficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{B})}}{\hat{B}}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \hat{V}(\hat{B}) &= \text{varianza de la abundancia ó biomasa} \\ \hat{B} &= \text{Abundancia o biomasa} \end{aligned}$$

4.3.8 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas

La distribución espacial de la merluza de tres aletas en el área prospectada, se estimó a partir de los datos de densidades locales provenientes de la información acústica y de los lances de pesca de identificación. Se presenta como una carta de contornos, en donde estos representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo visualizar las áreas de mayor concentración de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005).

En el mapeo de las densidades de la merluza de tres aletas, se consideraron aspectos relacionadas con la técnica geoestadística (uso de los semivariogramas) herramienta analítica que permite determinar la existencia de estructuras espaciales tales como: tamaño, dirección y tipo de estructura (Anónimo, 1991; Pelletier y Parma, 1994; Maynou *et al.*, 1998). Los datos, son interpretados como una representación muestral de un proceso aleatorio dentro del área de estudio, a través de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales $(Z(x_i) - Z(x_i+h))^2$ como función de su distancia h , definida mediante la ecuación:

$$2\gamma(x, h) = E[Z(x) - Z(x+h)]^2$$

El supuesto de estacionaridad de segundo orden en el método intrínseco, es decir, que la media y la varianza de los incrementos sean constantes, permite estimar el variograma experimental $2^*\gamma(h)$ como:

$$2^*\gamma(\theta, h) = \frac{1}{N(\theta, h)} \sum_i [Z(x_i) - Z(x_i+h)]^2$$

Siendo $Z(x_i)$ el valor experimental en el punto x_i y $N(\theta, h)$ el número de pares de datos en la dirección θ y distancia h .

El ajuste del variograma experimental a un modelo matemático, se efectuó de acuerdo a la propuesta de Cressie (1993) para los modelos esférico y exponencial como:

Modelo esférico:

$$\gamma(h, \theta) = \begin{cases} 0, & |h| = 0 \\ c_0 + c_s \left\{ (3/2)(|h|/a_s) - (1/2)(|h|/a_s)^3 \right\}, & 0 < |h| \leq a_s \\ c_0 + c_s, & |h| > a_s \end{cases} \theta$$

Modelo exponencial:

$$\gamma(h, \theta) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ c_0 + c_e \{1 - \exp(-h/a_e)\}, & h \neq 0 \end{cases}$$

Donde, c_0 corresponde a la variabilidad de microescala, c_s , c_e representan la varianza estructural de los respectivos modelos de variogramas y a_s , a_e los rangos o distancias hasta la cual los datos presentan correlación.

La suma de ambas variabilidades ($c_0 + (c_s; c_e)$), representa el *sill* o nivel máximo de variabilidad. En el caso del modelo exponencial el rango se asume como el punto en el cual el modelo incluye el 95% del *sill*, esto puede ser estimado como tres veces el rango teórico ($3a_e$).

El ajuste de los modelos a los datos del variograma experimental, se realizó mediante el método de mínimos cuadrados descrito por Cressie (1993) minimizando la función:

$$\sum_{i=1}^H |N(h(j))| \left\{ \frac{\hat{\gamma}(h(j))}{\gamma(h(j); \theta)} - 1 \right\}^2$$

Donde H es el número de intervalos en que la distancia entre puntos de muestreo fue discretizada. Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo a $N(h_i)$, que es el número de pares de datos utilizados para estimar $\hat{\gamma}(h_i)$ y al inverso de $\gamma(h_i)^2$. Lo anterior, tiene la propiedad de aumentar la ponderación de los puntos cercanos al origen del variograma, permitiendo obtener un buen ajuste en las cercanías de su origen y disminuir la ponderación de los puntos más distantes (Cressie, 1993; Maravelias *et al.*, 1996).

El grado de concentración en la distribución de la biomasa de merluza de tres aletas en el área de estudio, se estimó a partir de la curva de Lorenz y el Índice de Gini (Myers y Cadigan, 1995). La curva de Lorenz es un método gráfico para representar el grado de concentración de la distribución, representándose en el eje de la abscisa la proporción acumulada del área y en el eje de la ordenada la proporción acumulada de la biomasa. Si el recurso se distribuyera homogéneamente, la curva de Lorenz sería una recta desde el origen (función identidad) y curva si el recurso presenta algún grado de concentración.

El Índice (δ) de Gini, es un indicador numérico relacionado a la curva de Lorenz y se estima como el doble del área comprendida entre la función identidad y la curva de Lorenz. Este índice puede fluctuar entre 0 (distribución homogénea) a valores cercano a 1 (alta concentración).

4.3.9 Fuentes de incertidumbre

Los estimados de Abundancia y de Biomasa son sensibles a fuentes de incerteza que ocurren durante la evaluación, si bien el medirlas es un proceso probabilística, en la mayoría de los casos, se puede tratar de minimizar el sesgo bajo ciertas condiciones que se pueden manejar. En primer lugar se debe considerar la incertidumbre en el “timing” o período en que se realiza el crucero, el cual debe realizarse en el período de máxima agregación de la especie y en el área que ésta se concentra a fin de optimizar los recursos disponibles y disminuir la fuente de error en este aspecto, factor que se consideró de acuerdo a los antecedentes históricos de la pesquería referido a las migraciones y períodos de máxima captura y desove, además de la comunicación directa con las empresas que operan sobre este recurso. En este sentido el crucero se realizó en la segunda quincena de agosto, período en que históricamente se ha registrado el máximo de concentración reproductiva de la especie.

Otra fuente potencialmente importante de incerteza la genera la interpretación del ecograma, ya sea en la asignación de identidad de los ecotrazos o de la proporción de los s_A asignados a la especie objetivo, lo cual fue abordado mediante la realización de los lances de identificación y con la asignación por proximidad directa a la vecindad del lance de pesca y un prolijo post-proceso de ecogramas.

La zona ciega bajo el transductor se puede considerar irrelevante dada la distribución batimétrica del recurso bajo los 100 metros de profundidad, la zona ciega por distribución de los peces muy cercana al fondo se minimizó realizando la prospección en período nocturno, situación en que el recurso se encontró a mayor distancia del fondo.

Respecto a la incertidumbre respecto a la resolución temporal de las especies recurrentes, ésta se minimizó realizando el lance lo más cercano a la detección posible.

a) Corrección fuente de error producida por movimiento del transductor

La pérdida de información generada durante la prospección por los cambios en la orientación del transductor entre el momento de la transmisión del pulso y su recepción y que puede ser severa en casos de mal tiempo (Simmonds y Maclennan, 2005) fue compensada determinando los ángulos de inclinación longitudinal (pitch) y lateral (roll) con un sensor de movimiento instalado en el puente de la embarcación y conectado al computador del EK60, el cual tomó muestras continuas de la inclinación a razón de 240 muestras por minuto.

b) Evaluación de fuentes de error en la estimación de biomasa acústica

Para estimar y diagnosticar las fuentes de incertidumbre en las estimaciones acústicas, Rose *et al.* (2000) y O'Driscoll (2004) proponen un método basado en simulaciones Monte Carlo. El método involucra el conocimiento de las distribuciones de probabilidad de las fuentes de incertidumbre, a partir de las cuales se generan muestras aleatorias que son incorporadas en el proceso de estimación de biomasa acústica.

En este estudio se propuso estudiar el aporte de las fuentes de error en la estimación de la biomasa, que corresponden al factor de eointegración (fuerza de blanco promedio ($\overline{TS}$)), las lecturas acústicas por intervalo básico de muestreo (s_A), la composición de tamaños y el peso medio ($\bar{w}$). Por lo tanto, para estas fuentes de error, se determinó las distribuciones de probabilidad asociadas y se realizaron simulaciones Monte Carlo con el objetivo de obtener una estimación de la incerteza del estimado de biomasa de merluza tres aletas, y compararlas con las estimaciones de varianza del resto de los métodos de estimación propuestos en este estudio.

4.4 Objetivo específico 2:

Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica. Sección merluza de tres aletas

4.4.1 Muestreo a bordo

En la estimación de la estructura de talla y la proporción sexual de merluza de tres aletas se basó en un diseño de muestreo bi-etápico, siendo la unidad de muestreo primario el lance de pesca y la unidad de segunda etapa una submuestra al azar de ejemplares de la captura del lance, siendo ésta la unidad de análisis. En este sentido, los muestreos de biológicos de las capturas de los lances de pesca de identificación de ecotrazos fueron realizados cerca del pozo de pesca de la nave. El muestreo biológico consistió en un muestreo al azar de los ejemplares capturados de la especie. La información registrada del muestreo biológico consistió básicamente en los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posición, profundidad y captura), y los datos del muestreo biológico, como: talla, sexo y frecuencia de ejemplares.

4.4.2 Composición de tallas y proporción sexual

La composición de longitud fue estimada de una combinación lineal de las distribuciones de talla obtenidas en cada lance de pesca, utilizando como factor de ponderación los valores de capturas correspondientes a cada uno de los lances. Las distribuciones de tallas obtenidas fueron representadas de forma gráfica, y apoyados también con distribuciones de tallas acumuladas.

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

$$\hat{P}_k = \sum_{j=1}^m \frac{Y_j}{Y_0} \cdot \hat{P}_{jk}$$

$$\hat{V}[\hat{P}_k] = \left[1 - \frac{m}{M}\right] \frac{1}{m(m-1)} \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{Y}^2} [\hat{P}_{jk} - \hat{P}_k]^2 + \frac{1}{Mm} \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{Y}^2} \left[1 - \frac{n_j}{N_j}\right] \frac{1}{n_j - 1} \hat{P}_{jk} [1 - \hat{P}_{jk}]$$

Donde,

$$\hat{P}_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j} \quad ; \quad Y_0 = \sum_{j=1}^m Y_j \quad , \quad \hat{\bar{Y}} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m Y_j$$

Notación:

Índices:

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

Variables y Parámetros:

- n = Número de ejemplares en la muestra.
- Y = Captura en número.
- m = Número de lances muestreados.
- $\hat{P}_k$ = Estimador de la proporción a la talla.
- $\hat{P}_s$ = Estimador de la proporción sexual en la captura.

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

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

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

$$\hat{P}_s = \sum_{j=1}^m \frac{Y_j}{Y_0} \cdot \hat{P}_{js}$$

$$\hat{V}[\hat{P}_s] = \left[1 - \frac{m}{M} \right] \frac{1}{m(m-1)} \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{\bar{Y}}^2} [\hat{P}_{js} - \hat{P}_s]^2 + \frac{1}{Mm} \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{\bar{Y}}^2} \left[1 - \frac{n_j}{N_j} \right] \frac{1}{n_j - 1} \hat{P}_{js} [1 - \hat{P}_{js}]$$

Donde,

$$\hat{P}_{js} = \frac{n_{js}}{n_j} \quad ; \quad Y_0 = \sum_{j=1}^m Y_j \quad ; \quad \hat{\bar{Y}} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m Y_j$$

El análisis de las estructuras de tallas y la proporción sexual fue tratado de forma georreferencial, según los mismos estratos espaciales empleados en proyectos similares de evaluación hidroacústica en la

especie efectuados entre el 2001 y 2007 (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004; Lillo *et al.*, 2005; Saavedra *et al.*, 2006, 2007 y 2008). Para efectos de análisis espacial fue empleada la subdivisión latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2002) y Córdova *et al.* (2003), consistente en dividir el área de estudio en 3 áreas: Area 1 entre 45°30' y 47°29' S. denominada Taitao; Area 2 entre 47°30' y 48°59' S. denominada Golfo Penas-Ladrillero; y Area 3 entre 49°00' y 51°00' S. denominada Trinidad-Concepción. A su vez, se empleó la estratificación espacial empleada en las estimaciones de biomasa hidroacústicas identificadas en el presente estudio. Por su parte, se entrega la estructura de talla del recurso para el Crucero III de exploración efectuado entre el 22 y 28 de agosto de 2014 al sur del área de estudio entre los 51°00' y 53°00' S.

4.4.3 Estructura de edades del stock

El diseño de muestreo para la estimación de la estructura de edades de la captura corresponde a un diseño de muestreo relacional que vincula los diseños de muestreo correspondientes a la estimación de la captura en número y la estructura de edad; a su vez la estimación de la estructura de edad vincula el diseño de muestreo para estimar la clave talla-edad y la estructura de talla.

Las claves edad - talla son matrices que históricamente se han procesado con intervalo de clase de 2 cm, el cual es adecuado para el rango de tallas que las sustenta. Permiten clasificar los individuos según su grupo de edad (GE), y calcular además la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos.

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

4.4.3.1 Composición en número de la abundancia por edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud, se asignan a las diferentes edades según una clave edad - talla. Esta clave, indica las probabilidades de que un individuo de una determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades. La clave edad - talla es construida a partir de las lecturas de edad de los otolitos recolectados en el crucero de investigación que se realiza en este proyecto.

a) Estimador de la abundancia en número por grupo de edad $\hat{N}_{se}$

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

b) Estimador de la varianza de $\hat{N}_{se}$

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

c) Estimador de la estructura de edad de la captura $\hat{p}_{se}$

Atendiendo a la estructura del diseño de muestreo dada por la “dependencia” de la edad a la talla de un ejemplar, es natural pensar en un estimador “ p ” a la edad como una esperanza matemática de la proporción de ejemplares. Así la estructura del estimador propuesto está dada por la siguiente

$$\text{relación. } \hat{p}_{se} = \sum_{k=1}^K \hat{q}_{ske} \hat{p}_{sk}$$

d) Estimador de la varianza de $\hat{p}_{se}$

La varianza del estimador $\hat{p}_{se}$, bajo el supuesto de que se haya realizado una distribución proporcional de los ejemplares de la muestra a través de las clases de talla (Kimura, 1977), está dado por la relación o estimador siguiente:

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

e) Estimador de la clave talla-edad

La clave edad - talla, cuenta con la clasificación de las lecturas de cada otolito por grupo de edad y de ello se estima cada probabilidad según:

$$\hat{p}(e / K = k) = \hat{q}_{ske} = \frac{n_{ske}^*}{n_{sk}^*}$$

f) Estimador de la varianza del estimador $\hat{q}_{ske}$

$$\hat{V}(\hat{q}_{ske}) = \frac{1}{n_{sk}^* - 1} \hat{q}_{ske} [1 - \hat{q}_{ske}]$$

Donde

$\hat{N}_s$: Estimador de la abundancia en número para el sexo “s”.

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

4.4.3.2 Peso medio a la edad por especie

a) Relación longitud-peso

La relación longitud - peso es ampliamente usada en pesquerías para estimar el peso a partir de la longitud de un individuo y también para estimar índices de condición (Hayes *et al.*, 1995). La expresión más usada para esta relación corresponde a la ecuación alométrica donde el peso es expresado en función de la longitud, y sus parámetros son estimados mediante una regresión lineal de los datos log-transformados. Dado que la variabilidad en el peso por lo general aumenta con la longitud, esta transformación tiene la ventaja que tiende a estabilizar la varianza del peso, pero introduce un factor de sesgo en las predicciones retransformadas que es necesario corregir (Bradú y Mundlak, 1970; Hayes *et al.*, 1995). Sin embargo, en aplicaciones en pesquerías esta corrección frecuentemente se omite, ya que por lo general es muy pequeña (De Robertis y Williams, 2008).

El modelo que relaciona el peso con la longitud del pez asumiremos que corresponde a un modelo multiplicativo en el término de perturbación, y está dado por la siguiente relación:

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

Donde W_i y L_i representan el peso total y la longitud total del individuo i-ésimo, ε_i indica un error aleatorio, **a** y **b** son los parámetros del modelo.

Atendiendo a la forma de la ecuación anterior, podemos derivar un modelo de regresión lineal simple aplicando la transformación logarítmica de la siguiente forma:

$$\ln(W_i) = \ln(a) + b \ln(L_i) + \ln(\varepsilon_i),$$

$$Y_i = \alpha + b x_i + \varepsilon'_i; \quad i = 1, \dots, n,$$

Para la estimación de los parámetros de la relación linealizada se utilizará el método de máxima verosimilitud asumiendo que los errores siguen una distribución normal con media cero y varianza σ .

b) Peso medio a la edad

La estimación del peso medio a la edad, se realiza a partir de la longitud promedio por grupo de edad 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 corregir en forma significativa este sesgo.

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

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

en donde el número de términos de esta expresión general, está dado por la parte entera de $(b+3)/2$. Dado el valor que toma el coeficiente b en las funciones para merluza de tres aletas, 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 (Pienaar y Ricker, 1968).

4.4.3.3 Madurez a la edad

El muestreo biológico efectuado en los lances de identificación realizados durante el crucero de investigación considera la caracterizaron del estado reproductivo de ambos recursos objetivos, clasificando macroscópicamente sus gónadas según su estadio de madurez sexual (EMS) en base a las escalas de clasificación utilizadas por el Instituto de Fomento Pesquero.

• Ojiva de madurez y talla media de madurez

Para la determinación de la ojiva de madurez, se consideran sexualmente inmaduros los peces en EMS I y II y maduros aquellos en EMS III, IV y V. La estimación de la edad media de madurez ($GE_{50\%}$) y de la ojiva de madurez fue realizada mediante el método de máxima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988), teniendo como objetivo lograr como estimación del parámetro estudiado el valor que haga máxima la probabilidad de obtener la muestra observada.

La expresión corresponde a una función logística generalizada, restringida a los parámetros identificados por " b_0 " y " b_1 ", en que $P(GE)$ es la fracción de individuos maduros en función de la edad; GE es el grupo de edad, relacionados a través de:

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

Un factor importante a considerar en estos estudios es el tamaño de muestras en los estadios de desarrollo gonadal, especialmente en el rango de transición de inmaduros a maduros.

Las ojivas de madurez en función a la edad, se realizan sobre la base de muestreo que cubre el rango de edades presente en el área de desove, en los días en donde se desarrolla el máximo de esta actividad, por lo que es frecuente encontrar una baja representación de los individuos inmaduros.

4.5 Objetivo específico 3:

Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez, talla y edad de primera madurez y fecundidad de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación. Sección merluza de tres aletas

4.5.1 Trabajo a bordo, toma y fijación de muestras

Se analizó el estado reproductivo de la agregación de merluza de tres aletas a partir de muestras de cada lance efectuado durante el crucero de prospección. Los ejemplares fueron obtenidos aleatoriamente para estimar el índice gonadosomático y la proporción de estadios de madurez.

En cada lance con captura de merluza de tres aletas se consideró realizar un muestreo biológico, al interior de cual se miden 60 ejemplares, considerando al menos la ejecución de 24 lances y la medición entre 1.200 a 1.400 ejemplares. En este contexto, se registraron 1.637 ejemplares para el cálculo de indicadores macroscópicos, de los cuales, 648 ovarios se analizaron microscópicamente mediante la técnica histológica.

A cada ejemplar se le registró la longitud total, el peso total y el peso eviscerado con una balanza de precisión de 10 g. Las gónadas extraídas fueron pesadas (0,1 g) y clasificadas en su fase de madurez macroscópica según criterios descritos para la merluza (**Tablas 1 y 2**). Los ovarios, una vez pesados, fueron inmediatamente fijados 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).

4.5.2 Procesamiento de muestras

Los ovarios fijados se procesaron histológicamente para el examen microscópico del parénquima gonadal, en base a los criterios señalados por Wallace y Selman (1981); Selman y Wallace (1989) y Hunter y Macewicz (1985). Cada ovario se clasificó en su fase de madurez según la escala microscópica para hembras de merluza de tres aletas (**Tabla 3**). 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.

4.5.3 Estimación de Indicadores reproductivos

4.5.3.1 Estimador del índice gonadosomático (IGS)

Se calculó el índice gonadosomático individual (IGS_i) como la proporción del peso de la gónada (Wg_i) con respecto al peso eviscerado (W_i). Posteriormente se obtiene el IGS promedio (IGS).

- **Estimador de medias:**

$$IGS_i = \frac{Wg_i}{W_i} 100 \quad ; \quad IGS = \sum_{i=1}^n IGS_i / n$$

- **Estimador de la varianza del estimador del Índice gonádico ($\hat{V}(IGS)$):**

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

i	=	Ejemplares $i = 1, 2, \dots, n$.
n	=	Número de ejemplares en la muestra.
Wg	=	Peso de la gónada.
W	=	Peso eviscerado.
IGS	=	Estimador del Índice Gonadosomático.

4.5.3.2 Estimación de estadios de madurez en la captura

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

4.5.3.3 Estimador de la proporción de estadios de madurez

$$\hat{P}_{EM} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{Y_0} \cdot \hat{P}_{EMi}$$

Donde,

$$\hat{P}_{EMi} = \frac{n_{EMi}^*}{n_i^*} \quad Y_0 = \sum_{i=1}^n y_i$$

4.5.3.4 Estimador de la varianza del estimador $\hat{P}_{EM}$

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

En la estimación del tamaño de muestra para este parámetro, los resultados de la simulación muestran que el índice de error empleado presenta, por una parte, una relativa estabilidad frente al aumento del número de ejemplares medidos al interior del lance, lo que indica que los cardúmenes presentan una condición reproductiva bastante homogénea en el período de desove, y por otra, una disminución del índice frente a un incremento del número de lances muestreados. A nivel de lance la mayor tasa de reducción del índice se registra hasta alrededor de los 15 lances, para una muestra de 30 ejemplares por lance, donde se obtiene un índice en torno al 0,06 tanto para machos como hembras.

Para la muestra biológica a partir de 31 lances, de 967 machos y 670 hembras, el índice de error de la proporción de estados de madurez sería inferior a 0,05 para ambos sexos.

4.5.4 Estimación de la ojiva de madurez a la talla y edad

Para un ajuste consistente de la ojiva de madurez es indispensable contar con una adecuada cobertura y representatividad de tamaños de la población. Para este efecto se consideró un muestreo dirigido a censar los ejemplares de tamaños poco frecuentes en los lances, especialmente de longitudes menores a 41 cm que incorpora a la fracción juvenil y de transición a la madurez, según estimados de $L_{50\%}$ entre 36,0 y 36,7 cm a partir de evaluaciones de la especie (Saavedra *et al.*, 2010).

Este an3lisis tiene dos procedimientos, los que son secuenciales. Primero est3 el ajuste de un modelo para la probabilidad de madurez sexual (P) dependiente de la talla/edad del pez y luego est3 la estimaci3n de la talla/edad del pez dado una cierta probabilidad de estar maduro, $\hat{l}_P$, generalmente la talla/edad de $P=50\%$ de madurez sexual. El tema es tratado detalladamente en Roa *et al.*, (2000), y la metodolog3a que se plantea en este estudio es la publicada por esos autores.

Ajuste no lineal del modelo de madurez sexual

Los datos corresponden a la talla/edad de madurez, el que se asume toma s3lo dos valores: maduro o inmaduro. La variable predictora es continua y la variable respuesta es dicot3mica. El modelo se expresa como:

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

Donde P es la probabilidad de estar maduro a la talla (l), α , β_0 y β_1 son par3metros a estimar de as3ntota, posici3n 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 m3ximo, o m3s convenientemente desde el punto en el cual el negativo del logaritmo de la funci3n de verosimilitud del modelo es un m3nimo.

$$-\ell(\alpha, \beta_0, \beta_1) = -\sum_l \left[(h_l) \ln(P(l)) + (n_l - h_l) \ln(1 - P(l)) \right] \quad (2)$$

Donde h es el n3mero de individuos maduros, n es el tama3o de muestra y la sumatoria es a trav3s de todas las longitudes. Dada la naturaleza no lineal de las ecuaciones normales, el m3nimo es encontrado mediante un algoritmo iterativo. Los par3metros estimados al minimizar la ecuaci3n (2) son estimadores de m3xima verosimilitud (EMV) (Welch y Foucher, 1988).

Estimaci3n de la talla/edad de madurez sexual

Los resultados de los ajustes al 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. Con esos dos elementos (vector medio y matriz de covarianza) es posible estimar el modelo inverso.

$$l_{P\%} = \frac{1}{\beta_1} \ln \left[\frac{1}{P} - 1 \right] - \frac{\beta_0}{\beta_1} \quad (3)$$

$$\hat{l}_{50\%} = -\frac{\hat{\beta}_0}{\hat{\beta}_1} \quad (4)$$

Se asume que el parámetro α de la ecuación (1) tiene un valor conocido e igual a 1. Este supuesto puede ser verificado al observar los datos y encontrar que todos los peces sobre una cierta talla están maduros. Si las estimaciones $\hat{\beta}_0$ y $\hat{\beta}_1$ son EMV de β_0 y β_1 y ellos son usados para calcular I_{50} en la ecuación (4), entonces ésta también es EMV.

Se consideraron los diagnósticos histológicos de la fase de desarrollo del ovario para la clasificación de individuos maduros e inmaduros, teniendo como criterio el estado de crecimiento de alvéolos corticales como indicador del proceso de maduración. Según la escala apreciativa propuesta se clasificaron como sexualmente maduras las hembras en EMS II al VI.

4.5.5 Estimación de la fecundidad

La fecundidad total se calculó de acuerdo al método gravimétrico que relaciona el peso del ovario con la densidad de ovocitos descrito por (Hunter y Goldberg, 1980; Santander *et al.*, 1984 y Hunter *et al.*, 1985). Se analizaron 104 hembras en madurez avanzada pre-desovantes para garantizar un nivel de error relativo de un 9 a 10% en la estimación de la fecundidad promedio.

Para el cálculo de la fecundidad total se usó el método de la distribución modal de tamaños de los ovocitos. De cada ovario se obtiene una submuestra de la región media que se pesa con una precisión de 0,1 mg. Los ovocitos contenidos se disgregaron mecánicamente mediante un lavado con agua bajo presión en un aparato tamizado (250 μ m). 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 tamaños, previa calibración de las unidades de píxeles a micras. Las distribuciones de tamaños de los ovocitos son analizados en sus componentes modales con la rutina MPA (Análisis de Progresión Modal) del método Batthacharya y la subrutina NORMSEP (separación de la normalidad por máxima verosimilitud) del Fisat II para la identificación de la moda avanzada.

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

$$\hat{F}_j = \frac{1}{\nu} \sum_{\nu=1}^{\nu} \left[\frac{H_{\nu j}}{WS_{\nu j}} \right] * PG_j ; \quad \hat{\bar{F}} = \frac{\sum_{j=1}^{n^*} \hat{F}_j}{n^*} ; \quad \hat{V}(\hat{\bar{F}}) = \frac{\sum_{j=1}^{n^*} (\hat{F}_j - \hat{\bar{F}})^2}{n^* (n^* - 1)}$$

Donde:

$\hat{F}_j$ = Fecundidad total de la hembra j.

$H_{j\nu}$ = Número de ovocitos en la submuestra ν del ovario de la hembra j.

$W_{j\nu}$ = Peso de la submuestra ν del ovario de la hembra j.

- PG_j = Peso del ovario de la hembra j .
 v = Número de submuestras del ovario
 n^* = Número de hembras analizadas.

Los datos de fecundidad se relacionaron con el peso corporal y la longitud total 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 total 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 .

El análisis de los indicadores permitió determinar la condición reproductiva de la merluza de tres aletas, antecedentes que fueron comparados con resultados a partir de evaluaciones anteriores al recurso.

4.6 Objetivo específico 4:

Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación en el área y período de estudio. Sección merluza de tres aletas

4.6.1 Proporción de captura

En el diseño a emplear para determinar la importancia relativa de la fauna acompañante, se consideró como unidad muestral el lance de pesca. La información básica que caracterizó el muestreo fue el peso de las especies en kilogramos, además de la información que caracterizó el muestreo como el número del lance, posición geográfica, hora de inicio y término, fecha y profundidad del lance.

En el diseño se contempló la realización de un censo de lances, al interior de los cuales se tomó una muestra aleatoria de la captura, cuyo tamaño estaba en función a la cantidad extraída, en caso de no poder muestrear la totalidad de la muestra. Para esto, una vez traspasada la pesca desde la red al contenedor de pesca ubicado en la cubierta, se extrajeron muestras en cajas de 30 kg, número de cajas el cual, varió de acuerdo a la siguiente escala de captura.

Intervalo Captura (kg)	Número cajas
< 2000	3
2000 - 6000	4
6000 - 17000	5
> 17000	6

Cada caja fue pesada y posteriormente identificada y en la cual se separaron todas las especies presentes (incluyendo la especie objetivo), para proceder al pesaje de cada grupo de ejemplares de la misma especie.

Para la estimación de la proporción de especie se usó el siguiente estimador:

a) Estimador de la proporción de especie

El estimador de la proporción de la especie e ($\hat{p}_e$) en la captura total está dado por la siguiente relación:

$$\hat{p}_e = \sum_{j=1}^M \frac{C_j}{C_o} \hat{p}_{ej}$$

$$C_o = \sum_{j=1}^M C_j ; \quad \hat{p}_{ej} = \frac{\sum_{k=1}^K W_{ekj}}{\sum_{k=1}^K W_{jk}}$$

Donde:

- C_j : Captura total en el lance j .
- C_o : Captura total acumulada.
- W_{ekj} : Peso de la especie e , en la caja k del lance j .
- W_{jk} : Peso en la caja k del lance j .
- M : Número total de lances en el viaje.
- $\hat{p}_{ej}$: Estimador de la proporción de la especie e en el lance j .

Donde C_j se estimó a partir de la observación directa de la captura en el contenedor de pesca, los cuales se encuentran debidamente cubiertos en peso por el fabricante del buque.

La expresión para el estimador de la varianza del estimador p_e , está dada por:

$$\hat{V}(\hat{p}_e) = \frac{1}{C_0^2} \sum_{j=1}^M C_j^2 \hat{V}(\hat{p}_{ej})$$

Donde

$$\hat{V}(\hat{p}_{ej}) = \frac{1}{K_j} \frac{1}{\bar{W}_j^2} \frac{\sum_{k=1}^{K_j} [w_{ejk} - \bar{w}_{jk}]^2}{K_j - 1}$$

$$\bar{W}_j = \frac{1}{K_j} \sum_{k=1}^{K_j} W_{jk}$$

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

4.6.2 Análisis de los datos

Se efectuó un análisis descriptivo orientado a determinar el aporte porcentual en peso de las especies que componen la fauna acompañante del recurso *M. australis*, destacando que se efectuaron descripciones en términos de posición latitudinal y en forma global, respecto de la captura total obtenida y de la captura de la especie objetivo, además de la captura de las especies que componen la fauna acompañante.

Para determinar el aporte porcentual en peso de cada especie respecto del total de la captura de *M. australis*, se agrupó la fauna acompañante por especie en rangos latitudinales, en base a la información obtenida en los lances de pesca. Para estimar la importancia relativa de las especies, se consideró revisar el registro del volumen de captura específico y efectuar la determinación de la importancia relativa (en peso) de las especies que constituyen su fauna acompañante. La importancia relativa se determinó en términos de la contribución a la captura total y en relación a la especie objetivo.

4.6.3 Análisis comunitario

Se consideró realizar este tipo de análisis con el fin de poder establecer e identificar agrupaciones específicas en la fauna acompañante de merluza de tres aletas. Estos análisis consideraron dividir el área de estudio en tres macro zonas, a la vez que cada macro zona se dividió en rangos batimétricos de 50 m de profundidad, facilitando la comparación faunística.

Este análisis consistió básicamente en establecer e identificar agrupaciones específicas dentro de la fauna acompañante, las que se obtienen a partir de la aplicación de métodos de análisis basados en

la clasificación y ordenación de las especies. Estos métodos numéricos, según Acuña *et al.* (2004) permiten obtener una visión macro de cómo está estructurada la comunidad a la cual esta asociada la especie objetivo.

4.6.3.1 Identificaciones de agrupaciones específicas

Para la identificación de agrupaciones faunísticas específicas, el área de estudio en cada caso fue dividida según los criterios descritos anteriormente. El análisis consistió en la identificación por macro zona de las agrupaciones específicas a partir del análisis de clasificación de conglomerados (análisis de *cluster*) y de ordenación NMDS (*Multidimensional Scaling*) (Clifford y Stephenson, 1975).

Ambos métodos requieren la construcción de una matriz de similitud, la que fue estructurada a partir de una matriz de abundancia relativa (CPUA) de las especies componentes de la fauna acompañante, agrupadas por macrozona. La comparación se realizó utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957), según Arancibia 1988 la ventaja de utilizar este índice es que no es afectado por las ausencias (valores cero). La función del índice se expresa por:

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

Donde p número de puntos macro zona rango batimétrico, x_{ij} es la abundancia relativa de la especie “ i ” en la macro zona “ j ” rango batimétrico “ k ” y x_{ik} es la abundancia relativa de la especie “ i ” en la macro zona “ j ” rango batimétrico “ k ”.

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

4.6.3.2 Determinación de diferencias entre asociaciones comunitarias (ANOSIM)

Una vez establecidas las agrupaciones comunitarias de la fauna acompañante a partir del análisis de clasificación, estas fueron comparadas a través del análisis de similitud ANOSIM de una vía (Clarke y Green, 1988), con el propósito de establecer las diferencias que puedan establecerse entre las agrupaciones comunitarias identificadas. El análisis considera efectuar permutaciones no paramétricas, entre pares de datos, sobre la matriz de similitud obtenida a partir del índice de similitud (BC). De esta forma, se obtiene el coeficiente R y su respectivo nivel de significancia, global y para todos los pares de datos comparados. El estadístico R se encuentra definido por la siguiente ecuación:

$$R = \frac{(r_B - r_W)}{n * (n - \frac{1}{4})}$$

Donde: r_B corresponde al promedio de los rangos de similitud de todos los pares de replicas en las distintas macro zonas y r_W corresponde al promedio de todos los rangos de similitud entre réplicas dentro de cada macro zona.

El valor de R puede variar entre -1 y +1. Cuando el valor de R es igual o próximo a cero las agrupaciones específicas resultantes no muestran diferencias en la estructura de sus valores de abundancia relativa (CPUA). Por otro lado, cuando el valor de R es igual o se aproxima a 1, es indicativo de que las agrupaciones obtenidas presentan diferencias en la estructura de sus valores de abundancia relativa (CPUA.).

Tanto los análisis de clasificación y ordenación como los análisis de similitud (ANOSIM) fueron realizados utilizando el paquete estadístico R.

4.7 Objetivo específico 5.

Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en la zona de estudio. Sección merluza de tres aletas

La caracterización de las agregaciones de merluza de tres aletas, se efectuó mediante el uso de descriptores que se estimaron a partir de observaciones acústicas verticales realizadas durante la prospección acústica durante el crucero de evaluación mediante el sistema de eointegración Simrad ER-60. Estos datos fueron posteriormente procesados mediante el programa Sonardata Echoview®.versión 5.3.40.

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

- **Procedimiento de detección y de asignación de ecotrazos de merluza de tres aletas**

Es similar al procedimiento del numeral 4.3.2. con diferencias en el delineamiento del contorno de la región y en la asignación de los s_A , siendo éste el siguiente:

- 1) Definición de líneas de superficie y línea de fondo en el ecograma, las cuales limitaron las zonas de detección superior e inferior en el ecograma.

- 2) Revisión y edición de la línea de fondo, la cual fue corregida en las zonas en que hubo pérdida de señal, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confundía con señales de agregaciones muy cercanas a éste, Esta corrección de la señal de fondo generó un límite inferior para el área de integración y detección.
- 3) Revisión y edición de la línea de superficie, la cual debió ser generada a una profundidad tal que evite que la turbulencia o burbujas generadas por el casco del buque sean incorporadas como ruido a la integración, ésta línea se ubicó 3 metros bajo el transductor. En todo caso este factor no fue relevante dada la profundidad media en que se encontraba el recurso.
- 4) Limpieza del ecograma, este proceso consistió en definir regiones del tipo “bad regions”, las cuales fueron excluidas de la detección e integración de los ecotrazos seleccionados y correspondieron a zonas con ruido acústico y fuera del contorno de éstos, de tal forma de delinear el borde de la señal acústica.
- 5) Una vez limpio el ecograma se enmarcó el ecotrazo seleccionado dentro de una región (rectangular) y se procedió a la detección automática de agregaciones, delineándose de esta forma el contorno de ésta. Los parámetros de detección fueron variables y dependieron de cada ecotrazo en particular, ya que en ocasiones un parámetro estándar provoca cortes en la agregación.
- 6) Asignación de s_A : A fin de asignar correctamente los s_A a los ecotrazos detectados y que sobrepasaban el largo del IBM (0,5 mn), se procedió a exportar dos tipos de archivos. Uno con “regiones” y otro con “regiones y celdas (IBM’s)”, debiendo efectuar un cruzamiento a fin de asignar a cada “región” la sumatoria de los s_A (PRC_NASC) que esta región generaba en cada celda o IBM.

4.7.1 Descriptores morfológicos, batimétricos y de energía

Se utilizaron descriptores que se pueden clasificar en tres tipos: morfológicos que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones, batimétricos que definen su posición en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Freón *et al.*, 1996). Y de energía que reflejan la energía retrodispersada por el blanco o agregaciones de peces. Dentro de los descriptores morfológicos estimados para las agregaciones se encuentran: el área transversal, altura, largo, elongación y perímetro. De tipo batimétrico se consideraron la profundidad del fondo, profundidad media de agregaciones e índice de altura (**Fig. 4**) Como descriptores de energía se consideró la energía retrodispersada (expresada en s_A) y densidad acústica expresada en s_A/m^2).

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

$$Se = d_j * e$$

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

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

A partir de las estimaciones básicas, se derivaron otros descriptores que permiten definir otras características de la agregación.

La dimensión fractal (*DFrac*) es un descriptor adimensional 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):

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

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 estarán asociados a agregaciones de forma elíptica, mientras que valores menores a agregaciones de tipo circular.

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

El Índice de altura (*IndAlt*) es utilizado para medir la posición relativa del centro de la agregación en la columna de agua con respecto al fondo y se expresa en forma porcentual como:

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

Los descriptores de energía están referidos a la energía retrodispersada de las agregaciones en unidades de s_A (m^2/mn^2) y a la densidad acústica (*Densf*) de las mismas referidas en unidades de s_A por área (s_A/m^2), determinadas de acuerdo a:

$$s_A = 4 * \pi * (1852)^2 * 10^{\frac{S\bar{v}_{prom}}{10}} * Altura media$$

Donde:

$$Sv_{prom} = 10 * \text{Log}(E) \text{ (dB)}$$

$$E = \sum_{i=1}^N E_i$$

$$E_i = 10^{\frac{Sv_i}{10}}$$

Altura media= Altura media (m) de la agregación (definida a continuación en descriptores morfológicos).

N: número de muestras utilizadas para calcular Sv_{prom} en la agregación, y

$$Dens = s_A / \text{Área}$$

4.7.2 Análisis de los datos

Las agregaciones con su morfología, batimetría y energía asociada se referenciaron considerando su posición geográfica (latitud, longitud), se aplicó un análisis de varianza de los diferentes vectores a fin de determinar la existencia de diferencias significativas entre los valores promedios de los descriptores de acuerdo a las subzonas que se separó el estudio), de rangos de fondo (cada 100 metros). Posteriormente, los datos fueron analizados mediante la aplicación del análisis de componentes principales (ACP). Este método permite resumir la información contenida en la matriz de datos y lograr una representación visual o geométrica de la información (Rencher, 1995), preservando las características de la observación original.

Se redujo la dimensionalidad del problema obteniéndose nuevas variables que fueron expresadas como combinación lineal de las variables originales. Para el logro de lo anterior, se utilizó la matriz de correlaciones como matriz de entrada, dándole de esta forma la misma relevancia a todas las variables, desestimando de esta forma las unidades en que son trabajadas las diferentes variables.

Se aplicó el criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), para determinar los componentes que fueron seleccionados como principales para su posterior interpretación.

4.8 Objetivo Específico 6:

Determinar la composición e importancia de los principales ítems alimentarios de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio. Sección merluza de tres aletas

4.8.1 Muestreo a bordo

Se analizaron un total de 1.830 estómagos de *Merluccius australis*, *Micromesistius australis* y *Macruronus magellanicus*. De estos se separaron 152 tejidos para el análisis de isótopos estables, y que se desglosó así: Merluza austral: 58 tejidos, Merluza de cola: 44 tejidos y Merluza de tres aletas: 50 tejidos. Los tejidos de las presas fueron obtenidos desde los estómagos de los predadores, y de estos se separaron 141 muestras. Los estómagos fueron obtenidos en el crucero de evaluación de estas tres especies. Las muestras obtenidas fueron almacenadas en bidones de plástico de alta densidad de 60 l, fijadas y conservadas en formaldehído al 10 % y etiquetadas convenientemente.

4.8.2 Procesamiento de las muestras en laboratorio

El análisis del contenido estomacal se realizó en el laboratorio de Biología Marina de la Universidad Andrés Bello en Santiago, en donde cada estómago se analizó individualmente el cual se registró de acuerdo a la identificación que contenía, luego se pesó en una balanza electrónica de 0.1 g de precisión. Una vez extraído el contenido estomacal el estómago vacío se pesó y registró. Las presas se separaron cuidadosamente y se identificaron al taxon más bajo posible. Cada presa se contó y se registró su peso. Los datos generados se ingresan a un archivo electrónico para posteriormente ser cruzados con la información proveniente de los datos biológicos de las merluzas capturadas. Las presas como peces, crustáceos y moluscos se identificaron, con el apoyo de una lupa microestereoscópica, según claves y/o descripciones que aparecen en la bibliografía especializadas como por ejemplo, Wisner (1976) para peces mictófidios, Cohen *et al.* (1990) para peces Gadiformes y Nakamura (1986), Retamal (2000) y Palma y Kaiser (2003) para crustáceos, entre las más utilizadas. Además, y como complemento, se comparan con especímenes de las colecciones de peces, crustáceos y cefalópodos depositados en el Museo Nacional de Historia Natural en Santiago.

Cada tejido fue reducido hasta ~ 10 mg y lavado con abundante agua mili-Q. Luego todas las muestras fueron secadas por 12-18 horas a 60°C, para después extraer el exceso de lípidos en agitación continua sumergidos en una solución de cloroformo: etanol (2:1) por 30 minutos en tandas de tres tiempos. Este procedimiento fue realizado hasta llegar a una solución blanquecina (Hussey *et al.*, 2010), para asegurar la muestra libre de lípidos se siguieron estas ecuaciones (Logan *et al.* 2008):

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{librelipidos}} = 0.967 \times \delta^{13}\text{C}_{\text{muestra}} + 0.861; \delta^{15}\text{N}_{\text{librelipidos}} = 1.018 \times \delta^{15}\text{N}_{\text{muestra}} + 0.020$$

Luego los tejidos son lavados con agua mili-Q, para extraer la solución y reducidos hasta llegar a un rango entre 0.4 – 0.6 mg. Posteriormente, los tejidos son depositados en cápsulas de estaño de 5 x 9 milímetros "Tin capsules" y secados a 40°C por 12 horas. Los tejidos fueron analizados en el laboratorio de isótopos estables de la Universidad Andrés Bello - Viña del Mar, los cuales fueron analizados en un Analizador Elemental de Espectrometría de Masa. Los radio isótopos fueron reportados en notación de δ con sus desviaciones estándar (Pee Dee Belemita para $\delta^{13}\text{C}$ y N atmosférico para $\delta^{15}\text{N}$). Por lo tanto, $\delta^{13}\text{C}$ ó $\delta^{15}\text{N} = [(R_{\text{muestra}} / R_{\text{estándar}}) - 1] \times 10^3$, donde R es

$^{13}\text{C}/^{14}\text{C}$ ó $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ respectivamente. Además la precisión fue del orden de $\pm 0.5\text{‰}$ para $\delta^{15}\text{N}$ y $\pm 0.2\text{‰}$ para $\delta^{13}\text{C}$.

4.8.3 Análisis de los datos

En el análisis del contenido estomacal fueron empleados descriptores cuantitativos propuestos por Hyslop (1980), que a continuación se describe:

- **Numérico:** cada ítem de presa encontrado en los estómagos es contado y expresado en forma porcentual del total de presas del ítem en el total de estómagos con contenido analizados.
- **Gravimétrico:** consiste en pesar cada taxón presa en cada estómago. Se emplea este método por sobre el volumétrico, porque considera que el peso es una variable adecuada cuando se recolecta gran cantidad de material, es relativamente fácil de aplicar, y entrega un estimado razonable del alimento consumido. Se expresa en forma porcentual del peso total registrado para cada ítem en el total de los estómagos.
- **Frecuencia de ocurrencia:** número de veces que el ítem aparece en el total de los estómagos, expresados en porcentajes.

Con los datos anteriores es posible estimar la importancia relativa de cada taxon presa utilizando el Índice de Importancia Relativa (IIR) (Pinkas *et al.*, 1971 *fide* Berg, 1979) según la siguiente ecuación:

$$IIR_i = [(N_i + P_i) \cdot F_i]$$

Donde,

- N: Porcentaje del número de presas de cada taxón encontrado en los estómagos analizados de la especie objetivo.
- P: Porcentaje del peso de las presas de cada taxón, expresado en forma porcentual respecto del peso total de todos los taxa de presa.
- F: Porcentaje de la frecuencia de aparición de cada taxón presa.
- i: ítem presa $i = 1, 2, \dots, n$.

Las presas se agruparon en categorías mayores de acuerdo a su taxonomía. Esto fue realizado para disminuir la incertidumbre en los isótopos estables. Los análisis isotópicos fueron obtenidos con el paquete para R “SIAR”: Stable Isotope Analysis in R (Parnell y Jackson, 2011; Parnell *et al.*, 2012) usando las siguientes opciones: para la modelación de las dietas de los predadores se usó modelos de mezcla “Mixing models” basado en parsimonia Gaussiana con una mixtura “dirichlet-distributed”, expresada en valores medios por cada individuo. Además, para llegar a la probabilidad de consumo, con intervalos de 95% de confianza, se usaron los datos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en un modelo Bayesiano, cada valor fue combinado con 1000 pseudoreplicas (Boostraping). Además se uso modelos de dependencia alimenticia de acuerdo a los valores de %C y %N. La información a “*prior*” de los modelos bayesianos fueron tomados de las proporciones dietarias de los análisis estomacales. Las

comparaciones intra-específicas (sexos y tamaños) para las merluzas fueron hechas mediante un test de ANOVA de una vía seguido por un test a posteriori de Tukey. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el Software R (R Core Team, 2013). Los valores de enriquecimiento (TEF) se calculó siguiendo a Caut *et al.* (2009).

Las especies de merluzas estudiadas se separaron en diferentes clases de tallas, de acuerdo a las bases de datos entregadas, para la merluza austral se agruparon de la siguiente forma: Grupo I (< 60 cm), Grupo II (60 - 80 cm) y Grupo III (> 80 cm). Debido a la alta cantidad de estómagos vacíos solo se logró establecer dos grupos para la merluza de cola y tres de merluza de tres aletas. Las tallas fueron agrupadas en Grupo I (<60 cm) y Grupo II (> 60 cm) para la merluza de cola. En tanto para la merluza de tres aletas fueron Grupo I (<50 cm) y Grupo II (> 50 cm). Por otro lado se realizó un análisis por profundidad para la que se agruparon en dos distintas profundidades: < a 300 metros y > a 300 metros.

Para establecer diferencias de alimentación por sexo se utilizó el test estadístico no-paramétrico K-W de Kruskal-Wallis (Zar, 1999). Los análisis estadísticos se realizaron con la utilización del software R (R Core Team, 2011) de libre disposición en internet.

5. RESULTADOS

5.1 Calibración del sistema de ecointegración

La calibración acústica del sistema de ecointegración del B/C AGS 61 “Cabo de Hornos” se realizó el 01 de agosto del 2014 en Valparaíso. Los resultados obtenidos para la frecuencia de 38 kHz se entregan en la **Tabla 4**. La nueva ganancia se estimó en 26,8 dB.

5.1.1 Lances de pesca

Se realizó un total de 39 lances de identificación en el crucero 2, más 4 lances incorporados del crucero 1 (denominados c1-30, c1-31, c1-32 y c1-33), en los cuales, dada la presencia de merluza de tres aletas se decidió realizar muestreo biológico específico e incorporarlos a la data del crucero 2. Todos los lances fueron realizados con la red modelo Barracuda 608, con un desarrollo vertical de la boca de la red de 40-50 m. La distribución geográfica y composición de capturas de los lances en peso y número se entrega en la **Tabla 5**.

5.2 Objetivo específico 1:

Determinar la biomasa total y desovante (en peso), abundancia total y desovante (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio. Sección merluza de tres aletas

5.2.1 Desarrollo del crucero

Dada la presencia de merluza de tres aletas detectada al norte de la latitud 47°00'S al término del crucero 1, la prospección del crucero 2 se inició en la latitud 46°35'S, el 19 de agosto. Sin embargo al avanzar hacia el sur, las concentraciones de merluza de tres aletas presentaban densidades acústicas que indicaban a juicio experto, que el momento peak de agregación del recurso no se concretaba, mas aún considerando el comportamiento observado los dos años anteriores en que el peak se produjo a fines de agosto. Dada esta situación, se optó por detener la prospección en la latitud 47°20'S el 21 de agosto y navegar directamente al límite sur y prospeccionar de sur a norte, a fin de finalizar el crucero en la zona de desove y poder re-insonificar en una mejor condición de concentración al recurso en la zona cercana a la latitud 47°00'S.

De esta forma el crucero se puede dividir en dos fases, la primera (fase 1) con una prospección preliminar entre el 19 y 21 de agosto entre las latitudes 46°35'S y 47°20'S (definida como zona 1), y una fase 2 entre el 24 de agosto y 4 de septiembre con una prospección en sentido sur-norte entre

las latitudes 51°00'S y 47°20'S (denominada zona 2) y otra inmediatamente a continuación, entre las latitudes 47°20'S y 46°30'S pero con transectas separadas cada 2,5 mn en donde se re-prospectó la zona 1, esta zona se denominó zona R, lográndose prospectar el recurso en densidades acústicas mayores que las detectadas en la fase 1, observándose al igual que los años 2011 y 2012, un retardo en la entrada de la biomasa desovante respecto a lo observado históricamente.

En el período intermedio entre las fases 1 y 2, se realizó la exploración pesquera entre las latitudes 51°00'S y 53°00'S, entre el 22 y 24 de agosto.

5.2.2 Validación de la estructura de tallas

Los resultados del test DHG para las 3 zonas (**Tabla 6**) indican que existen diferencias entre los 3 grupos con un % de aprobación igual al 33,3%, entregando diferencias entre las zonas 1 y 2 con la zona R y. luego diferencias entre la zona 1 y 2. Posteriormente el test acepta los lances distribuidos en cada zona (**Tablas 7, 8 y 9**), diferenciando los lances de acuerdo a las siguientes latitudes:

- **Zona 1: 46°35'S- 47°20'S**, lances c1-30, c1-30, c1-32, c1-33, 2, 4, 5 y 6
- **Zona 2: 51°00'S- 47°20'S**, lances 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 22 y 25.
- **Zona R: 47°20'S- 46°30'S**, lances 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35 y 36.

5.2.3 Biomasa y abundancia

Los estimados se realizaron en cada zona por separado, sin embargo, el estimado obtenido en la zona 1 se debe considerar como informativo y no agregarse al estimado total de abundancia y biomasa de merluza de tres aletas, dado el desfase temporal entre la prospección de la zona 1 y las prospecciones efectuadas en la zona 2 y zona R, las que entre ellas sí fueron continuas, tanto espacial como temporalmente, implicando que la suma de estas dos zonas sí son representativas del estimado total.

Considerando lo anterior, el estimado de la prospección inicial en la zona 1, resultó en una abundancia que varió entre 28.096 y 30.258 millones de ejemplares según el método aplicado, siendo el mayor con el método de Bootstrap (**Tabla 10**) con CV que variaron entre 15,8% y 18,4%, mientras que la biomasa estimada en esta zona varió entre 12.125 y 13.058 toneladas y al igual que en el caso anterior el mayor valor se obtuvo con el método Bootstrap. Los valores de CV variaron entre 15,8% y 18,2% (**Tabla 10**).

La zona 2 resultó con los menores valores de abundancia y biomasa que el resto de las zonas, con una abundancia que varió entre 5.880 y 9.039 millones de ejemplares según el método aplicado, siendo el mayor con el método de Bootstrap y el menor con el Geoestadístico (**Tabla 11**) con CV que

variaron entre 26,4% y 30,4%, mientras que la biomasa estimada en esta zona varió entre 3.487 y 5.359 toneladas, con el mayor valor obtenido mediante Bootstrap y el menor con el geoestadístico. Los valores de CV variaron entre 26,4% y 30,0% (**Tabla 11**).

La zona reinspectada (zona R) resultó en una abundancia entre 63.999 y 66.764 millones de ejemplares según el método aplicado, siendo el mayor con el método Geoestadístico (**Tabla 12**) con CV que variaron entre 25,0% y 27,8%, mientras que la biomasa varió entre 32.452 y 33.854 toneladas, con el mayor valor obtenido también con método geoestadístico. Los valores de CV variaron entre 24,9% y 25,1% (**Tabla 12**).

La abundancia total estimada para merluza de tres aletas en el área de estudio, varió entre 72.645 y 73.668 millones de ejemplares según el método aplicado, siendo el mayor con el método Bootstrap (**Tabla 13**) con CV que variaron entre 24,7% y 25,9%, mientras que la biomasa total estimada en el área de estudio varió entre 37.341 y 38.131 toneladas, y al igual que en el caso anterior el mayor valor se obtuvo con el método Bootstrap (**Tabla 13**).

Los resultados de la abundancia y la biomasa a la talla, obtenidos mediante método Geoestadístico, de la zona 1, zona 2, zona R y total (zona 2 + zona R) se entregan desde la **Tabla 14** a la **Tabla 17**.

Las gráficas de las distribuciones de frecuencia de la Abundancia de la zona 1, zona 2, zona R y total (zona 2 + zona R) se entregan desde la **Figura 5** a la **Figura 8**.

En la estimación de la abundancia, se empleó la información de distribución de frecuencia de tallas de las captura y las relaciones peso-longitud obtenidas durante el crucero de prospección (**Tabla 18**).

5.2.4 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas

5.2.4.1 Distribución recurso en el área de estudio

Al igual que los últimos dos años, el recurso se concentró a fines de agosto en torno a la latitud 47°00'S, lo que se corrobora con el resultado obtenido del centro de gravedad de la distribución, el cual se registró en los 47°13'LS, aun cuando la mayor concentración del recurso se observó al norte de dicha latitud (**Fig. 9**).

Los últimos cuatro años, el CG se ha ubicado al norte de la latitud 47°20'S, observándose además un comportamiento similar los últimos tres años referido a un retardo en la entrada del recurso respecto a lo que históricamente se observaba. A partir del 2012 se detectó que el recurso se concentró a fines de agosto, lo que dio pie a re-prospectar la zona de desove 10 días después de haber efectuado una prospección en la misma zona, esto resultó en aumentos de biomasa en la zona de aproximadamente 8.500 t a 82.000 t en la misma área, luego el 2013 ocurrió una situación

similar y la repospección detectó un aumento desde 18.800 t a 48.000 t en similar zona, mientras que este año la repospección detectó un aumento de 3.500 t a casi 34.000 t en la misma zona, consolidando este retardo en la entrada del recurso. Aun cuando la mayor concentración se produjo al norte del área en la zona de desove, también se detectó en el resto del área de estudio pero en bajas densidades.

La concentración característica de este recurso en el período de desove en el área de estudio, se refleja en el valor estimado para el Índice de Gini, el cual alcanzó un valor de 0,98 similar a los tres años anteriores (0,98 el 2013 y 2012 y 0,99 el 2011) reflejando la conducta de esta especie en desove, ejemplares muy agregados en una estrecha área. Las curvas de Lorenz confirman lo anterior (**Fig. 10**), resaltando el presente resultado con la distribución más gregaria de la serie al igual que el trienio 2011-2013. El año 2004, el recurso se encontró concentrado en el límite sur del área en proceso de migración post-desove, y el año 2009, concentrado al centro del área. Por el contrario las distribuciones más homogéneas se registran los años 2002 y 2001, donde se registraron mayores estimados de biomasa y una distribución más amplia del recurso en la mayor parte del área.

La distribución batimétrica media de la merluza de tres aletas fluctuó entre los 140 y 450 metros de profundidad alcanzando un valor promedio de 270 metros.

5.2.4.2 Caracterización espacial de la densidad acústica de merluza de tres aletas

En el presente crucero se analizaron 3 zonas, las que fueron previamente definidas por medio de la Dócima de Heterogeneidad Generalizada. En cada zona se determinó el área efectiva del stock delimitando su borde mediante la presencia de densidades positivas y ceros locales. Además, se estudió el comportamiento de los variogramas experimentales en las direcciones 0°, 45°, 90° y 135° con un ángulo de tolerancia de 22,5° (**Fig. 11**). La zona 1 mostró anisotropía geométrica, por las diferencias en la distancia de máxima correlación entre ejes, en esta zona la dirección de mayor continuidad espacial se estuvo en el sentido Este (0°).

En las zonas 2 y R la estructura espacial direccional respectiva, mostró una anisotropía mixta, compuesta por el tipo geométrica y zonal, así también se observó un comportamiento aleatorio en el dominio del variograma experimental, sin estructura evidente en las direcciones de 45 y 90° en la zona 2, y 90 y 135° en la zona R. No obstante, el variograma omnidireccional en ambos casos representa adecuadamente el patrón espacial en la dirección 0°, así como el rango de mayor continuidad, de modo que el proceso se asumió como isotrópico (**Fig. 11**). Para el ajuste del modelo teórico el software no ofrece un criterio de selección, de modo que el método eyefit, permite ajustar un modelo en base a su adecuación a las desviaciones observadas en el variograma experimental (Rivoirard., *et al.*, 2000; Ribeiro y Diggle, 2001; MacDonald, 2006), teniendo en cuenta la distribución de las señales acústicas en la zona de estudio mediante un ploteo de éstas y su intensidad, el comportamiento del semivariograma en los primeros lag de distancia, considerando que merluza de tres aletas es un recurso que mantiene distancias cortas de correlación (Saavedra., *et al.*, 2012,

2013). Los modelos teóricos ajustados correspondieron al tipo exponencial en la zona 1 y esférico en las zonas 2 y R (**Fig. 11**). Los parámetros estimados en las tres zonas analizadas señalan que la variabilidad del proceso espacial es aportada en un 100% por varianza estructural (sill), indicando esto un proceso espacial completamente estructurado. La zona de influencia y de máxima correlación entre las agregaciones de merluza de tres aletas fue de pequeña escala, la que varió entre 1,02 y 3,00 mn (**Tabla 19**).

La interpolación se obtuvo mediante kriging ordinario, incorporado en el software geoestadístico. La grilla de interpolación fue delimitada por los bordes de las áreas efectivas de presencia del recurso, y el tamaño de celda se determinó de acuerdo al área de influencia de las muestras, la que corresponde a la distancia base de muestreo (0,5 mn)

5.2.5 Evaluación de fuentes de error

Las fuentes de incerteza que afectan a la evaluación y que no fueron posibles de medir, fueron minimizadas, tales como: el timing, realizando el crucero en el período y zona de mayor agregación del recurso e incorporando una reprospección cuando fue necesario; y la variabilidad espacio temporal, realizando los lances lo más cercano a la detección; y la re-insonificación del recurso. La fuente de error que se pudo cuantificar y compensar fue la pérdida de información por cabeceo y roleo del buque durante la prospección, la cual también se minimizó realizando las transectas en sentido oeste-este.

También se cuantificó la incerteza asociada a la evaluación acústica mediante la metodología propuesta por Rose *et al.* (2000) y recomendada por O'Driscoll (2004) a fin de evaluar diferentes fuentes de error en la estimación de la biomasa, bajo un enfoque de simulación modelo basado, donde los términos de la ecuación hidroacústica son tratados como variables aleatorias que pueden ser descritas por una distribución de probabilidades.

En este estudio se consideraron como fuentes de error en la estimación de la biomasa los estimadores involucrados en el factor de ecointegración (fuerza de blanco promedio ($\overline{TS}$)), la composición de tamaños ($\hat{P}_k$), peso medio ($\hat{W}_k$) y las lecturas acústicas por intervalo básico de muestreo ($\hat{R}$). Para cada una de las fuentes de error se determinó su distribución de probabilidad asociada y se realizaron 5.000 simulaciones MonteCarlo en el proceso de estimación de la biomasa, con el objetivo de obtener una estimación de la incerteza del estimado.

Esto dio como resultado una estimación de la biomasa y sus límites de confianza para el área total (zona 2 + zona R) de 37.965 t aproximadamente, con un coeficiente de variación de un 22% y un intervalo de confianza que fluctuó entre 21.248 y 54.683 t. La **Tabla 20** entrega los estimados de biomasa mediante el método simulación de Montecarlo para las dos zonas analizadas.

5.3 Objetivo específico 2:

Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica. Sección merluza de tres aletas

5.3.1 Composición de tallas y proporción sexual

5.3.1.1 Muestreos

El total de merluzas de tres aletas medidas durante el crucero de investigación para el análisis de las estructuras de tallas fue de 2.224 individuos. Para definir la distribución de talla de merluza de tres aletas para el período de desove, fueron adoptados los criterios de estratificación y zonificación definidas en el capítulo de análisis de biomasa hidroacústico del recurso; en donde se emplearon los cuatro últimos lances de pesca de identificación (lance 30, 31, 32 y 33) del Crucero 1 de investigación de merluza del sur y merluza de cola, junto con los 39 lances efectuados en Crucero 2 orientado a merluza de tres aletas.

5.3.1.2 Distribución de talla en la zona de estudio, estrato espacial y batimétrico

En concordancia con la evaluación hidroacústica, la distribución de talla que representa el período de análisis de biomasa correspondería a la composición comprendida entre la Zona 2 y Zona R, con 1.370 ejemplares medidos, 736 machos y 634 hembras, cuya distribución fue principalmente de ejemplares adultos (**Fig. 12**), con escasa presencia de juveniles (1% <35 cm), registrando una talla promedio total de 46 cm y un predominio de los machos de 63% respecto de las hembras (37%).

Esta composición de tallas de merluza de tres aletas registró básicamente una moda principal de ejemplares adultos entre los 40-49 cm (**Fig. 12**), no obstante que es posible observar pequeñas modas entre los 50 y 60 cm. En el caso de las hembras, presentaron una distribución de talla desplazada a la derecha y con mayor talla promedio (49 cm) respecto de los machos (45 cm, **Fig. 12**).

En general, la moda principal de ejemplares de tallas adultas entre los 40 y 49 cm fue registrada en toda el área de estudio, pero principalmente observada para la Zona 1 y Zona R, que correspondería a una misma área (**Fig. 13**). Esto último muestra que el área principal de concentración del recurso la estructura de talla se mantuvo similar entre diferentes fechas de realización en el crucero de investigación, con tallas promedios de 45 cm y predominio de los machos (77% Zona 1, 72% Zona R). En el caso de la Zona 2, área con escasa concentración del recurso, registró una mayor presencia de ejemplares adultos entre los 50 y 60 cm que respecto de la Zona 1 y Zona R (**Fig. 13**) y una mayor presencia de hembras con 62% respecto de los machos (38%).

Las estructuras de tallas registradas se concentraron en las 1reas de mayor captura del recurso como el 1rea Taitao, con 72% de presencia de machos y una moda adulta entre 40-49 cm (**Fig. 14**), esta 1ltima moda tambi3n se registr3 en el 1rea Trinidad-Concepci3n, zona con baja concentraci3n del recurso. Mientras, en el 1rea Penas-Ladrillero, zona tambi3n con baja concentraci3n del recurso, fue registrado una mayor presencia de tallas adultas entre los 50 y 60 cm y un predominio de las hembras con 75% (machos con 25%, **Fig. 14**). Luego, no se registr3 un gradiente latitudinal en las estructuras de tallas, dada la alta concentraci3n del recurso al norte del paralelo 47°30' S.

En sentido batim3trico, la moda principal adulta entre 40-49 cm fue registrada en toda la columna del agua, tanto entre los 100-199 m, 200-299 m y 300-399 m de profundidad (**Fig. 15**). Sin embargo, es posible observar que entre los 200-299 m de profundidad se increment3 la presencia de ejemplares adultos de mayor tama1o entre los 50 y 60 cm, manteni3ndose el predominio de los machos con 62% (**Fig. 15**).

5.3.1.3 Distribuci3n de talla del crucero 2014 respecto de los cruceros de investigaci3n anteriores en la zona de estudio

Las estructuras de tallas de merluza de tres aletas del crucero 2014 fueron analizadas respecto de los resultados obtenidos en los cruceros anteriores (**Fig. 16**), efectuados para la misma 1rea de estudio con similar metodolog1a.

Como es habitual durante el per1odo reproductivo de la especie, el 1rea de estudio se caracteriz3 por una alta presencia de adultos en la zona; no obstante, es posible observar que la moda de adultos superior a los 50 cm registrada en la distribuci3n de talla de merluza de tres aletas en los primeros a1os de la serie con ~70%, ha tendido a bajar su proporci3n llegando al a1o 2014 a 21%, a lo cual se agrega el aumento en la presencia de adultos entre 35 y 49 cm (78%, **Fig. 16**). Teniendo presente que en los a1os 2012 y 2014 se ha registrado una mayor concentraci3n del recurso por actividad reproductiva principalmente localizada al norte del 1rea de estudio y en los 1ltimos d1as del mes de agosto, con adultos entre los 34-39 cm. Lo anterior, viene a caracterizar al recurso bajo una condici3n de bajas biomasas y una escasa presencia de adultos sobre los 50 cm.

5.3.1.4 Estructura de talla de merluza de tres aletas: Crucero III exploraci3n (Latitudes 51°00' y 53°00' S).

En los cinco lances efectuados durante el Crucero III de exploraci3n se registr3 una escasa captura de merluza de tres aletas, coincidente con una baja presencia del recurso entre los 51°00' y 53°00' S. La estructura de talla registrada se bas3 en un n1mero bajo de muestras, dada la escasa captura (**Fig. 17**). La moda principal de la estructura de talla de merluza de tres aletas se centr3 entre los 35-43 cm, una moda desplazada a la izquierda respecto del 1rea de estudio mostrada anteriormente, con un aumento de la presencia de ejemplares juveniles (18%) y una menor talla promedio (38 cm), pero manteniendo el predominio de los machos con 59%.

5.3.2 Estructura de edades del stock

El muestreo biológico específico en que se extrajo el par de otolitos *sagitta* de los ejemplares, estuvo compuesto por individuos con rango de tallas entre 13 y 69 cm de longitud total, colectándose una muestra de 1.637 pares de otolitos (967 machos y 670 hembras).

La distribución de tallas del muestreo de otolitos analizados para el estudio de edad, para machos y hembras, sigue una distribución similar a la que presentó la abundancia, en el crucero de investigación 2014 (**Fig. 18**).

La distribución de la abundancia por clase de talla se caracterizó por presentar en la moda principal en las clases de talla 42 cm y 46 cm en machos y hembras respectivamente, muy similar a lo apreciado en los muestreos del crucero anterior en donde la moda principal fue para machos en la clases de talla 42 cm y para hembras en la clase 44 cm.

Las claves edad talla (CET) empleadas para el presente estudio, corresponden a las elaboradas a partir de la edad observada en los otolitos, en los cuales se desarrolló el análisis empleando técnicas de preparación, que facilitan la observación (Ojeda y Muñoz, 2008; www.ifop.cl, Laboratorio de Edad y Crecimiento; Recursos Demersales, Merluza de tres aletas).

Para merluza de tres aletas, en ambos otolitos de cada par colectado se empleó un tratamiento de hidratación y pulido, de manera de realzar los *annuli* que permiten la asignación de la edad, lo cual se ilustra en la **Figura 19**. Si se emplea luz reflejada en la observación bajo el microscopio estereoscópico, se aprecia una alternancia de bandas translúcidas (anillos oscuros) y opacos (tono blanquecino). Siguiendo a Ojeda *et al.* (1998) 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.

5.3.3 Relaciones peso - longitud

Las funciones peso-longitud (**Tabla 18**) producto de los muestreos biológicos específicos realizados en el área de operación presentan la dispersión de las variables que se muestra en la **Figura 20**.

Si se compara las estimaciones que entregan las curvas teóricas que describen las funciones peso talla en los últimos 12 años en que se ha realizado el crucero de investigación de este recurso, se tiene que en el 2004 y 2006 ha sido donde se han registrado los menores pesos corporales de este período (**Fig. 21**), lo cual en tales años, es coincidente con la presencia de ejemplares que han pasado el proceso de desove recientemente.

Durante el crucero 2014 el recurso, para machos y hembras, presentó en las tallas menores valores teóricos de peso similares a lo estimado para el crucero 2013, en cambio en peces de ≈ 40 cm y

mayores, durante el último crucero, los pesos promedio estimados a la talla fueron levemente menores y se encuentran situados de forma intermedia respecto de los registros históricos de estas funciones.

5.3.4 Abundancia por grupos de edad

La estructura de edades fue estimada a partir de las claves edad-talla correspondiente al crucero de prospección realizado en el área de estudio. Los grupos de edades presentes en las capturas obtenidas durante los lances de identificación comprendieron a ejemplares pertenecientes a los grupos de edades 1 a 24+ (**Tablas 21 y 22**).

Se obtuvo la abundancia separada por sexos empleando la proporción sexual macho:hembra que proporcionaban los muestreos asociados a cada zona de forma ponderada en base a la abundancia de cada zona.

La abundancia final del crucero separado por sexo se presenta en la **Tablas 21 y 22**, se aprecia que existió un 67% de machos (48.647.136 ejemplares) y un 33% de hembras (23.997.445 ejemplares).

La estructura de edad está compuesta por numerosos grupos etarios, desde GE I hasta GE XXVI y se presenta agrupado en el GE 24 las edades 24 y mayores dado que se trata de observaciones escasas. Se destaca en machos un fuerte componente de ejemplares adultos jóvenes representados por los GE IV (29,5%) – VI (27,0%) y VII (15,1%) (**Tabla 21**). En hembras, si bien se predominan los mismos grupos de edad, el grupo IV y VI lo hacen de forma menos intensa, presentando GE IV (14,0%) – VI (19,0%) y VII (16,7%). Estos aportes porcentuales de los GE relevantes a la estructura de edades del stock deja en evidencia que si bien en la globalidad (sin considerar su edad) los machos son más numerosos que las hembras, en términos de estructura etaria son los machos a su vez los más abundantes en los GE más jóvenes.

Los machos de edades mayores acuden al área de desove evidenciándose escasa participación (<5%) de los grupos mayores que 8 años, en cambio las hembras se presentan en forma más escasa en la abundancia (<5%) en los grupos mayores a 10 años.

En general, para la época de desove en 2014 se encontró que la estructura de la abundancia está constituida en el caso de machos por los grupos de edad que aportan en $\geq 5\%$ por los GE IV hasta GE VIII (corresponden a $\approx 80\%$ del total de la abundancia de ese sexo) y en caso de las hembras similar porcentaje lo comprenden los grupos de mayor relevancia que corresponden desde GE IV a GE X.

En machos los grupos principales GE IV – VI y VII corresponden a talla/peso promedio 40cm/342g - 44cm/482g - 45cm/503g y en las hembras de estos mismos grupos tienen en promedio 41cm/377g – 46cm/568g – 47cm/611g (**Tablas 21 y 22**).

Esta especie presenta un crecimiento notablemente lento después de la edad 7, con incrementos en longitud muy pequeños de año en año (Ojeda *et al.*, 1998). Esto se traduce, en la práctica, en que existe un rango de tallas (48-60 cm) que contiene una gran variedad de edades como se puede apreciar en las matrices de composición por GE de la abundancia (**Tablas 21 y 22**).

Se presenta en la **Tabla 23** la abundancia por GE, con su respectiva desviación estándar y coeficiente de variación (CV) asociado. Como es característico el CV toma valores elevados en los casos donde la información es escasa y en los grupos modales más relevantes (>5%) este coeficiente alcanza valores entre 0,26 - 0,30.

5.3.5 Serie histórica

Las estructuras de edades de las abundancias registradas en los Cruceros de Investigación 2001-2014 se presentan en la **Figura 22**, en porcentaje (**Fig. 22A**) y en número de individuos (**Fig. 22B**). A modo de referencia se incluyó también la estructura que constituye la remoción que corresponde a la pesquería anual (período 2001 y 2013), que actúa preferentemente en el segundo semestre del año, considerando ambos sexos en común (Ojeda *et al.*, 2014).

Si se observa la columna A de gráficas en esta figura, en donde se presenta la estructura por GE en porcentaje, se aprecia que la moda en la pesquería (representada con barras vacías) tiene tendencia a manifestar modas principales en edades de adultos jóvenes, como se presenta GE III, IV, V, VI, VII, VIII, IX y X en el 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008 respectivamente, moda que sigue secuencialmente su traspaso de año en año (**Fig. 22A**).

Los GE destacados en la pesquería se observan a su vez en el período de concentración para desove, pero con menor intensidad, indicando una posible permanencia de este grupo en la zona ó al menos sugiriendo que no siguen el mismo comportamiento de los peces más adultos, de los cuales se aprecia su mayor presencia en las gráficas referidas a época de crucero de investigación.

La estructura por GE de la abundancia al momento del crucero de evaluación del stock desovante (**Fig. 22B**), presentó en los primeros años de esta serie, una característica particular en los peces nacidos en la clase anual 1998, señalada en la figura como ca98, en donde se aprecia su evolución desde 2001 a 2006, destacándose en 2001 como GE III, y en los años sucesivos como GE IV, GE V, GE VI, GE VII y como moda muy relevante en GE VIII en 2006.

Se observa que en los años 2001- 02 - 03 y 05, la estructura estuvo focalizada hacia peces más adultos en el período de desove. En los años 2004 y 2006, en que se ha encontrado en el área de estudio una fuerte componente de peces en fase de post desove, se observa una baja representación de la fracción de adultos mayores, los cuales posiblemente siguiendo su patrón de migración ya no están presentes en el área en su máxima concentración.

El stock en el año 2007 presentó parte de su composición concentrada en forma importante en peces del GE XVIII y mayores, no obstante igual se presenta el GE IX de forma relevante, siguiendo la trayectoria de la marcada moda del GE VIII que se produjo en el año anterior. Durante el crucero 2008, se destacó el GE X (clase anual 1998), representando un 10% de la abundancia (**Fig. 22A**) y se registró además un ingreso notable del GE IV (clase anual 2004), el cual, se pronosticaba como un aporte importante para el año 2009 y en los años sucesivos, de no mediar cambios significativos en el medioambiente que alterasen su ciclo de vida.

Durante el 2009, se confirmó la clase anual 2004 encabezando la moda estructural, correspondiendo a una marcada moda principal (GE V, **Fig. 22B**). El crucero de investigación que permite la visita a la zona en el mes de agosto no se realizó durante el 2010 y el crucero de investigación 2011 mostró una estructura por grupos de edad del stock desovante con marcadas características de composición a partir de adultos jóvenes, presentando el GE III (ca08) como moda principal y el GE VIII como moda secundaria.

En 2012, se acentúa la composición focalizada aún con mayor intensidad que el año anterior hacia los GE más jóvenes, con moda principal en GE IV (ca08) y es esta misma ca08 la que se presenta de forma modal de adultos jóvenes como GE V en 2013 y GE VI en 2014, junto a lo cual se registró una drástica baja en la participación de grupos de edad más adultos en el período de desove, situación ya observada en 2012, intensificada en 2013 y más acentuada en 2014.

En la **Figura 23** se muestra la estructura demográfica separada por sexo de la serie de trece años en que se ha realizado cruceros de evaluación del recurso en el área de interés, tanto en composición de abundancia por tallas (gráficas de la columna izquierda), como por GE (gráficas de la columna derecha). Se puede apreciar las numerosas edades que componen la estructura de tallas del recurso.

Si se observa la abundancia por clases de talla, se puede apreciar que en los años 2001 a 2003, 2005 y 2007, la abundancia presentaba su mayor componente en la moda constituida por las clases de talla desde 52 a 60 cm, con una moda secundaria en clases de talla menores que se fue intensificando en el tiempo.

En cuanto a los años 2004 y 2006, son los años considerados atípicos, con características de visita a terreno en etapa en que ha pasado la máxima concentración para el desove. Se aprecian con estructuras de tallas diferentes, si bien presentan moda en tallas entre 56-60 cm, tienen a su vez marcada moda en peces más pequeños entre las marca de clase 42-50 cm.

Desde el año 2008 al 2014, la estructura de tallas se presentó fuertemente conformada por peces menores a 50cm.

La **Figura 23** permite apreciar el predominio de los machos en las clases de talla menores ó iguales a 50,5 cm, señalando con ello la mayor vulnerabilidad de los ejemplares machos ante el arte de pesca de arrastre, que si bien para el crucero de investigación este va preparado para evitar escape a través de las mallas, en la pesquería también se presenta la saturación del paño, lo que hace un efecto similar.

En relación a los grupos de edades, la clase anual que nació en 1998 (ca98), es un ejemplo de secuencias que se siguen en forma notable a través del tiempo (**Fig. 22 y 23**), muestran una estabilidad en el paso secuencial año tras año. No así otras clases anuales, en que si bien se destacan y pueden seguirse parcialmente en su continuidad, pueden corresponder a adultos con un sistema de migración diferente, como se mencionó anteriormente.

Que la moda principal en una estructura de tallas (por ejemplo la correspondiente al año 2001) esté constituida por numerosos grupos de edad representa una ventaja significativamente alta ya que el impacto de la pesca lo reciben varias clases anuales, las cuales por su condición pueden ser más ó menos exitosas en el desarrollo de su vida, dependiendo de las condiciones medioambientales que hayan favorecido su supervivencia y desarrollo.

5.3.6 Caracterización de la abundancia

5.3.6.1 Proporción sexual de la abundancia

La composición interna de la abundancia que se concentra en el área de desove presenta proporciones de machos y hembras (m:h) que han variado a través del tiempo. Esta relación, número de individuos llevados a proporción m:h, se entrega en la **Figura 24**, donde se puede observar a los machos representados como 1, y las hembras con un valor por bajo ó sobre este, según se encuentren en menor ó mayor número que los machos.

En merluza de tres aletas esta relación m:h fluctúa desde 1:0,3 hasta 1:1,2, señalando con ello una relación de proporción variable. En los años 2001 a 2003 se presenta una relación estable, observándose entre 1:0,8 – 1:0,9 lo que señala a las hembras levemente en menor número que los machos. En 2004 y 2005 se encuentran prácticamente en relación 1:1, habiendo un cambio en los dos años siguientes (2006 y 2007) en que las hembras se presentaron algo más numerosas que los machos en relación 1:1,2 – 1:1,1. En los años posteriores, a partir del 2008 al 2013, no se volvió a registrar esta relación cercana en su proporción en número presente en los muestreos y pasó a observarse una relación constituida con baja fracción de hembras siendo 1:0,6 – 1:0,7 con un registro extremo en el año 2009 que se presentó con relación 1:0,3, lo que señaló a las hembras en notable menor abundancia en el período de desove. Durante el último crucero de evaluación, esta relación acentuó la diferencia en proporción registrándose 1:0,5, lo que indica mayor precariedad en las hembras.

La información que entregaron los muestreos realizados durante la prospección acústica, responde al período particular de desove y la baja presencia de las hembras puede tener una mezcla de razones de base poblacional y tecnológica, que corresponde a lo que ha ido ocurriendo en el tiempo y como se ha desarrollado la pesquería de este recurso. Entre otras razones, el bajo número de hembras puede ser atribuido en parte al cambio que ha sufrido estructuralmente el stock desovante, el cual no tiene la misma constitución que en lo observado una década atrás, sino que ahora se presenta focalizado hacia ejemplares más jóvenes como se describió en numerales anteriores relacionados a la composición de la abundancia por grupos de edad.

5.3.6.2 Edad media de la abundancia

Si bien en una sección precedente se ha reportado el cambio de la estructura de edades, en esta sección se incluye la "edad media" que presentan los recursos al alcanzar el 50% de la abundancia, a fin de poder representar el comportamiento de ésta en el transcurso del tiempo.

En la **Figura 25** se presenta una secuencia histórica de fluctuación de las edades medias de machos y de hembras para la época que se realiza el crucero de evaluación del stock desovante.

Se observa en general, que la edad media es menor en machos que en hembras lo que avala la diferenciación sexual propia de este recurso en donde los machos son de estructura etaria menor que las hembras y a su vez presentan menores frecuencias ó no están presentes en los estratos de mayor longevidad.

En el período 2001 a 2005 las edades medias de machos y hembras permanecieron cercanas, con valores con leve ascenso al paso de los años presentándose desde edad 11 a 13 para machos y desde 11 a 14 para hembras, conteniendo en este período un hito relevante de baja de este parámetro en 2004 en que se observó una edad media de ≈ 8 y ≈ 9 años para machos y hembras respectivamente. Esta baja en la edad media coincide con una visita al área que se caracterizó como desfasada, es decir no estuvo en presencia del stock desovante en pleno, sino más bien se caracterizó como fuera del período de máximo desove.

Durante 2006, dado las características de los ejemplares, en que también se considera que se llegó después del período de máximo desove al área de estudio, se presentó a su vez una edad media de ≈ 9 años.

Después del 2006 hasta el presente, el stock desovante ha dado señales en su edad media que lo caracterizan, siendo estas las siguientes:

- Las edades medias de machos y hembras son de mayor distanciamiento que al principio de la serie. Por ejemplo, en 2007 la edad media para machos fue de ≈ 11 y para hembras de ≈ 14 , en cambio antes del 2006 su diferencia era de aproximadamente 1 año.

- Las edades medias en ambos sexos han descendido notablemente, registrándose en el presente una edad media del stock desovante de ≈ 5 y 6 años en machos y hembras respectivamente.

En la **Figura 26** se presenta la abundancia del stock desovante para merluza de tres aletas, separado por sexos.

En el período 2001 - 2007, sin considerar los años 2004 y 2006 en que se llegó con desfase al período de máximo del desove, se apreció una secuencia de abundancia decreciente en ambos sexos, con la característica de presentar abundancia entre machos y hembras relativamente similares. Desde 2008 al presente ocurren situaciones diferentes, en 2008 la abundancia de machos subió y la de hembras bajó y esto se continuó en 2009 en que la abundancia de machos subió aun más marcadamente y la de hembras se mantuvo similar al año anterior.

En la secuencia, el año 2010 corresponde a un año en que no se realizó el crucero de investigación y en los años siguientes, desde 2011 a 2014, es un período que se caracterizó por abundancia por sexo descendente y con marcada diferencia en magnitud entre sexos.

5.3.7 Edad y estados de madurez

Si se considera una talla media de madurez sexual (50%) de 36,0 - 36,5 cm de longitud total (Córdova *et al.*, 2003, Saavedra *et al.*, 2012), la estructura del stock estimado de merluza de tres aletas que es $\geq 36,0$ cm corresponde a 98,0% en machos y 99,8% en hembras, lo cual se puede considerar como propio de la concentración en este período de actividad reproductiva del recurso en el área de estudio, no obstante para estudiar en forma más particular la población se revisó la relación de los estados de madurez que ha presentado últimamente este recurso en relación a la edad en que alcanza el 50% de madurez.

Se presenta la fracción de peces maduros en relación a la edad observada en las muestras analizadas, incluyendo los siete últimos años en que se realizó crucero de investigación en la zona (**Fig. 27**). Para la determinación de la ojiva de madurez, se consideró como sexualmente inmaduros los peces en estado de madurez sexual macroscópico (EMS) 1 y 2 y como peces maduros a aquellos en EMS 3, 4 y 5.

El macho maduro de menor edad correspondió a GE II, desde allí en adelante, los peces en esta condición (maduros), se prolongan hasta la edad máxima observada en este crucero que es GE XXIII, lo cual deja de manifiesto 22 clases anuales visitando la zona de desove para formar parte del proceso reproductivo, de las cuales los grupos más jóvenes (GE IV; GE VI y GE VII) presentan elevada abundancia y son los que principalmente aportarán a la descendencia.

La hembra de menor edad que se encontró en estado maduro perteneció a GE III, presentándose ejemplares en la zona de desove hasta GE XXVI, lo que brinda 24 clases anuales que participaron

del proceso reproductivo, en donde las edades con mayor abundancia de peces están concentradas en moda principal en los GE IV; GE VI y GE VII, pero con menor intensidad que los machos.

En la serie histórica que se presenta en la **Figura 27**, la fracción de machos maduros (FMM) en un 50% fluctuó desde grupo de edad 2,3 hasta 3,7 años presentando en el crucero 2014 GE_{50%} en 2,7 años (**Tabla 24**).

Las hembras en cambio, alcanzaron su madurez (50%, FHM) a edades mayores que los machos, observándose entre 2,9 hasta 4,7 años y registrando en 2014 GE_{50%} en 3,1 años (**Tabla 24**).

Para el año 2013, según sexo, los GE_{50%} indicados precedentemente de 2,7 en machos y 3,1 en hembras equivalen a talla media de ≈ 32 -36 cm, valores obtenidos en base a la estructura etaria presentada en las **Tablas 21 y 22**.

Para lo estudiado en el período de desove 2014, las fracciones de peces inmaduros correspondieron a 0,7% de machos, correspondiente a ejemplares bajo el GE en que se manifiestan una FMM_{50%} y un 0,2% de hembras bajo FHM_{50%}.

Una vista conjunta de las curvas de edad - madurez para el período 2007 – 2013 se presenta en la **Figura 28**. Se aprecia de forma gráfica el desplazamiento de GE_{50%} en los diferentes años, registrándose este parámetro entre los grupos de edad II y IV para machos y entre los grupos III y V para hembras. El GE_{50%} no presentó tendencia y su oscilación responde a la conformación del stock que se reúne a desovar, cuyo cambio en la serie histórica de la estructura del stock por tallas y edad se puede apreciar en la **Figura 23**.

5.3.8 Concordancia entre las estimaciones de madurez gonadal macroscópica y microscópica.

Los ajustes de curvas edad versus madurez procede de observaciones macroscópicas de las gónadas, se presenta en esta sección un reporte del grado de concordancia entre la clasificación de peces “maduros” ó “inmaduros” de acuerdo a las estimaciones que se realiza mediante:

- observación macroscópica de las gónadas: correspondiente a la observación *in situ* que realiza el observador científico.
- observación microscópica de las gónadas: corresponde al estudio empleando técnicas histológicas.

Se empleó la data histórica del período 2007 a 2013, para obtener tablas de doble entrada que permitiesen medir similitudes y diferencias, de donde se obtuvieron los resultados que se señalan en la **Tabla 25**.

Cada año entre el 95% al 99% de las observaciones son coincidentes, es decir, que la clasificación macroscópica es avalada por la clasificación microscópica en el rango de clasificación de peces maduros e inmaduros, lo que da una base que permitió señalar que las ojivas de edad versus madurez macroscópicas cuentan con apoyo en la clasificación de acuerdo a las observaciones microscópicas (por histología).

Por otra parte, es importante destacar que el análisis histológico es preferible a la clasificación que se realiza en el trabajo de campo de forma macroscópica (Saavedra *et al.*, 2012). Los $GE_{50\%}$ estimados en base a madurez macroscópica versus edad, pueden contener una sobreestimación del parámetro, dado que existe una cantidad de observaciones (estados de madurez) que siendo estado maduro se clasifican como inmaduras al usar el criterio macroscópico.

5.4 Objetivo específico 3:

Determinar el índice gonadosomático, estadíos de madurez macroscópicos, ojiva de madurez, talla y edad de primera madurez y fecundidad de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación. Sección merluza de tres aletas

Se analizó la condición reproductiva de merluza de tres aletas a partir de 1.637 ejemplares (machos: 967; hembras: 670) muestreados en 31 lances de identificación, de los cuales, 648 ovarios fueron analizados microscópicamente mediante el examen histológico. Los tamaños de los ejemplares fluctuaron, en los machos, entre 24 y 62 cm y en hembras, entre 23 y 69 cm de longitud total (LT).

5.4.1 Índice gonadosomático

El índice gonadosomático promedio fue 7,9% (d.s. = 6,2) en los machos y 9,0% (d.s. = 5,5) en las hembras, mientras que al segregar los ejemplares de tamaños mayores a 35 cm, los que se consideran sexualmente maduros (Saavedra *et al.*, 2009), el IGS fue 8,1% (d.s. = 6,2) y 9,1% (d.s. = 5,4) en machos y hembras, respectivamente, valores que no se vieron prácticamente influenciados, en ambos sexos, por la escasa presencia de juveniles en la muestra (**Tabla 26; Fig. 29 y 30**). La dispersión de los valores del índice se explica por la coexistencia tanto de ejemplares con desarrollo gonadal, en liberación de gametos e inmaduros.

El IGS medio de la fracción parental (≥ 36 cm LT) por zonas del área de estudio fluctuó en los machos de 7,1% en Taitao a 11,8% en golfo de Penas-Ladrillero, mientras que en las hembras, el IGS varió de 7,3% en Taitao a 11,1% en golfo de Penas-Ladrillero (**Tabla 26; Fig. 29 y 30**). El análisis de varianza teniendo como factor las zonas, señaló diferencias significativas entre las distribuciones del índice en los machos ($KW = 39,46$, $p < 0,0001$) y en las hembras ($KW = 73,05$, $p < 0,0001$). El test Dunn indicó que la zona de Taitao varió significativamente de las otras zonas ($p < 0,05$) tanto en machos y hembras.

En el factor latitudinal y batimétrico, los registros de IGS medio de merluza de tres aletas (≥ 36 cm) por grados de latitud y por estrato de profundidad (cada 50 m) mostraron que tanto los machos como las hembras se encontraron sexualmente activos en toda el área de prospección, con valores mas altos en el rango entre 250 y 400 m (**Fig. 31 y 32**).

5.4.2 Análisis macroscópico

5.4.2.1 Estadios de madurez sexual (EMS)

El análisis de las fases macroscópicas de madurez en los machos mostró un mayor aporte de ejemplares en maduración (EMS III) (41%) y maduros (EMS IV) (29%), y en menor frecuencia, testículos evacuados (EMS V) (14%) e inmaduros (EMS II) (16%) (**Tabla 27; Fig. 33**). El coeficiente de variación de la proporción de las fases más representadas no alcanzaron 5% (EMS III: 3,4%; EMS IV: 4,9%); en tanto, el CV excede 6% en el resto de las fases que constituyen menor incidencia en la captura (EMS II: 6,4%; V: 7,0).

En las hembras, se observó un claro predominio de la fase en maduración (EMS III) con 66%, seguido de ovarios en regresión (EMS V) (14%), desovantes (EMS IV) (11%) e inmaduros (EMS II) (9%) (**Tabla 27; Fig. 33**). El CV fue inferior a 3% para la proporción de la fase predominante en la captura (EMS II: 10%; III: 2%; IV: 10%; V: 8%).

Al agrupar las fases, 70% de los machos y 77% de las hembras se encontraron sexualmente activos (EMS III+IV), de los cuales, 29% y 11% evidenciaron evacuación y desove activo, respectivamente. El análisis, señaló que una fracción mayoritaria de la merluza de tres aletas se encontró en desarrollo del proceso reproductivo, en maduración avanzada y con liberación de gametos.

5.4.3 Análisis microscópico

5.4.3.1 Dinámica ovárica y tipo de desove

La merluza de tres aletas se caracteriza por presentar un patrón de desarrollo ovárico de tipo sincrónico por grupo, con desoves parciales sucesivos en corto tiempo y una fecundidad anual determinada (Lillo *et al.*, 2002).

5.4.3.2 Estadios de madurez sexual (EMS)

El análisis histológico mostró mayor frecuencia de merluza de tres aletas sexualmente activas, con aporte importante de hembras en vitelogénesis avanzada (EMS III) (41%) y con actividad de desove, tanto en la condición de desove activo (EMS IV) (24%) como desovadas parcialmente (EMS V) (29%). Por su parte, las hembras en fase de desarrollo inicial (EMS II), de regresión (EMS VI) e inmaduras (EMS I) presentaron una baja incidencia, con 1%, 1% y 5%, respectivamente (**Tabla 28; Fig. 34**). Los CV fueron inferiores al 7% para las proporciones de las fases predominantes en la captura (EMS I: 14%; EMS II: 35%; III: 3%; IV: 7%; V: 5%; VI: 44%). Al agrupar las fases, 94% de las hembras se encontró con actividad reproductiva (EMS II a V), de las cuales, 52% presentó indicios de desove (EMS IV y V), lo que representó 35% mayor respecto a la incidencia de desove observada en el crucero de 2013.

De acuerdo al análisis histológico, la predominancia de hembras en maduración avanzada y con actividad de desove, conjuntamente con la baja incidencia de ovarios en regresión (término del desove), permiten señalar que la merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, en fase de pleno proceso de desove.

La distribución de la merluza de tres aletas, en factor latitudinal y batimétrico según el estado gonádico (**Fig. 35**), mostró que las hembras en fases de madurez más frecuentes se presentaron en todo el rango de la prospección, a profundidades en torno a 300 y 350 m en promedio en la condición de madurez avanzada (EMS III), mientras que las hembras desovantes (EMS IV y V) evidenciaron un comportamiento más somero principalmente entre 200 y 300 m en promedio.

La frecuencia de fases histológicas por grupos de tamaños de las hembras (**Fig. 36**) mostró en longitudes menores a 36 cm la totalidad de ejemplares inmaduros (EMS I), los que disminuyen a 25% en el grupo 36 – 40 cm. A partir del grupo 36 – 40 cm se observó mayor frecuencia de hembras sexualmente activas, predominando las fases de maduración avanzada (EMS III) y de actividad de desove (EMS IV y V). Al agrupar las fases, la actividad reproductiva incrementó de 75% en el grupo 36 – 40 cm a sobre 90% en los grupos desde 41 cm. Estos resultados son concordantes en que la talla de madurez sexual se ubica en el rango 36 – 40 cm.

El análisis de fases histológicas por zonas de: Taitao, Golfo de Penas – Ladrillero y Trinidad – Concepción (**Tabla 28; Fig. 37**) evidenció en las tres zonas la mayor frecuencia de hembras sexualmente activas, destacando los ovarios en maduración avanzada (EMS III) y en desove (EMS IV y V). Sin embargo, en la zona de Taitao predominaron las hembras en desove parcial (EMS V), mientras que en las otras zonas fueron las hembras en maduración avanzada próximas al desove (EMS III). La prueba de igualdad de distribuciones aplicada a los datos de EMS observadas en la estructura de las fases de madurez entre zonas fueron estadísticamente significativas ($X^2_{\text{calculado}} = 224,2$; $X^2_{\text{crítico}} = 18,31$, $p < 0,05$), donde la zona de Taitao aportó con la mayor diferencia ($X^2_{\text{zona 1}} = 103,4$; $X^2_{\text{zona 2}} = 63,5$; $X^2_{\text{zona 3}} = 57,2$).

Del an3lisis microsc3pico, se desprende que la merluza de tres aletas en el 3rea prospectada se encontr3 mayoritariamente en condici3n reproductiva, en fase de maduraci3n avanzada y con alta incidencia de desove. La actividad ov3rica se manifest3 marcadamente a partir del grupo de tama1os 36 – 40 cm, mientras que los ejemplares de tama1os menores a 36 cm fueron en su totalidad inmaduros (EMS I).

5.4.3.3 Comparaci3n entre el estimado macrosc3pico y microsc3pico de estadios de madurez sexual

Si bien, tanto las determinaciones macrosc3picas como microsc3picas fueron concordantes en t3rminos de identificar ovarios en desarrollo avanzado e hidratados, el an3lisis histol3gico es preferible dado que entrega certeza y precisi3n en la identificaci3n de ovarios desovantes, mediante la presencia de fol3culos postovulatorios. Al respecto, el an3lisis macrosc3pico se1al3 11% de las hembras en desove y 14% ya desovadas y en regresi3n, mientras que el examen histol3gico evidenci3 52% de las hembras en desove (hidratadas y con FPO) y 1% desovadas y en regresi3n. Por su parte, se identific3 la incidencia de atresia ovocitaria, informaci3n necesaria al momento de seleccionar las hembras para el c3lculo de fecundidad, evitando de esta manera la subestimaci3n del par3metro. Tambi3n permiti3 discernir con precisi3n ovarios virginales de aquellos en regresi3n (inmaduros reincidentes) para el ajuste de ojiva de madurez.

5.4.3.4 Variable 3ndice gonadosom3tico con relaci3n al EMS microsc3pico

La distribuci3n del IGS medio seg3n la condici3n ov3rica a nivel microsc3pico (**Fig. 38**) mostr3 registros que no alcanzaron 3% en las fases I y II (inmaduro; desarrollo inicial), mientras que, en las fases III (desarrollo tard3o) y IV (hidratado) experiment3 el mayor incremento con 11%. Conforme se manifiesta el desove parcial (EMS V) el indicador disminuye a 6%, para presentar una ca3da a 5% en las hembras en regresi3n (EMS VI). La media de IGS de 9% en las hembras estuvo acorde a la mayor incidencia de ovarios en fases III a V.

5.4.4 Ojiva de madurez

El ajuste de la ojiva de madurez a la talla se sustent3 en el an3lisis histol3gico de 648 hembras entre 23 y 69 cm LT. Sin embargo, a pesar del amplio espectro de tama1os, las hembras bajo los 40 cm estuvieron d3bilmente representadas en los lances, hecho a considerar en el ajuste debido a que corresponden a longitudes de transici3n a la madurez sexual (rama izquierda de la curva) (**Fig. 39**).

De manera referencial, se realiz3 un ajuste de madurez a la talla a partir de datos de evaluaciones 2001 – 2014, con las implicancias propias que involucra el hecho de compilar distintos pulsos de agregaciones reproductivas. El ajuste se sustent3 de 7.637 registros histol3gicos, cuyas hembras presentaron tama1os entre 22 y 69 cm LT.

El estimado de la talla de madurez ($L_{50\%}$) de las hembras para los datos de 2014 fue 36,5 cm LT, con intervalo de confianza al 95% entre 33,8 y 38,3 cm. Los parámetros β_0 y β_1 que describen la ecuación logística alcanzaron valores de -14,959 y 0,410, respectivamente (**Fig. 39**). Por su parte, el estimado de la talla para datos 2001 - 2014 fue 36,2 cm LT (LI: 35,7; LS: 36,6 cm). En la **figura 40** y **Tabla 29** se presentan los estimados de madurez de las hembras en campañas hidroacústicas en el periodo de desove de 2001 al 2014.

Para estimar la edad media de madurez se realizó la lectura de otolitos a prácticamente la totalidad de las hembras analizadas histológicamente (640). El rango de grupo de edad abarcó entre 1 y 26 años, estando débilmente representados los grupos bajo 4 años.

Los resultados mostraron la hembra madura de menor edad en el GE 3 años. El ajuste señaló la edad media de madurez ($E_{50\%}$) en 3,1 años, con un límite inferior de 2,5 años y un límite superior de 3,5 años. Los parámetros β_0 y β_1 que describen la ecuación logística alcanzaron valores de -4,41517 y 1,4191, respectivamente (**Fig. 41**).

5.4.5 Fecundidad

Para el cálculo de fecundidad total se seleccionaron microscópicamente 118 hembras que clasificaron para este análisis, es decir en fase de desarrollo gonadal con una clara separación del grupo modal avanzado de ovocitos, sin evidencia de desove (folículos postovulatorios) ni atresia ovocitaria. La merluza de tres aletas se caracteriza por ser un desovador parcial con fecundidad anual determinada, cuya moda a desovar estaría constituida por ovocitos entre 450 y 1.125 μm (Lillo *et al.*, 2002).

Los resultados indicaron un potencial de fecundidad total promedio de 203.332 ovocitos (CV= 77%), cifra 45% menor respecto a la estimada en la evaluación de 2013. La fecundidad fluctuó de 26.746 ovocitos en una hembra de 42 cm (350 g) a 686.435 ovocitos en una hembra de 66 cm (1.880 g).

La fecundidad relativa promedio fue 234 ovocitos por gramo de peso corporal (menos el peso del ovario) (CV= 38%), con una variación entre 64 y 493 ovocitos, valor que representó 42% menor respecto al promedio de 2013. La **Tabla 30** muestra los estimados de fecundidad total a partir de campañas hidroacústicas en el periodo 2001 - 2014.

La fecundidad total en función del peso corporal y la longitud total presentó un mejor ajuste al modelo de potencia (**Tabla 31; Fig. 42 y 43**).

Entre los estimados de fecundidad total a partir de las prospecciones 2001 – 2014 se observaron diferencias significativas entre años ($F_{\text{calculado}} = 31,2$; $F_{\text{crítico}} = 1,8$, $p < 0,05$), donde el estimado 2014 varió significativamente de los últimos tres años ($p < 0,05$). Similarmente, la fecundidad relativa presentó variabilidad interanual significativa ($F_{\text{calculado}} = 71,6$; $F_{\text{crítico}} = 1,8$, $p < 0,05$), con diferencias significativas respecto a los últimos tres años ($p < 0,05$).

5.4.6 Resultados Crucero III Exploratorio (51° - 53° S)

Para efectos de caracterizar la condición reproductiva de merluza de tres aletas se procesaron 95 ejemplares (machos: 54; hembras: 41) a partir de cinco lances, de los cuales, 37 ovarios se analizaron microscópicamente mediante la técnica histológica. La amplitud de tamaños abarcó entre 24 y 50 cm en los machos y de 25 a 60 cm longitud total en las hembras.

El índice gonadosomático promedio fue 2,2% (d.s. = 3,2) en los machos y de 2,4% (d.s. = 2,8) en las hembras. Al considerar sólo la fracción parental con tamaños mayores a 35 cm, el IGS correspondió a 2,5% (d.s. = 3,5) en los machos y 2,5% (d.s. = 2,9) en las hembras, con valores individuales extremos de 0,3% y 14,5% y de 0,4% y 12,2%, respectivamente.

La frecuencia de estadios macroscópicos mostró en los machos un claro predominio de gónadas inmaduras (EMS II) con 80%, seguido de testículos en maduración (EMS III) (18%) y maduros (EMS IV) (2%) (**Fig. 44**). En las hembras, sobresalieron los ovarios inmaduros (EMS II) con 78%, y en menor fracción, la fase en maduración (EMS III) con 22% (**Fig. 44**).

El análisis histológico, mostró un notorio aporte de la fase I (inmaduro – reposo) con 68%, y en menor incidencia, ovarios en desarrollo inicial (EMS II) (11%) y en desarrollo avanzado (EMS III) (22%) (**Fig. 45**). Al agrupar las fases, 32% de las hembras se encontraron sexualmente activas, en fases de maduración, sin presentar evidencia de desove.

De los resultados se desprende que la merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente inactiva sexualmente. La menor frecuencia de hembras en proceso reproductivo se caracterizó por presentar fases de maduración, sin evidenciar actividad de desove.

5.4.7 Resultados muestras de merluza de tres aletas entre 45° y 46° 56'S (crucero merluza del sur y cola)

Se procesaron 270 ejemplares de merluza de tres aletas (machos: 186; hembras: 84) a partir de 6 lances, de los cuales, 81 ovarios se examinaron histológicamente. Las longitudes de los machos abarcaron entre 29 y 58 cm y en las hembras, entre 39 y 60 cm de longitud total.

El índice gonadosomático promedio fue 11,7% (d.s. = 6,1) en los machos y 9,6% (d.s. = 4,1) en las hembras, mientras que al separar la componente parental (≥ 36 cm LT) en los machos, el IGS fue 11,8% (d.s. = 6,1), valor que no se vio influenciado por la menor frecuencia de juveniles en la muestra.

La incidencia de estadios macroscópicos mostró en los machos mayor frecuencia de gónadas en maduración (EMS III) (59%) y maduras (EMS IV) (40%), y en muy baja incidencia, testículos

inmaduros (1%) (**Fig. 46**). Por su parte, las hembras presentaron 100% de gónadas en maduración (EMS III) (**Fig. 46**).

El análisis histológico indicó 100% de hembras sexualmente activas, predominando la fase de maduración avanzada (EMS III) con 91%, y en menor fracción, ovarios en desove activo (EMS IV) (4%) y desovados parcialmente (EMS V) (5%) (**Fig. 47**).

De los resultados se desprende que la merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, principalmente en fase de maduración avanzada, en etapa inicial del proceso de desove.

5.5 Objetivo específico 4:

Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación en el área y período de estudio. Sección merluza de tres aletas

Para el desarrollo del presente objetivo, se realizó un análisis general para la zona completa, complementado por una división histórica de zonas, separadas de la siguiente manera, zona Taitao comprendida entre 45°30'S – 47°29'S, zona golfo de Penas comprendida entre 47°30'S – 48°59'S, zona Trinidad-Concepción comprendida entre 49°00'S – 51°00'S, además de la zona de repospección incluida este año, al igual que en 2012 y 2013, la que comprendió entre 46°30'S – 47°20'S

Las especies identificadas dentro del área de estudio, fueron nombradas por un código de tres letras para hacer más fácil su identificación, lo cual se describe en la **Tabla 32**, junto con su nombre científico.

5.5.1 Proporción de captura

Durante el desarrollo del crucero de evaluación se realizaron un total de 39 lances de pesca de identificación, incluyéndose 4 lances realizados en el crucero de evaluación de merluza de cola y austral, pues presentaron merluza de tres aletas en su captura, sumando en total 43 lances analizados, de los cuales, 35 (81,4%) resultaron con captura positiva de merluza de tres aletas, mientras que merluza de cola y merluza del sur fueron capturadas en 42 (97,7%) y 32 (74,4%) lances de identificación, respectivamente. Para el área de estudio, la captura total estuvo compuesta por merluza de cola (64,06%), merluza de tres aletas (29,32%), merluza del sur (5,88%), cojinoba (0,23%), mictófidus (0,17%), reineta (0,13%), congrio dorado (0,09%), brótula (0,08%), pejegallo (0,02%), y jibia (0,02%). (**Fig. 48**).

Considerando sólo la fauna acompañante, merluza de cola representa el 90,64% de la captura de fauna, seguida en importancia por merluza del sur con solo un 8,33%, y el 1,03% restante se compone por el resto de especies observadas, cojinoba (0,33%), mictófido (0,24%), reineta (0,18%), congrio dorado (0,12%), brótula (0,11%), jibia y pejegallo (0,06%).

a) Proporción de captura por zonas

Al separar la captura obtenida por cada una de las zonas históricas en la que se divide el área de estudio (**Fig. 49**), se tiene que para la primera zona denominada Taitao, la principal especie capturada correspondió a merluza de cola, con 56,3% de la captura efectuada en la zona, siguiéndole en importancia, merluza de tres aletas (33,6%), merluza del sur (9,7%), reineta (0,2%), congrio dorado (0,1%) y brótula con solo un 0,1%.

Para la zona denominada golfo de Penas - Ladrillero la riqueza de especies es mayor que en el área anterior, siendo la especie más capturada merluza de cola (77,9%), seguida en importancia por merluza del sur (13,0%), merluza de tres aletas (8,0%), reineta (0,3%), congrio dorado (0,3%), brótula (0,2%), cojinoba (0,2%) y pejegallo (0,2%).

En la zona Trinidad – Concepción, se observa una riqueza de especies similar a la zona anterior, representada en un 79,0% de la captura por merluza de cola, seguida por merluza de tres aletas (9,6%), merluza del sur (8,8%), mictófido (1,8%), congrio dorado (0,3%), jibia (0,2%), brótula (0,1%) y cojinoba (0,1%).

En la zona de repospección (subzona R), se observa una riqueza de especies similar a la observada en la zona de Taitao, compuesta por merluza de cola en un 65,3%, seguida por merluza de tres aletas (35,3%), merluza del sur (0,6%) cojinoba (0,5%), brótula (0,1%), y reineta (<0,1%). (**Fig. 49**)

Los porcentajes de presencia de las especies recurrentes, junto a la merluza de tres aletas, muestran que las especies dominantes en las cuatro zonas son la merluza de cola y la merluza del sur, siendo las especies cojinoba, congrio dorado, jibia, brótula, reineta y mictófidios, muy poco abundantes, pero frecuentes, con porcentajes menores al 2%, en las cuatro zonas. (**Fig. 50**)

b) Proporción de captura por veril de profundidad

Al realizar una separación por cada de 50 m de profundidad, se obtuvieron 6 veriles, comenzando desde los primeros 100 m de profundidad. Los resultados de la participación de cada una de las especies presentes en la captura total, muestran notables diferencias entre ellos.

En el veril 1 (100m – 150m), se observó que las especies merluzas de cola y merluza de tres aletas dominan el estrato, observándose principalmente merluza de tres aletas (50,81%), seguida por merluza de cola (47,68%), merluza del sur (0,21%), cojinoba (1,27%) y solo un 0,03% para reineta.

En el veril 2 (151m – 200m), se observó que las tres especies de merluzas dominan el estrato, observándose principalmente merluza de cola (74,66%), seguida por merluza de tres aletas (24,52%), merluza del sur (0,82%).

En el veril 3 (201m – 250m), se observó que las tres especies de merluzas dominan el estrato, aunque se observa mayor riqueza de especies que en los estratos anteriores, merluza de cola (91,19%) fue la especie más capturadas a estas profundidades, seguida por merluza de tres aletas (6,51%), merluza del sur (1,40%), y las especies menos representadas fueron; mictófidós (0,69%), brótula (0,1%), cojinoba (0,05%), jibia (0,06%).

En el veril 4 (251m – 300m), el estrato fue más rico en especies que el anterior, pero la mayor abundancia se mantiene dominada por merluza de cola (73,27%), seguido por merluza de tres aletas (17,43%), y merluza del sur (8,42%), y en porcentajes más bajos reineta (0,37%), congrio dorado (0,29%), brótula (0,16%), cojinoba (0,04%), jibia (0,02%)

En el veril 5 (301m – 350m), se observó un cambio notable respecto a los porcentajes en los dos veriles anteriores, donde merluza de tres aletas pasa a ser la especie más representada con un 66,14%, seguida por la merluza de cola (23,14%), merluza del sur (10,07%), reineta (0,21%), pejegallo (0,20%), cojinoba (0,10%), brótula (0,09%), congrio dorado (0,05%).

En el veril 6 (351m - 400m), se observaron solamente las tres especies de merluza en toda su distribución, merluza de tres aletas (60,36%), merluza del sur (29,16%), y merluza de cola (10,48%). (Fig. 51).

5.5.2 Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2013

De la información contenida en los lances de identificación y los veriles de profundidad establecidos dentro la zona y sub-zonas donde se realiza el estudio, se elaboró una matriz de captura estándar para todas las especies capturadas en la serie histórica de lances de identificación efectuados para todos los cruceros realizados desde el 2001 al 2014.

A partir de esta matriz se efectuaron dos tipos de análisis, el primero, consiste en un análisis de clasificación por conglomerados ("*cluster*"), mientras que el segundo análisis se basó en la

clasificación de las entidades (zona, lances y veril) por el método de ordenación ("NMDS"). Para tal efecto, se consideró como unidad de muestra el lance.

La información histórica de los cruceros precedentes (periodo 2001-2013), se analizó con el objetivo de establecer diferencias interanuales en la composición de especies. Para ello se utilizó además la data proveniente de los cruceros de evaluación efectuados entre el 2001 y 2013 (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004; Lillo *et al.*, 2005; Saavedra *et al.*, 2006; Saavedra *et al.*, 2007; Saavedra *et al.*, 2008; Saavedra *et al.*, 2009; Saavedra *et al.*, 2010; Saavedra *et al.*, 2012; Saavedra *et al.*, 2013; Saavedra *et al.*, 2014).

El resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados, para el total de cruceros (**Fig. 52**), muestra la presencia de tres grupos, con niveles de similitud superiores al 65%. El primer grupo esta compuesto por la información proveniente del crucero de 2003, caracterizado por una captura de merluza de tres aletas más baja que en los años anteriores, además del bajo aporte de otras especies a la fauna acompañante. En el segundo grupo compuesto por los años 2001, 2002, 2005, 2006, 2007, y 2008, se observó que estos, destacan por el dominio de la especie merluza de tres aletas por sobre el resto de especies, donde además existió una clara disminución en la riqueza de especies. El tercer grupo compuesto por los cruceros realizados, durante los años, 2004, 2009, 2011, 2012, 2013 y 2014 se caracterizan, por ser los cruceros con mayor riqueza de especies, y valores de capturas similares entre los recursos merluza de cola y merluza de tres aletas, destaca por sobre todo en este grupo, que los valores de capturas son más bajos que para el grupo dos.

A partir del análisis de ordenación (**Fig. 53**), se observó que la fauna asociada a cada uno de los conglomerados, muestra que el grupo 1 se diferencia claramente de los otros dos, por la baja presencia de merluza de tres aletas. Lo contrario se observa en el grupo dos, pues es entre estos años cuando la captura de merluza de tres aletas fue más abundante, y con menor presencia de otras especies, lo cual no ocurre dentro del grupo tres, en donde, se observa mayor presencia de fauna acompañante como también menor presencia de merluza de tres aletas en los lances de identificación.

Adicionalmente, se efectuó un análisis de similitud (ANOSIM) de una vía a partir del resultado obtenido del análisis de clasificación, esto como método de validación estadística para verificar diferencias entre las agrupaciones resultantes. Del análisis de similitud (ANOSIM) de una vía obtenido a su vez, del análisis de clasificación, pone en evidencia que las agrupaciones resultantes no presentan diferencias estadísticas, estimándose un valor global del estadístico $R = 0,8292$ (valor- $p < 0,001$). Este método de validación estadística se realizó para verificar diferencias entre las agrupaciones resultantes.

5.5.3 Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2013, analizada por zona

El resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados por año y zona (**Fig. 54**), muestra la presencia de seis grupos, con niveles de similitud superiores al 60%.

El primer conglomerado representado por las zonas 1 y 3 del año 2007, se caracterizó por presentar bajos valores de captura de reineta y una baja captura de merluza de tres aletas en la zona 3, dentro de las especies observadas para esta zona en este año. El segundo conglomerado identificado en este análisis corresponde a la zona 3, de los años 2003 y 2013. Grupo que identificó por contener en buena proporción merluza de cola, merluza de tres aletas y jibia. El tercer conglomerado, compuesto por la zona 1 de los años 2001, 2004, 2005 y 2006; caracterizado por la presencia de merluza de cola en una buena proporción al igual que merluza del sur y presencia también de cojinobas y reineta, pero por el contrario bajos niveles de merluza de tres aletas. El cuarto grupo está conformado por 11 niveles, los cuales pertenecen en su mayoría a los años 2009, 2011, 2012, y 2014, este grupo destaca por la alta presencia de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, además de la presencia constante de variadas especies recurrentes en la fauna acompañante creando el grupo con la mayor riqueza de especies. El quinto grupo estuvo principalmente a los años 2001, 2002, 2005, 2006, 2008 y 2014, este grupo destacó por una alta presencia de merluza de cola y merluza de tres aletas, y en menor cantidad merluza del sur, destacó también una alta presencia de cojinoba y reineta. El sexto y último grupo, se caracteriza por la presencia casi exclusiva de las tres especies de merluzas descritas, destacando muy por sobre el resto la merluza de tres aletas, y observándose con una muy baja captura, la presencia de reineta, y cojinoba

A partir del análisis de ordenación (**Fig. 55**), se comprobó la cercanía de las especies merluza de cola y merluza del sur, estableciéndose como un componente faunístico principal en la segunda y tercera zona para todo el periodo analizado, otro grupo lo conformaron las especies con alta presencia pero baja abundancia para toda la serie de años, (congrío dorado, brótula, cojinoba, calamar, y tollo de cachos), mientras que las especies jibia y reineta aparecieron más asociadas a merluza de tres aletas.

El análisis de similitud de una vía, obtenido a partir del resultado del análisis de clasificación, entregó un **R = 0,7866** (*valor-p* = 0,001), evidenciando que las agrupaciones resultantes no presentaron diferencias estadísticas significativas.

5.5.4 Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2014, analizada por veril

El análisis de clasificación por conglomerados, realizado por año y veril (**Fig. 56**), muestra la presencia de seis grupos, con niveles de similitud superiores al 50%.

El primer grupo compuesto por la variable veril 1 para el año 2005 solamente, caracterizados por la presencia exclusiva de merluza de tres aletas en alta cantidad, junto a reineta y cojinoba. El segundo grupo el veril 1 de 2006, y los veriles 1 y 2 de 2008, en este grupo se observó una alta participación de merluza de cola, y baja de merluza de tres aletas, el veril 1 de 2008, se encontró separado del otro par, pues presentó exclusivamente participación de merluza de cola y con valores muy altos. El tercer grupo reúne a los veriles 4 y 5 de los años 2003 y 2004, el cual mostró una relación más estrecha entre merluza de tres aletas, merluza de cola y reineta en las cuatro observaciones. El cuarto grupo compuesto por los veriles 4 y 5 de 2001, y los veriles 5 y 6 del año 2005, relacionados entre ellos por presentar casi exclusivamente merluza de cola y del sur, y en proporciones similares. Solo con una baja presencia de merluza de tres aletas en el veril 5 del año 2001.

En el quinto grupo posee la mayor cantidad de variables, correspondientes a los años 2001, 2002, 2003, 2006, 2007, 2008, y los veriles 1 y 6 del 2014, este grupo muestra la mayor representación de merluza de tres aletas, seguida en importancia por merluza de cola, y con presencia muy constante pero menos importante de merluza del sur, seguida por cojinobas y reineta, para casi la totalidad de los veriles analizados. El sexto grupo, muestra principalmente la presencia de los años 2009, 2011, 2012, 2013, y 2014, donde se pudo observar que existe una alta riqueza de especies, estando representadas casi la totalidad de ellas, destacándose los altos valores de merluza de cola por sobre la merluza de tres aletas.

En base al análisis de ordenación (**Fig. 57**), se observó una asociación importante entre las especies de comportamiento más pelágico, (reineta, jibia y cojinoba), siendo más cercano este grupo a merluza de tres aletas, la cual también mantuvo un comportamiento pelágico en el presente crucero. Es destacable que las especies merluza del sur y merluza de tres aletas se vean, ubicadas en agrupaciones distintas, lo cual se explica por la asociación de merluza del sur mayormente en veriles de mayor profundidad, contrario al comportamiento observado en merluza de tres aletas, especie la cual se ha observado este año, tanto en cardúmenes demersales como también más pelágicos. Un tercer conglomerado lo forman las especies, congrio dorado, tollo de cachos, brótula y calamar, especies las cuales se asociaron a veriles más profundos.

El análisis de similitud de una vía, obtenido a partir del resultado del análisis de clasificación, no evidenció diferencias estadísticas significativas, entre las agrupaciones resultantes, obteniéndose un **R = 0,5999** (*valor-p* < 0,001).

5.6 Objetivo específico 5:

Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en la zona de estudio. Sección merluza de tres aletas

5.6.1 Resultados generales agregaciones merluza de tres aletas

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 33** donde se incluyó el valor máximo, mínimo, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) para las características morfométricas, batimétricas y de energía de las agregaciones de merluza de tres aletas para las tres zonas en conjunto, detectándose un total de 46 agregaciones.

La **Tabla 34** entrega la misma información pero considerando solamente las agregaciones detectadas en la zona 2 y la zona R. En este caso el número de agregaciones detectadas baja a 30.

Considerando la **Tabla 34** las agregaciones de merluza de tres aletas presentaron un largo promedio de 265 metros con rango entre 41 m y 1.442 m (CV 1,30). Alto promedio de 21 m, rango entre 7 y 114 m (CV 0,70), y la relación de aspecto o elongación fluctuando entre 3 y 91 (CV 0,89) con un valor promedio de 16.

El perímetro presentó un promedio de 6.275 m (CV 1,65), el área promedió 8.989 m² (CV 1,28). La dimensión fractal alcanzó un promedio de 1,58 reflejando, al igual que el año anterior, una tendencia a formar agregaciones menos definidas en los bordes. El valor mínimo fue de 1,43 mientras que el máximo alcanzó el valor 1,82 (CV 0,07).

Batimétricamente las agregaciones se detectaron entre 164 y 299 m de profundidad en la columna de agua (CV 0,15), con promedio en 238 m. La profundidad del fondo fluctuó entre 223 y 1.191 m (CV 0,47) con promedio en 438 m. El Índice de altura, que permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo del mar, presentó un valor promedio de 38%, con valores que fluctuaron entre 7 y 82% del fondo (CV 0,54).

Los valores de energía acústica fluctuaron entre 127 y 31.391 s_A con un promedio de 3.765 s_A (CV 2,28). La densidad relativa acústica medida en s_A/m², varió entre 0,03 y 2,21 con promedio de 0,5 s_A/m² (CV 1,00).

5.6.2 Descriptores según zona

Los resultados obtenidos de los descriptores de acuerdo a la diferenciación de zonas detectadas en el área de estudio se entregan en la **Tabla 35**. Se grafican los valores medios obtenidos con sus respectivos intervalos de confianza. El mayor número de agregaciones se ubicó en la zona R con 19 detecciones, seguida de la zona 1 (16) y la zona 2 con 11 detecciones.

La **Tabla 36** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por zona. De acuerdo a ésta, las variables morfométricas largo, alto, elongación y dimensión fractal más el índice de altura y los descriptores de energía retrodispersada y densidad relativa no presentarían diferencias significativas entre zonas, no obstante los mayores valores del largo y alto promedio se registraron en la zona 1, generando que en esta zona se encuentren las agregaciones de mayor área y perímetro (**Fig. 58 y 59**). También se observa que en la zona R se encuentran las agregaciones de menor tamaño, siendo ambas zonas coincidentes geográficamente cambiando solamente la fecha de prospección, con la zona R prospectada en período de mayor agregación del recurso.

Las variables batimétricas presentan diferencias significativas, la profundidad del fondo en que se detectaron las agregaciones es menor en la zona R (y mayor en la zona 1), indicando que en el período de mayor peak reproductivo, éstas tienden a acercarse mas al talud continental, ubicándose además en menor profundidad en la columna de agua (**Fig. 60**).

Esto explica además de que a pesar de no presentar diferencias significativas, en la zona R las agregaciones presenten un mayor valor promedio de s_A y un mayor valor de densidad relativa (s_A/m^2) que en el resto de las zonas con 5.694 v/s 2.547 s_A en zona 1, y 434 s_A en zona 2, por lo que la aceptación de la hipótesis (no hay diferencias significativas) se explica debido a un amplio rango de variación lo que hace una desviación estándar muy alta de 10.381 s_A en la zona R.

El valor de s_A promedio fue notoriamente mayor en la zona R, implicando una mayor concentración del recurso en dicha zona, seguida de la zona 1. Aun cuando el análisis de varianza no muestre diferencias significativas entre zonas, esto se explica debido al alto valor de la desviación estándar resultante en la zona R lo que genera un amplio intervalo de confianza (CV 1,82) el cual abarca los intervalos más pequeños de las otras áreas. Los valores de densidad también fueron mayores en la zona R, encontrándose que en este caso la zona 1 presenta el menor valor de densidad, lo que se explica por el mayor tamaño de las agregaciones detectadas en esa zona, que no se encontraban suficientemente compactadas como en el pleno proceso de desove (**Fig. 61**).

5.6.3 Descriptores según rango de fondo

La **Tabla 37** entrega los valores promedios, desviación estándar y coeficiente de variación de los descriptores para cada rango de fondo. El fondo referido en las tablas y gráficos comprende todo el rango, es decir el rango 200 comprende desde los 200 m hasta los 299 m, excepto el rango de 600 m, el cual incluye doce agregaciones que se detectaron en fondos sobre los 699 m, alcanzándose un máximo de profundidad cercano a los 1.850 m. El mayor número de agregaciones se detectó en el rango sobre 600 m, seguido del rango de 200 m y 300 m.

Los resultados del análisis de varianza según rangos de fondo, se entrega en la **Tabla 38**, en ésta se aprecia que solamente las variables batimétricas presentaron diferencias significativas en los diferentes rangos de fondo, en el resto de los descriptores no se observaron diferencias estadísticas, no obstante, la gráfica muestra que en el caso del largo, los mayores valores promedio se registraron en los rangos de 200 y mayor a 600 m, respectivamente, situación que se repite en el caso de la elongación (**Fig. 62**), área y perímetro (**Fig. 63**).

Los descriptores batimétricos presentan diferencias significativas según rango de fondo. Sin embargo la profundidad de agregaciones es bastante similar en todos los estratos de fondo (entre 220 y 272 m promedio), siendo su intervalo de confianza tan pequeño que no resiste el análisis estadístico. El mayor valor promedio se observa en el rango sobre 600 m. El índice de altura aumenta notoriamente a medida que aumenta el fondo, indicando que las agregaciones se encuentran más distanciadas del fondo a mayores profundidades, pero debido al aumento del fondo (**Fig. 64**).

Los descriptores de energía s_A presentan su mayor valor promedio en el rango de 200 m de profundidad, disminuyendo a medida que aumenta el fondo hasta el rango de 600 m donde aumenta, mientras que la densidad relativa de las agregaciones mantiene un valor bastante similar en todos los rangos de fondo (**Fig. 65**).

5.6.4 Resultados análisis componentes principales

La matriz de correlaciones presenta las asociaciones más fuertes ($r > 0,70$) entre las variables: largo-perímetro, largo-elongación, fondo-índice de altura, elongación-perímetro, alto-área, s_A -alto y área-perímetro, respectivamente (**Tabla 39**).

La **Tabla 40** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los componentes. De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), los primeros 3 componentes cumplen la condición, explicando en conjunto el 78,3% de la variabilidad total.

La **Tabla 41** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en ésta se observa que el largo, perímetro, área, índice de altura, s_A y elongación, respectivamente, presentan los mayores coeficientes dentro de la primera componente, agrupando un grupo principal de agregaciones con mayor tamaño, mayor longitud y altos valores de s_A . El segundo componente relaciona a agregaciones más alargadas con altos valores de elongación, bajos valores de energía retrodispersada y más bien dispersos con bajos valores de densidad relativa.

El tercer componente relacionó a las agregaciones que se detectaron en fondos con mayor profundidad y con altos valores en el índice de altura. La **Figura 66** muestra la correlación de las variables con los dos primeros componentes

5.6.5 Resultados serie histórica

La **Tabla 42** entrega los valores promedio para la serie histórica 2001-2014 (año 2010 no se realizó crucero) de los descriptores morfométricos, batimétricos y de energía, más sus respectivos coeficientes de variación (CV). Morfométricamente se observa que todos los descriptores presentaron una disminución respecto al año anterior, especialmente en el perímetro, área y largo de agregaciones, pero se debe considerar que el año anterior muchos de los registros estaban entre los mas bajos de la serie, encontrándose además todas las variables morfométricas por debajo de los valores promedios de la serie histórica 2001-2013 (**Fig. 67**).

Los datos batimétricos de la serie histórica reflejan que al inicio de la serie (2001) las agregaciones se detectaron en fondos cercanos a los 260 m, para luego en el período 2002-2004 encontrarse a mayor profundidad de fondo o mas alejadas de la costa con un peak el 2002 en un fondo promedio cercano a los 570 m, luego en los años 2005-2011 se detectaron nuevamente a menores profundidades de fondo con rango promedio entre 240 y 320 m con un salto el 2008 (400 m de profundidad) y aumentar notoriamente el 2012 con 541 m. El año anterior al igual que el año pasado se mantiene en el nivel de 438 m, estando aún sobre el promedio histórico 2001-2013. La profundidad promedio de las agregaciones de merluza de tres aletas en la serie 2001-2014, ha variado entre 159 y 288 m, con el mínimo el año 2006 desde donde paulatinamente se observa una profundización en la columna de agua para llegar al máximo valor promedio del año 2013, este año disminuyó su valor pero aún se encuentra sobre el promedio histórico (**Fig. 67**).

Este año se observó una disminución en los s_A promedio de un 13% respecto al año anterior, siendo además el valor promedio de s_A este año menor al promedio de la serie histórica en un 35%. El número de agregaciones disminuyó respecto al año anterior (30 observaciones) estando muy por bajo al promedio observado en la serie (107 observaciones), implicando además en una baja en los estimados de abundancia y biomasa el último año respecto al anterior (**Fig. 67**).

5.7 Objetivo específico 6:

Determinar la composición e importancia de los principales ítems alimentarios de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio. Sección merluza de tres aletas

Se analizaron un total de 108 estómagos con contenido para toda el área estudiada, los que representan el 17% del total analizado.

5.7.1 Alimentación de *Micromesistius australis* en el espacio y tiempo estudiado

Para el área total, la merluza de tres aletas basó su alimentación en restos de peces (**Tabla 43**). En todas las combinaciones de estudio: sexos, tamaños y profundidades, los restos de los peces dominaron con sobre el 90% de IIR, dando cuenta del reducido espectro trófico de la merluza de tres aletas.

5.7.2 Alimentación de *Micromesistius australis* por sexo

a) Hembras

La alimentación de las hembras de *M. australis*, para toda el área y tiempo estudiado (**Tabla 44**) se basa numéricamente en que el alimento más importante corresponde a restos de peces con 76,39%. En cuanto al análisis de la alimentación por frecuencia de ocurrencia, las hembras demostraron que los restos de peces fue lo más importante en cuanto al alimento con 76,39%. Con relación al peso de las presas, nuevamente los restos de peces fueron el alimento principal con 86,15%. El análisis del IIR indica claramente que los restos de peces son el alimento principal con 97,5%, el resto de las presas encontradas se encuentran representadas con valores bajo el 1%.

b) Machos

Los machos de *M. australis* (**Tabla 45**) se alimentan en número principalmente de restos de peces con 78,57%. En cuanto a la frecuencia de ocurrencia, para los machos de merluza de tres aletas, los restos de peces se presentaron como el alimento más importante con 78,57%. En el caso del método por peso, nuevamente los restos de peces son el alimento más importante con un 85,33%. El IIR para los machos de merluza de tres aletas revela la importancia de los peces con 97,87%.

5.7.3 Alimentación de *Micromesistius australis* por tallas:

a) Clase de talla I: < 50 cm

La alimentación, como lo muestra la **Tabla 46**, se basó principalmente en restos de peces con 97% de IIR. Aunque el número de estómagos es insuficiente, de alguna manera reflejaría la especificidad en la alimentación de la merluza de tres aletas para este grupo de tallas menores en donde la alimentación estaría balanceada en este ítem.

b) Clase de talla II: > 50 cm

Los individuos pertenecientes a este rango de tallas presentaron una alimentación basada principalmente en peces (**Tabla 47**), los restos de peces son el alimento principal con 98,7% IIR. Siguiendo el análisis estadístico de Kruskal-Wallis, no mostró diferencias estadísticas entre los tamaños con ($p > 0,05$) lo que refleja una alimentación similar.

5.7.4 Alimentación de *Micromesistius australis* por profundidad en el área total

Estrato I ≤ 300 m

De acuerdo al %IIR, la **Tabla 48** demuestra que los restos de peces fueron el alimento que domina con 97,95%.

Estrato II > 300 m

La alimentación para esta profundidad en términos del %IIR indica que la merluza de cola fue el alimento principal para este estrato con 99,59% (**Tabla 49**).

El análisis estadístico de Kruskal-Wallis, no mostró diferencias estadísticas entre los estratos de profundidades con ($p > 0,05$).

5.7.5 Isotopos estables (SIA)

De los 293 tejidos analizados para la estabilidad isotópica de las tres especies en estudio, se desprende que 152 correspondieron a predadores divididos en: *Merluccius australis* (58), *Macruronus magellanicus* (44) y *Micromesistius australis* (50). Los “drifts” y los estándar de referencias mostraron absoluta congruencia en sus relaciones, estableciendo una precisión de la lectura. Por otra parte, se analizaron 141 tejidos de presas encontradas en los estómagos de las merluzas, la extracción y corrección de lípidos resultó mínima. El resumen de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ se resume en la **Tabla 50**, así como el número de tejidos por especie. De ella, se desprende que la merluza austral muestra los valores más altos de $\delta^{15}\text{N}$ (17,12). Por otro lado, los valores bajos corresponden a langostinos y eufáusidos (~9,00).

La **Figura 68** muestra la distribución de los predadores y presas en el ecosistema austral, el cual ratifica a la merluza austral como el predador principal dentro de este sistema. Los valores de Carbono, muestran que las especies estudiadas tienen migraciones verticales dentro de la columna de agua, siendo los eufáusidos los que presentan este tipo de hábitos.

Según los resultados de los modelos de mezcla (**Fig. 69**), la merluza de tres aletas exhibió un espectro más generalista en comparación a la merluza austral y merluza de cola. Así, los eufáusidos mostraron el mayor porcentaje de contribución (0,7). En tanto camarones, cefalópodos y peces meso pelágicos pueden ser consumidos en orden mayor a 0,2.

5.8 Exploración entre latitudes 51°00'S a 53°00'S

La exploración entre las latitudes 51°00'S y 53°00'S se realizó entre el 22 y 24 de agosto en sentido sur-norte y en forma continua día-noche, realizándose 13 transectas y 5 lances de pesca (**Fig. 70**).

Los resultados no entregaron evidencia de posibles zonas de concentración para el desove, ya que se detectaron bajas densidades de las tres especies objetivo, lo que se refleja en las capturas realizadas en los 5 lances efectuados (**Tabla 51**).

Merluza de cola presentó mayor valor de biomasa y abundancia con 1.681 t y 3,3 millones de individuos, merluza del sur presentó una biomasa de 645 t y una abundancia de 238 mil individuos, finalmente merluza de tres aletas presentó una biomasa de 474 t y una abundancia de 1,73 millones de ejemplares (**Tabla 52**). Estos resultados reflejan una zona con bajas densidades de estas especies al considerar que el área prospectada alcanzó las 1.450 mn², tampoco se registró evidencia de desove en la zona y período explorado.

5.9 Talleres

5.9.1 Taller de Coordinación

De acuerdo a las bases administrativas del proyecto, se realizó el taller de coordinación con la finalidad de presentar el plan de trabajo, metodologías y procedimientos relevantes para fines del estudio. Este taller se realizó el lunes 28 de julio del 2014 en el Auditorio "*Marcos Espejo Vidal*" del Instituto de Fomento Pesquero. La lista de asistentes se presenta a continuación:



TALLER DE COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES

"EVALUACIÓN DEL STOCK DESOVANTE DE MERLUZA DEL SUR, MERLUZA DE COLA Y MERLUZA DE TRES ALETAS, EN LAS AGUAS EXTERIORES ENTRE LA X Y XII REGIONES"

Lunes 28 de julio de 2014, Auditorio "Marcos Espejo Vidal"

LISTADO DE ASISTENTES

	NOMBRE	INSTITUCION A LA QUE PERTENECE	FIRMA
1	Carla Falcón	Minicon	
2	Luis Flores V	SUBPESCA	
3	ALVARO SAAVEDRA G	IFOP	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

5.9.2 Taller de Presentación y Discusión de resultados

De acuerdo a las bases administrativas del proyecto se realizó el taller de presentación y discusión de resultados, el que tuvo lugar en Valparaíso en el auditorium "Marcos Espejo Vidal" del Instituto de Fomento Pesquero, el día martes 17 de marzo del 2015. La asistencia al taller estuvo constituida por personas pertenecientes al entorno del sector pesquero industrial, científicos y técnicos relacionados con el tema, integrantes del comité científico de la PDA, profesionales sectorialistas de la contraparte técnica y encargados de la administración de estas pesquerías. El programa que se desarrolló en esa oportunidad, la lista de participantes y las principales observaciones y comentarios se presenta a continuación:



Taller de entrega de Resultados ☒

Proyecto:

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



Valparaíso, Martes 17 de marzo de 2015.

Lugar: Auditorium "Marcos Espejo Vidal" IFOP - Almte. M. Blanco Encalada 839, Valparaíso.

10:00 - 10:10	Bienvenida a los asistentes. Antecedentes del proyecto y crucero de evaluación. <i>Álvaro Saavedra G., Jefe de Proyecto IFOP.</i>	11:55 - 12:40	Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez fecundidad de merluza de cola, merluza de sur y merluza de tres aletas. <i>Fernando Balbontín C., Investigador UV y Eduardo Díaz R. Investigador IFOP.</i>
	Metodologías y Resultados del proyecto:	12:40 - 13:10	Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas en el área de estudio. <i>Sebastián López K., Investigador UNAB.</i>
10:10 - 10:25	Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas. <i>Álvaro Saavedra G., Investigador IFOP.</i>	13:10	Discusión de resultados
10:25 - 10:50	Biomasa y distribución de merluza de cola y merluza del sur <i>Sergio Lillo V. Investigador IFOP.</i>	13:30	Cierre Taller
10:50 - 11:15	Composición de tallas y proporción sexual de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas. <i>Renato Céspedes M. Investigador IFOP.</i>		
11:15	Coffe-Break		
11:25 - 11:55	Composición de edad de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas. <i>Vilma Ojeda C. Investigadora IFOP.</i>		



Merluza de cola



Merluza de tres aletas



Merluza del sur





Taller de entrega de Resultados ☒

Proyecto:

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



N°	Nombre	Mail	Institución	Firma
01	Blanca E. Molina	b.molinaburgos@vanderbell.cl	U. Andrés Bello	[Signature]
02	Rene A. Vargas S.	rene.vargas@ifop.cl	IFOP	[Signature]
03	EDUARDO DÍAZ R	EDUARDO.DIAZ@ifop.cl	IFOP	[Signature]
04	Pamela Grueze	pamela.grueze@ifop.cl	IFOP	[Signature]
05	Fernando Balbontin	fernando.balbontin@uv.cl	U. de Valpo.	[Signature]
06	Reneo Cepeda	reneo.cepeda@ifop.cl	IFOP	[Signature]
07	José Segue D.	josé.segue@ifop.cl	IFOP	[Signature]
08	Esteban Muñoz	esteban.muñoz@ifop.cl	IFOP	[Signature]
09	Diego Rivas	drivas@subpesca.cl	SSPB-UPSP	[Signature]
10	Luis Adasur	luis.adasur@ifop.cl	IFOP	[Signature]
11	Carla Folco	cfolco@economia.cl	Minecon	[Signature]
12	Valma Ojeda C	valma.ojeda@ifop.cl	IFOP	[Signature]
13	Francisco Contreras	francisco.contreras@ifop.cl	IFOP	[Signature]
14	Igoris Paya	igoris.paya@ifop.cl	IFOP	[Signature]
15	Andrea Moscoso	amoscoso@unab.cl	U. Andrés Bello	[Signature]

Valparaíso, Martes 17 de marzo de 2015.

Lugar: Auditorium "Marcos Espejo Vidal" IFOP Alameda M. Blanco Encalada 839, Valparaíso.

www.ifop.cl



Taller de entrega de Resultados ☒

Proyecto:

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



Merluza de cola



Merluza del sur



Merluza de tres aletas

Nº	Nombre	Mail	Institución	Firma
16	Rodrigo Plenero Melhué	RODRIGO6644@GMAIL.COM	UNAB	
17	Emilio Zúñiga Ballarín	emilio.v.p.111@gmail.com	UNAB	
18	Camila Ahumada	maamipura@hotmail.com	UNAB	
19	Mauricio Zúñiga	MAUR.ZUNIGA@VANDUVALLO.EDU	UNA A	
20	Valeria Canajal	valeria.canajal@fipes.cl	FIPES	
21	Patricia Ruiz	pruiz@cepes.cl	CEPES	
22	Sarah Hoff	shopf@cepes.cl	CEPES	
23	Gonzalo Guerrero H.	ggarrido@subpesc.cl	Subpesc	
24	Seb. Lopez Hinoj	slopez@UNAB.cl	UNAB	
25	Zaida Young		IFOP	
26	Cristian Urbina	cristian.urbina@ifop.cl	IFOP	
27	Juan Alvarado C		IFOP	
28	Sergio Lillo	Sergio.Lillo@ifop.cl	IFOP	
29	Lorenzo Flores	lflores@subpesc.cl	Subpesc	
30	Aurora Guerrero	aguerreno@subpesc.cl	SSP A	



Valparaíso, Martes 17 de marzo de 2015.

Lugar: Auditorium "Marcos Espejo Vidal" IFOP Alameda M. Blanco Encalada 839, Valparaíso.

www.ifop.cl



Taller de entrega de Resultados ☒

Proyecto:

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



Merluza de cola



Merluza del sur



Merluza de tres aletas

Nº	Nombre	Mail	Institución	Firma
31	ANDRES FERRA	aferrad@cepes.cl	CEPES	
32	ALVARO SAAVEDRA	—	IFOP	
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				



Valparaíso, Martes 17 de marzo de 2015.

Lugar: Auditorium "Marcos Espejo Vidal" IFOP Alameda M. Blanco Encalada 839, Valparaíso.

www.ifop.cl

Un resumen de los principales comentarios, observaciones, consultas y respuestas se expone a continuación:

- **Estimación de abundancia y biomasa de merluza de tres aletas**

Las principales observaciones se refirieron a la entrada tardía del recurso observada por tercer año consecutivo y a la estrategia utilizada, la cual consistió en detener la prospección y dirigirse al sur del área para realizar el crucero de sur a norte en forma continua, evitando de esta manera la ventana temporal generada en cruceros anteriores en que se re-prospectaba la zona de desove aproximadamente 10 días después de la primera prospección en el área

Se consultó respecto a, si son comparables las prospecciones realizadas en barcos pesqueros y éstas últimas realizadas en un buque de investigación, más moderno, a lo que se responde que son absolutamente comparables debido a que los equipos hidroacústicos utilizados, los parámetros de trabajo, el tipo de muestreo, la cobertura espacial, son los mismos, e incluso el diseño de la red actual fue modelada de acuerdo las redes que operan en las plataformas pesqueras.

Fue de interés conocer, si el cambio de estrategia en la prospección (navegación desde sur a norte), sirvió para observar el paso de grandes agregaciones de merluza de tres aletas, las cuales pudieron estar dirigiéndose a la zona del golfo de Penas. A lo cual la respuesta fue negativa, pues se estima que el pulso migratorio de la especie, navega por una zona más alejada de la plataforma continental, sector hasta donde no cubren las transectas acústicas.

Respecto a la recomendación del año anterior, cuando se propuso “*verificar la hipótesis de un stock residente en las zonas evaluadas, extendiendo la operación al sur de los 51°00'LS*”. Los resultados de esta prospección arrojaron bajos valores de densidad de las tres especies en estudio, no detectándose zonas de desove, por lo que en términos de investigación e información fue positivo, pero no así en términos de evaluación.

- **Estimación de abundancia y biomasa de merluza del sur y merluza de cola**

Al igual que para el estudio realizado el año 2013, los principales comentarios y observaciones se refirieron a la importante presencia de ejemplares juveniles observados en las estimaciones de abundancia de merluza de cola los últimos años, lo que ha generado una disminución en los pesos promedio a partir del 2008 en adelante, consultándose si existe alguna hipótesis respecto a este efecto en la población. Al respecto hay hipótesis que plantean un intercambio espacial, en donde los ejemplares juveniles ocuparían la zona que han dejado ejemplares de mayor tamaño, o quizás producirse una diferenciación entre ejemplares de aguas interiores y aguas exteriores de la zona.

De esta segunda hipótesis, nace una recomendación que indica que se requiere un estudio específico para merluza de cola en mar Interior, lo que permita conocer como es el movimiento y

aporte, del mar interior al mar exterior. En respuesta a esto último el Sr. Darío Rivas (SSPA), informa que, se tiene considerado en el marco de los proyectos FIP para el 2016, el estudio de la estructura poblacional de merluza de cola, con un enfoque para determinar si hay sub-poblaciones de esta especie. Menciona que ese proyecto quedó establecido después de conocer los resultados que obtuvo el Sr. Edwin Niklitschek, en un estudio de microquímica de los otolitos de este recurso en diferentes áreas.

Respecto a merluza austral se consulta si se ve una recuperación del recurso en términos comerciales al observar su condición actual, a lo cual se responde que no se observa una tendencia importante a la mejora en el corto plazo, solo se observa una estabilización en las estimaciones de biomasa los últimos años

- **Ítem reproductivo**

Se consultó respecto a la variación en el tiempo de la talla media de madurez sexual en merluza de cola, a lo que se respondió que se distingue un primer período (1996) con estimaciones de talla de primera madurez alrededor de los 55 cm LT; un segundo período desde aprox. el 2006, con talla media de madurez cercana a los 46 cm LT y una estructura bimodal en la distribución de las hembras maduras, que se puede interpretar como la existencia de dos grupos de peces en el área de estudio y que presentarían diferentes tallas media de madurez.

También fue de interés conocer si, existe algún proceso ambiental que se pueda relacionar con cambios en los stocks de peces. A lo cual se respondió que, en aguas interiores se produjo un cambio en el ictioplancton, en 1995 donde se encontró un predominio de huevos y larvas de merluza del sur y merluza de cola, lo cual pudiese estar relacionado con que, 10 años después se observó un predominio de larvas de pequeños pelágicos; sugiriendo condiciones favorables para el ictioplancton con una presencia de al menos 10 años.

Al presentar los resultados de la prospección en la zona que comprende al Crucero III, llamó la atención que los individuos de merluza del sur observados se encontraron todos inmaduros o en regresión.

- **Ítem alimentario**

Este año en comparación con el anterior se incorporó el análisis de isótopos estables en la metodología de trabajo, lo cual fue muy valorado por la audiencia, puesto que se pudo conocer con mayor certeza el comportamiento alimenticio de las tres especies de merluzas estudiadas en el presente proyecto, durante el tiempo.

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este Crucero y por tercera vez consecutiva en la serie de cruceros de evaluación 2001-2014, se detectó el foco principal de desove con un desfase de aproximadamente 12 días respecto a los cruceros anteriores, debiendo realizar una re-prospección en la zona principal de desove ubicado en el límite norte del área, esta re-prospección se realizó entre fines de agosto y principio de septiembre, situación similar a los dos años anteriores.

El crucero se inició en la fecha adecuada de acuerdo a los antecedentes históricos referidos a la entrada del recurso, los que dan cuenta normalmente de una mayor concentración de éste en la segunda quincena de agosto. Aún cuando se detectó una pequeña concentración del recurso al norte del área, éste no presentaba las características observadas históricamente en merluza de tres aletas en su momento de desove masivo, esto es, altas concentraciones en un sector reducido de área. Debido a lo anterior y considerando el escenario de operación, se decidió detener la prospección, navegar directo al sur e iniciar el crucero de sur a norte. Esto permitió por una parte, realizar una prospección completa y continua del área de estudio, sin ventanas temporales, y a la vez poder realizar una re-prospección de la zona norte que fue inicialmente prospectada. Esta operación dio cuenta de un aumento en la zona prospectada al inicio (denominada zona 1) de 3.500 t a casi 34.000 t en la misma zona, esta vez denominada zona R.

El estimado total de biomasa, se consideró sumando los resultados de las zonas que fueron prospectadas en forma continua, tanto espacial como temporalmente, es decir la zona 2 y la zona R. Dado que la prospección preliminar realizada en la zona 1 tiene un desfase temporal de 12 días con la re-prospección, se descartó de cualquier proceso posterior, sin dejar de aportar información respecto al aumento observado en la misma zona una vez que el recurso se concentra a desovar.

Bajo este punto de vista la biomasa estimada de merluza de tres aletas, considerando el método geoestadístico, alcanzó las 37.341 toneladas (CV=22,8%) y la abundancia alcanzó los 72,6 millones de individuos (CV=24,9%), obtenidos a partir de la relación talla-fuerza de blanco estimada por Lillo *et al.* (1996), utilizada en todas las evaluaciones anteriores ejecutadas por el IFOP, lo que permite comparar con un mismo criterio las fluctuaciones anuales de los estimados. En este contexto, el estimado de biomasa es un 33,1% menor al estimado del 2013 mientras que el estimado de abundancia es un 25,9% menor al 2013. En ambos casos se llega al menor nivel estimado en la serie 2001-2014

Los estimados de biomasa y abundancia final dan cuenta de un desgaste en el stock desovante en la serie de tiempo 2001-2014 (**Fig. 70**), independiente del carácter migratorio de este recurso, lo cual aumenta la incertidumbre, respecto si el momento de la fotografía fue el justo; las capturas de la flota industrial no llegan a completar la cuota de captura desde el año 2009, llegando el 2014 al menor desembarque desde que el recurso se encuentra en estado de plena explotación. A pesar de la

disminución de cuota a 14.400 t, tampoco se llega a completarla generando un escenario complicado en el estado del recurso.

Respecto a la distribución espacial del recurso, nuevamente se detectó en el límite norte del área de estudio, pero con un desfase de aproximadamente 12 días respecto a la serie histórica 2001-2011, los últimos tres años se ha observado el mismo comportamiento. La causa de esta entrada tardía es incierta y debiera ser motivo de análisis y estudios posteriores, el hecho es que algo está cambiando en el comportamiento del recurso. El año 2001 podría tener características similares (año de la mayor estimación de biomasa de la serie 2001-2014), considerando que el crucero se realizó entre el 29 de agosto y el 8 de septiembre, encontrándose el recurso en desove masivo en la zona centro-sur del área, lo que significaría que el desove no se habría iniciado la segunda quincena de agosto. Desgraciadamente los cruceros de prospección se deben planificar con antelación, utilizando los antecedentes históricos para disminuir la incertidumbre generada por el “timing”, no pudiendo tener un buque operativamente listo para zarpar apenas las señales biológicas del recurso así lo indiquen, además el tener que realizar este crucero a continuación del crucero de merluza de cola y merluza del sur, le quita independencia respecto al momento de inicio, debiendo ajustarse lo mejor posible con el período mas adecuado de las otras especies a fin de para administrar lo mejor posible la plataforma de trabajo. Si bien se esperaba esta entrada tardía este año, dada la continuidad entre un crucero y otro, además de compromisos posteriores del buque de investigación hacían imposible detener el crucero para poder comenzar la prospección con algún desfase, no obstante se intentó planificar lo mejor posible esta situación aplicando el plan de contingencia en caso que las señales indicaran nuevamente un retardo en la entrada del recurso.

Una alternativa a barajar para el próximo año es realizar el crucero de merluza de tres aletas con una plataforma diferente del primer crucero (orientado a merluza del sur y merluza de cola), ya que dados los compromisos del B/C Cabo de Hornos, éste no podría posponer la operación del crucero orientado a merluza de tres aletas, de tal forma de dejar una ventana de 10 días entre cruceros.

Respecto a la distribución, los últimos cuatro años se han caracterizado por presentar los centros de gravedad (CG) más al norte de toda la data histórica, anterior a eso la ubicación del CG de los cruceros efectuados durante la segunda quincena de agosto estuvieron cercanos al centro del área de estudio (2005 al 2009), mientras los efectuados la primera quincena de agosto ubican el CG mas orientado al norte del área (2002 y 2003) y aquellos efectuados a fines de agosto y primera quincena de septiembre ubican el CG, al sur del área de estudio (2001 y 2004). De este modo aún se mantiene la premisa de que agosto constituye la mejor época para realizar el crucero, puesto que se cubriría de mejor manera la fracción desovante del stock de merluza de tres aletas, sin embargo los últimos antecedentes indican que la última semana de agosto sería la fecha ideal.

Respecto a la relación de TS utilizada hay variadas relaciones de TS para *M. australis* y para *M. poutassou*, las cuales incrementarían la incertidumbre de los estimados considerando las limitantes y comentarios precautorios de utilización por parte de sus autores. El limitado rango de tallas que recomienda Pedersen *et al.* (2011) para la utilización de su estimado de TS impide utilizarla en el

caso chileno, considerando que el 99,7% de los individuos presentan tallas mayores al rango recomendado, así como las sobreestimaciones de hasta un 30% y subestimaciones de hasta un 75% en biomasa según las relaciones estimadas por Monstad (1992) y Godø *et al.* (2002) para *M. australis* y *M. poutassou*, respectivamente. El único estudio dirigido a estimar una relación para merluza de tres aletas chilena fue llevado a cabo por Lillo *et al.* (2006) el cual señala en su análisis que “los resultados de este estudio indican que utilizar la relación estimada para la merluza común (Lillo *et al.*, 1996) como las ahora estimadas entregan resultados que se podrían calificar como similares y se propone el uso de ambas en los futuros estudios de evaluación acústica de este recurso”. Lo anterior se corrobora al observar la **Fig. 71**, donde se observan las relaciones de TS nombradas y se aprecia que las relaciones de Lillo *et al.* (1996) (utilizada históricamente) y la de Lillo *et al.* (2006) (utilizada comparativamente) transitan en un nivel intermedio entre las otras relaciones de TS.

La composición de talla de merluza de tres aletas registrada durante el año 2014 mantuvo la característica adulta, como se ha observado entre los años 2001 al 2013. Sin embargo, la presencia en el área de estudio de la fracción adulta migratoria con tallas superiores a 50 cm que caracterizó el proceso reproductivo durante la mejor condición de biomasa del recurso (Lillo *op cit.*, Lillo y Paillamán, 1995; Lillo y Céspedes, 1998) ha tendido a disminuir su presencia, dando el posible espacio para que las estructuras de tallas adultas entre los 34 y 49 cm tiendan a predominar y caracterizar la concentración durante la actividad reproductiva del recurso.

Esta caída de la fracción adulta (sobre los 50 cm) de un 70% en el 2001 a un 21% en el 2014, fracción que, al inicio de la pesquería, marcó el ingreso migratorio del recurso a aguas chilenas por el patrón reproductivo, podría estar explicando los cambios registrados durante el año 2012 y 2014, con una reducción de la concentración espacial y el cambio de temporalidad de dicha concentración; siendo esta situación concordante con la baja de abundancia y biomasa que ha registrado la fracción desovante del recurso hacia los últimos años (Saavedra *et al.*, 2012 y 2013; Contreras *et al.*, 2013). En contraste, un aumento gradual en la proporción de adultos de tallas menores entre 34 y 49 cm, la cual en el 2001 fue de 32% y pasó a 78% en el 2014; fracción que aporta al proceso de desove, pero que individualmente las hembras tendrían una menor fecundidad (Saavedra *et al.*, 2012 y 2013).

En el proceso reproductivo de esta especie en el año 2014, de forma similar que en el año 2013, en el área de mayor concentración y abundancia del recurso se registró una homogeneidad en la composición de talla del recurso en un área reducida por el lado norte del área de estudio; con predominio de una moda principal entre los 40 y 49 cm.

Respecto a la componente de edad de este recurso, históricamente se ha podido apreciar la fuerza de diferentes clases anuales, por ejemplo, en los trece años de crucero, la clase anual 98 (ca98) ha evolucionado desde pertenecer al GE III en el 2001, pasando por todas las edades hasta llegar al GE XI en el 2009, siendo un grupo que mantuvo su presencia en el área ya sea se haya registrado el crucero en plena época de desove ó se haya visitado la zona en períodos con clara presencia de post desove. Esto permite señalar la posibilidad de grupos de adultos jóvenes con sistemas de

migración diferente a los adultos mayores, que en períodos de post desove, como es el caso de los cruceros realizados en el 2004 y 2006, están ausentes en el área estudiada.

Las modas principales que se habían observado en el stock desovante 2013 como GE V y VI, se continúan observando en el stock desovante 2014 como GE VI y VII, respectivamente, con la particularidad de presentar una fuerte reducción en su abundancia, de un $\approx 50\%$ en cada grupo de edad. En los últimos años de la serie histórica, desde 2011 en adelante, se aprecia además que hay una clase fuerte (clase anual 2008) que se puede seguir marcadamente los cuatro últimos años de la serie, la cual en la actualidad se registra como GE VI.

Un hito importante en la estructura etaria del stock desovante 2014 es que aún cuando la abundancia del stock desovante en 2014 disminuyó en un 31%, dentro de esa disminución se tiene el aporte de una nueva clase anual que ingresa como principal dado su destacado aporte, GE IV (24%), clase anual 2010. Esta incorporación de clases anuales fuertes de peces más jóvenes se ha observado en años anteriores en la serie histórica del stock desovante en que se han integrado grupos de edad jóvenes como los son GE III ó GE IV.

Respecto a las clases anuales de peces jóvenes que se incorporan al stock desovante, existe en la serie histórica estudiada tres años en que se ha observado esta característica particular: la *ca98* que se incorporó como GE III en 2001 y su paso se apreció destacadamente hasta el año 2008, después del cual su intensidad disminuye; la *ca04* que se incorporó como GE IV el 2008 y su paso se apreció de forma destacada el 2009; y la *ca08* que se incorporó como GE III el 2011 y su paso se apreció de forma remarcada hasta el 2014.

El encontrar un stock desovante sostenido principalmente por GE más jóvenes y con una componente debilitada de la presencia de las clases anuales más adultas habla de un potencial mermado que afecta el estado del recurso. No obstante, se debe destacar que la presencia de edades más adultas no ha desaparecido totalmente, sino que es la proporción en el stock desovante la que ha cambiado en cuanto a su conformación en estructura de edades.

Si bien la abundancia de forma general ha disminuido, en su interior machos y hembras han sido afectados de modo diferente y una muestra de este aspecto se presenta con la proporción sexual de cada año que entregan los muestreos en el período de desove, siendo las hembras las que actualmente se presentan en menor número. Las razones de esto merece estudios específicos que puedan incorporar toda la información que permita comprender de mejor forma los procesos poblacionales, considerando los factores tecnológicos por parte de la actividad pesquera ó los factores poblacionales de respuesta y/o factores ambientales, los cuales debieran influir en diferente magnitud dando como resultante en la actualidad un stock desovante empobrecido.

Siendo la edad media un estimado que representa la estabilidad ó cambio que manifiesta el stock en una etapa de su vida, en merluza de tres aletas si bien hace una década el stock desovante presentaba por edad media $\approx 11 - 12$ años, en estos últimos años se presenta que este parámetro

para ambos sexos desciende aceleradamente, registrándose en el presente una edad media de ≈ 5 y 6 años en machos y hembras respectivamente, lo que lo constituye en un stock parental de composición principal de ejemplares jóvenes, los cuales en teoría presentan diferente calidad del huevo respecto de los ejemplares más adultos.

Como información adicional, la diferenciación sexual en este recurso y la estructura interna que conlleva, si bien ha estado planteado desde los primeros estudios de crecimiento de esta especie, ha sido considerado últimamente en las reuniones de Grupo Técnico que estudia este recurso y se aprecia que en sus recomendaciones, junto con el modelo actual de evaluación del stock que considera los sexos combinados, se ha mencionado la necesidad de explorar un modelo de evaluación de stock que incorpore información separada por sexo (Contreras *et al.*, 2014), lo que posibilitaría recoger de mejor manera en lo teórico las características naturales de esta población.

El análisis de los indicadores señaló que la merluza de tres aletas en el área prospectada se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, en fase de maduración avanzada y con alta incidencia de desove. Las hembras sexualmente activas correspondieron 94%, de las cuales, 52% evidenció desove activo, lo que representó 35% mayor a la incidencia de desove observada en el 2013 (17%) (Saavedra *et al.*, 2014). Estos resultados son concordantes con evaluaciones anteriores al recurso, en misma zona y periodo, donde se reporta la predominancia de ejemplares en condición reproductiva, con desoves masivos que se manifiestan entre mediados de agosto e inicio de septiembre (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004, 2005; Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014), hecho que señala la regularidad del proceso reproductivo de la merluza de tres aletas. Por su parte, antecedentes de esta especie en el Atlántico Sur indican el periodo de desove entre agosto y octubre, con un máximo en septiembre, pudiendo ocasionalmente prolongarse hasta noviembre (Sánchez *et al.*, 1986; Macchi y Pájaro; 1999; Pájaro y Macchi, 2001), lo que está acorde con las altas concentraciones de huevos en invierno y primavera (Ciechomski *et al.*, 1981; Ehrlich *et al.*, 1999). Respecto a aguas de Nueva Zelanda, la especie forma agregaciones desovantes en agosto y septiembre en áreas de plataforma de las Islas Bounty, Pukaki, Auckland y Campbell (Hanchet, 1999).

De acuerdo al análisis histológico por grupos de tamaños de las hembras, la actividad ovárica se manifestó notoriamente a partir del grupo 36 – 40 cm, mientras que los ejemplares de tamaños menores a 36 cm LT presentaron en su totalidad la condición de inmaduros, antecedentes que evidenciaron el rango de tamaños de transición a la madurez sexual.

Los ejemplares sexualmente activos, en las fases de madurez que presentaron mayor frecuencia, se observaron en toda el área de distribución de los lances, a profundidades referenciales en torno a 300 y 350 m en promedio las hembras en madurez avanzada, mientras que las hembras en desove (hidratadas y con folículos postovulatorios) presentaron un comportamiento más somero, principalmente entre 200 y 300 m en promedio referencial. Antecedentes al respecto, señalan a la merluza de tres aletas en migraciones reproductivas hacia aguas menos profundas, concentrándose en asociación con la plataforma y talud continental a profundidades de 200 – 300 m (Céspedes *et*

al., 1998). Por su parte, en el Atlántico la merluza presenta desoves al sur de las Islas Malvinas a profundidades cercanas a 200 m (Pájaro y Macchi, 2001). De acuerdo a Dunford y Macaulay (2006), al sur de Nueva Zelanda, la especie forma agregaciones desovantes a profundidades de 250 – 500m sobre la Plataforma Campbell y Bounty.

En el ajuste de la ojiva, si bien se contó con datos de madurez de un adecuado espectro de longitudes y grupos de edades, los ejemplares bajo los 40 cm y de GE menores a 4 años estuvieron débilmente representados en los lances, situación que se debe tener en cuenta en el estimado de madurez sexual a la talla/edad, debido a que corresponden a ejemplares virginales y de transición a la madurez sexual (rama izquierda de la curva). Al respecto, la escasa incidencia de juveniles en los lances es esperable por el hecho de que se está prospectando a la agregación reproductiva en su periodo y área de desove. Por su parte, Céspedes *et al.* (2011) señalan que la fracción juvenil no participa en el proceso migratorio de la componente adulta, presentando un patrón de distribución que podría diferir de los adultos.

Los estimados de talla de madurez de hembras de merluza de tres aletas a partir de evaluaciones entre los años 2001 y 2013, indican registros referenciales con ojivas que agruparon la información entre las campañas, esto debido a la dificultad de ajustar la ojiva por la escasa representatividad de tamaños medianos y pequeños, hecho que implicó las limitaciones que podría conllevar el mezclar distintos pulsos migratorios. No obstante, en las evaluaciones de 2008, 2009, 2011 y 2012 se logró contar con ojivas para cada año, aunque manteniendo la debilidad de los tamaños pequeños. En este estudio se entregó un estimado para los datos de la evaluación de 2014 y para los datos compilados de las evaluaciones 2001-2014, indicando un valor de 36,5 cm y 36,2 cm LT, respectivamente, los cuales se mantienen en el estrecho rango de los estimados de evaluaciones anteriores, con fluctuaciones principalmente entre 36,0 cm y 37,0 cm LT, y que correspondería a la plasticidad natural del parámetro (Saavedra *et al.*, 2014). Por su parte, registros para la especie en el Atlántico señalan en 35,6 cm (Perotta, 1982); en 38,0 cm (Sánchez *et al.*, 1986) y 37,8 cm (Pájaro y Macchi, 2001). Al respecto, Lisovenko *et al.* (1982), observaron que las hembras comenzaban a madurar a los 35,5 cm.

El estimado de la edad de madurez ($E_{50\%}$) fue 3,1 años (GE III), con intervalos de 2,5 y 3,5 años, valor que se ubica en el rango de los estimados en evaluaciones anteriores, los que fluctúan entre 2,9 (GE III) y 4,7 años (GE V) (Saavedra *et al.*, 2013), aún cuando los datos de madurez provienen de un análisis macroscópico. Al respecto, es importante destacar que el análisis histológico es preferible debido a que confiere mayor precisión en la clasificación de fases gonadales, particularmente en diferenciar la fase inmadura de aquella en regeneración (reposo), factor clave para no sub o sobreestimar el parámetro de madurez (Leal y Díaz, 2012).

La merluza de tres aletas es un desovador parcial con fecundidad anual determinada, cuya fecundidad total estaría constituida por 4 o 5 generaciones de ovocitos a ser desovados en tandas parciales en un breve lapso de tiempo (Sánchez *et al.*, 1986).

El estimado de fecundidad total promedio de este año fue el más bajo de la serie de evaluaciones, con diferencias de 45% y 49% menor respecto a los estimados en el 2013 y 2012, respectivamente (Saavedra *et al.*, 2014). Al respecto, se observaron diferencias significativas en los promedios a partir de evaluaciones 2001 – 2014 ($p < 0,05$), donde los valores de fecundidad total como relativa de este año variaron significativamente de los últimos tres años ($p < 0,05$).

Los resultados descriptivos de la composición faunística del presente crucero, muestran que merluza cola se presentó como la principal especie capturada durante el período de estudio, seguida en importancia por merluza de tres aletas, y merluza del sur, las especies restantes que conforman la fauna acompañante, presentan una participación bastante escasa; sumadas todas ellas presentan una participación tan solo del 0,51 % del total, considerando el área total, valor muy bajo comparado con años anteriores.

Al analizar el área de estudio por zonas, la composición faunística es dominada por las tres especies de merluzas que encontramos en esta zona, sin embargo merluza de cola es la especie más abundante y más representada en las cuatro zonas en las cuales se ha dividido este crucero, seguida en importancia por merluza de tres aletas, y merluza del sur. Respecto a la distribución de merluza de tres aletas, esta se concentró en las subzonas más septentrionales, la zona 1 (Taitao), y la zona R (zona de Re-prospección). Observándose en porcentajes mayores a 35%, en ambas zonas, manteniéndose con ello la alta presencia de esta especie en la zona del golfo de Penas, área donde se concentra el mayor foco reproductivo.

El análisis de la fauna acompañante por veril en el presente crucero, muestra que la merluza de tres aletas se capturó con mayor frecuencia en el veril 1 (100-150 m), veril 5 (301-350 m) y veril 6 (351-400 m). De esta forma se observa que en el primer veril, el comportamiento de merluza de tres aletas y merluza de cola, fue frecuente y abundante, pues entre las dos especies, representan el 98,49%, de la participación por especies en la captura total del primer veril. Por el contrario, en los veriles 5 y 6 se observó una mayor asociación con merluza del sur, especie de un comportamiento claramente más demersal.

En relación con los análisis de clasificación, estos muestran que estas asociaciones estarían fuertemente influenciadas por la presencia de merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza del sur, en casi la totalidad de los lances de identificación, pero a diferencia de los cruceros anteriores, este año se observó una mayor riqueza de especies, que lo observado el año anterior.

Los resultados obtenidos del análisis de clasificación para los datos históricos (cruceros 2001-2014), muestran claramente el dominio de las tres especies de merluzas por sobre el resto de las especies recurrentes, donde las diferencias están dadas, por los niveles de participación de estas especies recurrentes en los primeros años, época en que existía mayor abundancia de merluzas, pero menor riqueza de especies, situación contraria a lo observado en este crucero y los años anteriores, donde se puede observar mayor riqueza de especies pero en niveles de participación menor que en los primeros años de la serie de tiempo. Lo mismo se apreció al analizar el periodo histórico por zonas y

veril, en donde los grupos manifestaron el mismo comportamiento. De esta manera, el análisis de ordenación es concordante con la alta influencia de las tres merluzas, estableciéndose como los componentes faunísticos principales en la zona de estudio, tanto por zona como por veril.

Lo anterior pone en evidencia que, las tres especies de merluza son una condición permanente de la composición de fauna en el área de estudio, lo cual corrobora lo descrito por *Lillo et al.* (2002) quienes describen a merluza de tres aletas como una especie que conforma agregaciones casi monoespecíficas. Sin embargo, otras especies incidentales también han ganado importancia, pero de forma secundaria, pues cambian su aporte entre cruceros, e incluso hay años en que no se observan, pudiendo deberse ese aumento o disminución de algunas de ellas a cambios en las condiciones ambientales o en la presión de pesca, pues como se conoce, la flota de la pesquería demersal austral, opera mayoritariamente sobre tres recursos específicos, merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas, esta última en un periodo muy reducido de tiempo, por lo que altas o bajas capturas anuales, en la pesca de merluza de cola o merluza del sur, podrían provocar cambios interanuales en la importancia o aporte de ellas como fauna acompañante de merluza de tres aletas, sin embargo la tendencia de estos últimos años, es a la aparición de nuevas especies como mictófidis, tollo de cachos, calamar y pejegallo, las cuales no se encontraban en los registros de años anteriores a 2011.

De manera general, y pese a que su importancia y aporte tiene variaciones interanuales, la tendencia es a que las tres especies de merluzas observadas en la zona, mantienen una alta jerarquía sobre las demás especies de la fauna acompañante.

Se destaca también, la influencia que pudiese estar generando el cambio de embarcación en este estudio, además de la red que se utilizó para este mismo, la cual, si bien, posee las mismas características técnicas, es de menor tamaño, que las usadas en años anteriores al 2013, lo cual podría estar generando un efecto de selectividad, no esperado.

Las agregaciones de merluza de tres aletas como es característico, morfométricamente, mantienen la tendencia a formar agregaciones alargadas tipo estrato con valores altos en su relación de aspecto largo/alto. Por otro lado también se confirma la tendencia a la baja en los valores de los descriptores morfométricos observada a partir del 2005, el decremento observado este año respecto al 2013 en todas las variables morfométricas, las ubica por debajo del promedio de la serie 2001-2013, esto, asociado a la disminución en el s_A promedio y en el número de observaciones, mas las bajas consecutivas en los estimados de biomasa y abundancia reflejan un estado delicado del recurso.

La alimentación de la merluza de tres aletas, para la época y zonas comprendidas en este estudio no es diferente a la que han sido encontrada por anteriores autores (*Córdova et al.*, 2003; *Lillo et al.*, 2002; *Lillo et al.*, 2004; *Saavedra et al.*, 2007; *Saavedra et al.*, 2008; *Saavedra et al.*, 2009 y *Saavedra et al.*, 2010), al menos en lo relacionado con los grupos mayores de presas. Sin embargo, difiere con el estudio realizado anteriormente por este laboratorio, en donde la importancia fue

constituida por los pequeños peces Myctophidae. En tanto, el presente estudio da cuenta para toda el área, por profundidad, por tallas y por sexos, la importancia que tiene el grupo de los crustáceos en la alimentación de la merluza de tres aletas en la época estudiada. Del mismo modo, los gráficos señalan la importancia este grupo, principalmente *Euphausia* spp. Los peces, principalmente de la familia Myctophidae, aparecen en ésta oportunidad como presas secundarias, lo que puede reflejar diferencias con lo señalado con algunos informes ya mencionados. La importancia de los crustáceos euphausidos se manifiesta en este estudio aún cuando la mitad de los estómagos analizados estuvieron vacíos. Al igual que en investigaciones anteriores realizadas por el laboratorio de biología marina de la UNAB, la cantidad de estómagos vacíos es también bastante alta, con casi el 85% de las muestras completamente vacíos; una rápida revisión indica que los lances realizados ocurren cercanos al crepúsculo, en la noche o bien temprano en la mañana. Lo anterior sería un punto a tener en consideración a fin de cruzar los datos de los lances con la cantidad de estómagos con y sin contenidos. Se recomienda para futuras investigaciones sobre ecología trófica y alimentación de merluza de tres aletas utilizar la técnica de isótopos estables, el cual provee de una mayor precisión de la dieta de cualquier predador. Finalmente, los taxa presentes en el espectro trófico de la merluza de tres aletas, nos estaría indicando una cierta amplitud en su alimentación, y por lo tanto, podríamos inferir una alimentación eurifágica.

7. CONCLUSIONES

- Se estimó una biomasa total para merluza de tres aletas de 37.341 toneladas, mediante el método Geoestadístico con un intervalo de confianza entre 23.310 y 51.372 toneladas.
- La abundancia del stock de merluza tres aletas se estimó en 72,645 millones de individuos con un intervalo de confianza entre 41,60 y 103,69 millones de ejemplares.
- Los resultados implican una disminución del 33,1% en la biomasa y una disminución del 25,9% en la abundancia de merluza de tres aletas respecto al año anterior
- El recurso presentó una distribución asociada al borde de la plataforma y talud continental. El centro de gravedad latitudinal del stock evaluado se ubicó en la latitud 47°13'S. con una distribución agregada en una estrecha franja longitudinal, representada por un índice de Gini igual a 0,98.
- La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 46 cm, predominio de los machos (63%) respecto de las hembras, y escasa presencia de juveniles (1% < 35 cm).
- La estructura de talla del 2014 registró una moda principal de adultos entre los 40.49 cm .
- En los años de estudio del 2001 al 2014 se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (66% en el 2001 a 21% en el 2014), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (32% en el 2001 a 78% en el 2014).
- Las relaciones peso-longitud mostraron al recurso (machos y hembras) con valores teóricos de peso a la talla similares con respecto a lo observado en el año 2013 para el caso de peces menores a 40 cm, en cambio en los peces mayores a esta talla el peso se presentó levemente inferior, aun cuando están situados de forma intermedia respecto de los registros históricos de estas funciones
- Los grupos de edad en que el 50% de los individuos estaban maduros correspondieron a los 2,7 años en machos y 3,1 años en hembras.
- Las edades medias en ambos sexos han descendido notablemente, registrándose en el presente una edad media del stock desovante de ≈ 5 y 6 años en machos y hembras respectivamente.
- Merluza de tres aletas presenta una estructura por grupos de edad compuesta de numerosos grupos con diferente fuerza ó participación en el soporte de la estructura. Los grupos modales se han acentuado hacia edades menores, correspondientes a adultos más jóvenes que los que se presentaba hace una década atrás, lo que deja en evidencia un stock desovante deteriorado.

- Merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, en fase de maduración avanzada y con alta incidencia de desove.
- La talla de madurez (L50%) de las hembras para los datos de 2014 fue 36,5 cm LT (33,8 cm – 38,3 cm), mientras que el ajuste referencial que considera la información agrupada entre evaluaciones 2001 – 2014 indicó el estimado en 36,2 cm LT (35,7 cm – 36,6 cm).
- El ajuste de la ojiva de madurez al grupo de edad de las hembras indicó el estimado de edad media de madurez (E50%) en 3,1 años (2,5 años – 3,5 años).
- El potencial de fecundidad total promedio fue 203.332 ovocitos y la fecundidad relativa promedio de 234 ovocitos, valores 45% y 42% menor respecto al promedio de 2013, respectivamente.
- Las especies dominantes en la composición faunística de la zona demersal sur austral son las tres especies de merluza observadas. Las demás especies de fauna acompañante no logran tener una importancia mayor a merluza de tres aletas, merluza de cola y merluza del sur.
- El análisis de clasificación (Cluster), como el método de ordenación (“NMDS”), fueron concordantes, manifestando la gran importancia de las tres merluzas como los componentes faunísticos principales del ecosistema evaluado.
- La zona de repospección presentó baja riqueza de especies, observándose casi en su totalidad merluza de tres aletas, corroborando así la monoespecificidad de los cardúmenes que esta especie genera.
- El recurso detectado en la zona R presentó notorias diferencias en su densidad acústica con el resto de las zonas, especialmente al comparar las densidades observadas en la misma zona 10 días antes
- Los taxa presentes en el espectro trófico de la merluza de tres aletas, nos estaría indicando una cierta amplitud en su alimentación, y por lo tanto, podríamos inferir una alimentación eurifágica
- Ésta especie de merluza no presenta diferencias significativas en la composición de la dieta entre ejemplares a diferentes tallas o estratos de profundidad para toda el área y tiempo estudiados.
- No se detectaron concentraciones importantes de los recursos objetivos al sur del paralelo 51°S, sólo presencia de éstos en bajas densidades.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, P. Haye, R. León, G. Martínez y S. Neira. 2004. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2004. Informe final. Proyecto FIP N° 2004-11, 405 pp.
- Arancibia, H. 1988. Cluster analysis: the use of a simple statistical method in the identification of groups. ICES, C.M.ID: 12 Statistics Cttee., Ref. Demersal Fish Cttee., 18 pp.
- Arkhipkin A., P. Schuchert and L. Danyushevsky. 2008. Otolith chemistry reveals fine population structure and close affinity to the Pacific and Atlantic oceanic spawning grounds in the migratory southern blue whiting (*Micromesistius australis australis*) Fisheries Research. Volume 96 pages 188-194.
- Avilés, S., M. Aguayo. 1979. Merluza común. En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Ifop-Corfo. AP-79-18.
- Balbontín, F. y S. Lillo. 1999. Madurez sexual y talla de primera madurez en hembras de la merluza de tres aletas en el sur de Chile. XIX Congreso de Ciencias del Mar, Antofagasta, mayo de 1999, pág. 70 (Libro de Resúmenes).
- Barbieri, M. A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, M.G. Böhm, J. L. Blanco, E. Yáñez, V. Catasti, H. Robotham, H. Arancibia, O. Guzmán y F. Gerlotto. 1998. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (fase crucero metodológico).Informe Final FIP. IFOP.
- Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens*. Mar. Biol. 50: 263-273.
- Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21.
- Bradu, D. & Y. Mundlak. 1970. Estimation in lognormal linear models: J. Am. Stat. Assoc. 65: 198-211.
- Bray, J.R., and J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern. Wisconsin. Ecol. Monogr. 27:325-349.
- Céspedes R., L. Chong, V. Ojeda, L. Adasme, L. Muñoz, K. Hunt, L. Cid, M. Miranda y A. Villalón. 2011. Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura 2010. Actividad 2: Peces Demersales: Seguimiento Demersal y Aguas Profundas 2010. Sección III: Demersales Sur Austral. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero. 277 pp.

- Céspedes, R., L. Adasme, H. Reyes, M. Braun, E. Figueroa, V. Valenzuela, V. Ojeda y R. Roa. 1998. Identificación de áreas de reclutamiento de merluza del sur en la zona sur austral. Informe final IFOP (proyecto FIP), 145 p. (tablas y figuras).
- Céspedes, R., L. Adasme, L. Chong, V. Ojeda, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, y K. Hunt. 2007. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2006. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 198 p. (+ anexos).
- Ciechomski, J., M. Ehrlich, C. Lasta y R. Sánchez. 1981. Distribución de huevos y larvas de peces en el Mar Argentino y evaluación de los efectivos desovantes de anchoita y merluza. Contribución del INIDEP 383: 59-79.
- 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.
- Clifford, H.T. y W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Inc., London, 229p.
- Cohen, D. M., T. Inada, T. Iwamoto and N. Scialabba. 1990. Gadiform fishes of the world (order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO species catalogue. Vol. 10. FAO Fish. Synop. No. 125, v. 10: i-x + 1-442.
- Contreras, F., C. Canales y J. Quiroz. 2013. Informe Final Convenio "Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, Año 2013". Merluza de tres aletas, 2013. Ejecutor: IFOP - Requiriente: SUBPESCA.
- Córdova, J. y R. Céspedes. 1997. Pesca de investigación de la fluctuación interanual y comportamiento del recurso merluza de tres aletas. Informe final, IFOP, 34 p. (más tablas y figuras).
- Córdova, J., A. Saavedra, M. Espejo, V. Ojeda, L. Muñoz, L. Chong, R. Céspedes, L. Adasme, J. Oliva y E. Díaz. 2003. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas en su unidad de pesquería, año 2002. Informe final de proyecto FIP 2002-20.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, S. Lillo, 1998. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (161p)+ anexo figs.

- Cressie, N. 1991. Statistics for Spatial Data. John Wiley and Sons, Inc., New York, United States.
- Csirke, J. 1990. Los recursos pesqueros patagónicos y las pesquerías de altura en el Atlántico sudoccidental. FAO. Doc. Téc. de Pesca. 288.
- De Robertis, A. & K. Williams. 2008. Weight-Length Relationships in Fisheries Studies: The Standard Allometric Model Should be Applied with Caution. Transactions of the American Fisheries Society 137: 707 - 719.
- Dunford, A. J. y G. J. Macaulay. 2006. Progress in determining southern blue whiting (*Micromesistius australis*) target strength: results of swimbladder modelling. ICES Journal of Marine Science, 63: 952-955.
- Dunford, Adam 2005. Correcting echo-integration data for transducer motion (L), J Acoust. Soc. Am. 118 (4) 2121-2123.
- Ehrlich, M., R. Sánchez, J. Ciechomski, L. Machinandiaarena y M. Pájaro. 1999. Documento Científico INIDEP 5: 37-65.
- Foot K, G. 1987. Fish target strengths for use in echo-integrator surveys. J. Acoust. Soc. Am. 82, 981-7.
- Foot, K.; Knudsen, H.; Vestnes, G.; MacLennan, D. & Simmonds, J. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. ICES. Cooperative Research Report N° 144.
- Giakoni, I. 1992. Pesca exploratoria de recursos presentes en mediagua en el área comprendida entre los paralelos 47°-57° S. IFOP. 32 p.
- Godø, O., M. Heino, H. Søiland, J. Alvarez, M. Dahl, J. Lange, O. Gullaksen, Ø. Tangen and T. Torkelsen (2002). Blue Whiting Survey During Spring 2002. Rapport and working document. The Northern Pelagic and Blue Whiting Fisheries Working Group Vigo, Spain, 29 April-8 May 2002. ICES CM 2002/ACFM:19.
- Hanchet, S. 1999. Stock structure of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in New Zealand waters. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, Vol. 33: 599-609.
- Hansen, R., W. Modow & W. Huwitz. 1953. Sample Survey methods and theory. Volume I and II Methods and applications: John Wiley and sons. INC.
- Hayes, D. B., J. K. T. Brodziak, & J. B. O'Gorman. 1995. Efficiency and bias of estimators and sampling designs for determining length-weight relationships of fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 84 - 92.

- Hunter, J. y B. Macewicz. 1985. Measurements of spawning frequency in multiple spawning fishes. 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: 79-94.
- 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. In: 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.R. 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. En: R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report, NMFS 36: 63-65.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis – A review of methods and their application. Journal of Fish Biology, 17: 411-429.
- ICES, 2001. Report of the study group on target strength estimation in the Baltic Sea. CM 2001/B:02 Ref.: H.
- ICES. 1999. Methodology for target strength measurements (with special references to *in situ* techniques for fish and mikro-nekton). Ed. E Ona. ICES Cooperative Research Report No. 235. 59 pp.
- Kimura, D. 1977. Statistical assessment of the age - length key. J. Fish. Res. Board of Can. 34 : 317 - 324.
- Leal, E. y E. Díaz. 2012. Estimación de la Ojiva de Madurez Sexual en Jurel. Informe Final. Requiriente SUBPESCA.
- Lillo, S. y A. Paillamán. 1995. Selectividad en redes de arrastre de mediana utilizada en la captura de merluza de tres aletas. Informe final, IFOP, 22 pág (más figuras).
- Lillo, S. y R. Céspedes. 1998. Análisis de los procesos migratorios y biológicos del recurso merluza de tres aletas. Informe final. IFOP, 39 p.
- Lillo, S., A. Paillamán y B. Leiva, 1994. Pesca de investigación de merluza de cola y tres aletas al sur de los 47°S. Informe Final de Investigación para empresas Suribérica y American Seafoods.

- Lillo, S., A. Paillamán y S. Pino. 1993. Pesca de investigación de merluza de cola y merluza de tres aletas al sur del paralelo 47° S. Informe Final. Requirente SUBPESCA. IFOP, 65 pp.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, K. Hunt, H. Hidalgo, L. Muñoz, F. Balbontín, R. Bravo, R. Meléndez y Á. Saavedra. 2012. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en aguas exteriores de la X y XI regiones, año 2011. Proyecto FIP 2011-04. Informe final.
- Lillo, S., J. Córdova and A. Paillamán. 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES. J. of Mar. Sci. 53: 267-271.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, E. Díaz y A. Saavedra. 2005. Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza tres aletas en su unidad de pesquería, año 2004. Informe Final consolidado Proyecto FIP 2004-08, IFOP.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, E. Díaz, J. Oliva, L. Adasme y A. Saavedra. 2004. Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza tres aletas en su unidad de pesquería, año 2003. Informe Final FIP 2003-10, IFOP. p. + Anexo.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, E. Díaz, L. Adasme y A. Saavedra. 2004. Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas. En su unidad de pesquería, año 2003. Informe Final Proyecto FIP 2003-10, IFOP.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, E. Díaz, Y. Muñoz, A. Saavedra, J. Oliva y L. Adasme. 2002. Evaluación hidroacústica de merluza de tres aletas, 2001. Preinforme Final FIP 2001-20, IFOP. 72 p. + Anexo.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, L. Adasme y A. Saavedra. 2003. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza austral en aguas exteriores. Preinforme Final Proyecto FIP 2002-19, IFOP.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, J. Oliva, L. Adasme y A. Saavedra. 2002. Evaluación hidroacústica de merluza de tres aletas. Informe Final Proyecto FIP 2001-20, IFOP.
- Lillo, S., R. Céspedes, y M. Barbieri. 1999. Evaluación directa del stock desovante de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) y monitoreo de sus procesos biológicos y migratorios. Informe Final, IFOP, 48 pp. (+ Figuras).
- Lisovenko, L. A. Barabanov y V. Yefremenko. 1982. (new data on the reproduction of the "Souther Putassu", *Micromesistius australis* (Gadidae) from the Falkland-Patagonian zoogeographic region). Journal of Ichthyology 22(4): 55-67.

- Macchi, G. Y M. Pájaro. 1999. Features of the reproductive biology of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*). National Institute for Fisheries Research and Development (INIDEP). Documento Científico 5: 67-79.
- MacDonald, M. 2006. Systematic sampling in Ecology. PhD thesis. Depart. Of statistics and Biology. University of Auckland. 317 pp.
- Madirolas, A., E. Guerrero, R. Sánchez, L. Prenskey, M. Sabatini, M. Pájaro and L. Machindiarena. 1997. Acoustic, oceanographic and ichthyoplanton surveys on the spawning grounds of the austral blue whiting (*Micromesistius australis*), off southern patagonian, 1994-1996. ICES, CM 1997/Y: 26.
- Matheron, G. 1971. The theory of regionalized variables and its applications. Technical reports C-5, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Centre de Geoestatistique et de Morphologie Mathématique, Fontaine bleam (F). 211 p.
- Miranda, H. 1998. Dócima de heterogeneidad Generalizada. Documento Interno, IFOP.
- Mitson, R.B. (Ed.), 1995. Underwater Noise of Research Vessels: Review and Recommendations. ICES Coop. Res. Rep. No. 209, 61.
- Monstad, T., Borkin, I., y Ermolchev, V. 1992. Report of the joint Norwegian-Russian acoustic survey on blue whiting, spring 1992. ICES C:M: 1992/H: 6. 26 p.
- Myers, R. A., y N. G. Cadigan. 1995. Was an increase in natural mortality responsible for the collapse of northern cod? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 1274-1285.
- Nakamura, I. 1986 Important fishes trawled off Patagonia. Japan Marine Fishery Resource Center. Tokyo. Japan. 369 p.
- Niklitschek, E., C. Canales, S. Ferrada, R. Galleguillos, M. George-Nascimento, E. Hernández, C. Herranz, A. Lafon, R. Roa y P. Toledo. 2008. Unidades Poblacionales de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Informe Final FIP 2006-15. Universidad Austral de Chile (Centro Trapanada), Coyhaique. 101. (Documento en evaluación).
- Niklitschek, E., D. Secor, P. Toledo, A. Lafon, M. George-Nascimento. 2010. Segregation of SE Pacific and SW Atlantic southern blue whiting stocks: integrating evidence from complementary otolith microchemistry and parasite assemblage approaches. Environ Biol Fishes. Vol (89): 399-413.
- O' Driscoll, R. L. 2004. Estimating uncertainty associated with acoustic surveys of spawning hoki (*Macruronus novaezelandiae*) in Cook Strait, New Zealand. ICES Journal of Marine Science, 61:84-97.

- Ojeda V., L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2014. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas. En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2013. Actividad Demersal. Reg. 2014-I-11. SEC- IFOP.
- Ojeda y Miranda, 2008. Edad de merluza de tres aletas. En: Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2007. Proyecto FIP 2007-15.
- Ojeda, V. y L. Muñoz, 2008. Técnicas y metodologías de análisis de edad en recursos pesqueros chilenos. Serie 1 peces de importancia comercial. I.S.B.N. RPI N° 173096.
- Ojeda, V. y L. Muñoz, 2008. Técnicas y metodologías de análisis de edad en recursos pesqueros chilenos. Serie 1 peces de importancia comercial. I.S.B.N. RPI N° 173096.
- Ojeda, V., F. Cerna, J. Chong, M. Aguayo, I. Payá. 1998. Estudio de Crecimiento y construcción de claves talla edad de merluza de tres aletas y merluza de cola. FIP 97-15 - IFOP. 131p, 52 Fig. 53 tablas y anexo.
- Otero, H. 1977. Relación largo-peso y alimentación de la "polaca" (Gadidae, *Micromesistius australis* Norman 1937) del Atlántico sudoccidental. Physis (37): 13 – 23.
- Pájaro, M. Y G. Macchi. 2001. Spawning pattern, length at maturity, and fecundity of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the south-west Atlantic Ocean. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, Vol. 35: 375-385.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993. Plancton marino en aguas chilenas. Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Pedersen, G., O. Godø, E. Ona and G. y G. Macaulay 2011. A revised target strength – length estimate for blue withing (*Micromesistius poutassou*): implications for biomass estimates. – ICES Journal of Marine Science, 68: 2222-2228.
- Perotta, R.C. 1982. Distribución y estructura poblacional de la polaca (*Micromesistius australis*). Rev. Invest. Desarr. Pesq. Mar del Plata, (3): 35-50.
- Petitgas, P y A. Prampart 1995. EVA: A geostatistical software for structure characterization and variance computation. Institut Francais de Recherche scientifique pour le developement en cooperation. Editorial de l'Orstom. Paris, Francia. 106 pp.
- Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 p.
- Petitgas, P. y T. Lafont. 1997. EVA2 : Estimation variance. A geostatistical software on Windows 95 for the precision of fish stock assesment surveys. ICES CM 1997/Y: 22.

- Piennar L. and W. Ricker. 1968. Estimating mean weight from length statistic. *J. Fish. Res. Board of Can.* 25: 2743 - 2747.
- Pinkas, L. M. Olphant y I. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Calif. Dep. Fish and Game. Fish Bull.*, 152: 105 p.
- Pool, H., F. Balbontín, C. Montenegro, N. Cortes y M. Arriaza. 1997. Interacciones tróficas recursos demersales sur-austral. Informe final proyecto FIP 94-32. FIP-IFOP. 76 p.
- R Development Core Team. 2011. R: A Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing*. Vienna, Austria.
- Rencher, A. 1995. Methods of multivariate analysis. New York: Wiley. 627 pp.
- Retamal, M. 2000. Catálogo multimedia de los crustáceos decápodos de Chile. World Biodiversity Data Base ETI series.
- Ribeiro jr. P. y Diggle, P. 2001. geoR: A package for geostatistical analysis. *R News* 1(2), 14-18
- Ricker W. 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, N° 119.
- Rivoirad, J., J. Simmonds, K. G. Foote, P. Fernandes y N. Bez. 2000. Geostatistics for estimating Fish abundance. Blackwell science. 200 pp
- Roa R. y F. Tapia. 2000. Cohorts in space: geostatistical mapping of the age structure of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) population off central Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 196: 239-251 pp.
- 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
- Robotham, H. y J. Castillo. 1990. The bootstrap method; an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacustics techniques. *Rapp. P.-v. Reún. Cons. Int. Explor. Mer*, 189:421-424.
- Rose, G., Gauthier, S., y Lawson, G. 2000. Acoustic surveys in the full monte: simulating uncertainty. *Aquatic Living Resources*, 13: 367-372.
- Ryan, A. W., P. J. Smith, J. Mork. 2002. Genetic differentiation between the New Zealand and Falkland Islands populations of southern blue whiting *Micromesistius australis* *Journal of Marine and Freshwater Research*, 2002, Vol. 36: 637-643

- Saavedra A., J. Castillo, E. Niklitsckek and J. Saavedra-Nievas. 2012. Reducing uncertainty and bias in acoustic biomass estimations of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the southeastern Pacific: transducer motion effects upon acoustic attenuation. Latin American Journal of Aquatic Research. Vol 40(3):743-754, 2012.
- Saavedra, A., C. Lang, A. Barraza, J. Saavedra, R. Céspedes, V. Ojeda, L. Adasme, E. Díaz, R. Vargas, R. Meléndez. 2014. Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, año 2013. Pre-Informe Final. FIP 2013-13 Capítulo III– Merluza de tres aletas. Ejecutor: IFOP.
- Saavedra, A., C. Lang, R. Céspedes, V. Ojeda, L. Adasme, E. Díaz, R. Vargas, R. Meléndez. 2012. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2011. Informe final de proyecto FIP 2011-09. Ejecutor: IFOP (www.fip.cl/proyectos).
- Saavedra, A., C. Lang, R. Céspedes, V. Ojeda, L. Adasme, E. Díaz, R. Vargas, R. Meléndez. 2013. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2012. Informe final de proyecto FIP 2012-08. Ejecutor: IFOP (www.fip.cl/proyectos).
- Saavedra, A., R. Céspedes, L. Adasme, V. Ojeda, E. Díaz, E. Molina y P. Rojas. 2008. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2007. Informe final de proyecto FIP 2007-15. Ejecutor: IFOP (www.fip.cl/proyectos).
- Saavedra, A., R. Céspedes, L. Adasme, V. Ojeda, E. Díaz, M. San Martín y P. Rojas. 2010. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2009. Informe final de proyecto FIP 2009-11. Ejecutor: IFOP (www.fip.cl/proyectos).
- Saavedra, A., R. Céspedes, V. Ojeda, L. Adasme, E. Díaz, E. Molina y P. Rojas. 2009. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2008. Informe Final Proyecto FIP 2008-12, IFOP.
- Saavedra, A., V. Correa, R. Céspedes, V. Ojeda, E. Díaz, J. Oliva, P. Rojas y L. Adasme. 2006. Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas en su unidad de pesquería, año 2005. Informe Final Proyecto FIP 2005-06, IFOP.
- Saavedra, A., V. Correa, R. Céspedes, V. Ojeda, L. Adasme, E. Díaz, J. Oliva y P. Rojas. 2007. Evaluación hidroacústica stock parental merluza de tres aletas en su unidad de pesquería. Año 2005. Informe Final Corregido. Proyecto FIP N° 2005-06. IFOP. 203 p.
- Sánchez, R., J. Ciechowski y E. Acha. 1986. Estudios sobre la reproducción y fecundidad de la polaca (*Micromesistius australis* Norman, 1937) en el mar Argentino. Rev. Invest. Pesq., 6: 21-43.

- 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.
- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des especes pelagiques a partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospecificues. Thèse. Ecole doctorale des sciences de la mer.
- Scalabrin, C., y J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and tempopral distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour. 6: 269-283.
- Selman, K. y R. Wallace. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. Zoological Science. 6: 211-231.
- Semapesca, 1990, 1998, 2002, 2010. Anuario Estadístico de Pesca.
- Shotton, R. y Bazigos, J.P. 1984. Techniques and consideration in the design of acoustic survey. Rapp. P. V. Reún. Cons. Int. Explor. Mer. 184: 34-57.
- Simmonds J. y D. MacLennan 2005. Fisheries acoustic, second edition. Chapman & Hall, 379 pp.
- Simmonds, E. y R. Fryer. 1996. Which is better random or systematic acoustic surveys? A simulation using North Sea herring as an example. ICES J. mar. Sci., 53:285-298.
- Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 p.
- Simrad, 2003. Simrad ER60. Scientific echo sounder application. Operator manual. 165 pp.
- 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.
- Welch, D. and R. P. Foucher. 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length – at – maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45:333-343.
- Welch, D. y Foucher. 1988. A maximun likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45:333-343.
- Wisner, R. 1974. The taxonomy and distribution of lanternfishes (Family Myctophidae) of the Eastern Pacific Ocean. Navy Ocean Research and Development Activity, Mississippi, 229 p.

- Wöhler, O. y N. Mari. 1996. Aspectos de la pesca de la polaca (*Micromesistius australis*) por parte de la flota argentina en el período 1989-1995. En: INIDEP Inf. Tec., X: 1-25.
- Wolter, K. 1985. Introduction to Variance Estimation. Series: Springer-Verlag. 427p.
- Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation XII, 428 page, 1985
- www.ifop.cl, Laboratorio de Edad y Crecimiento; Recursos Demersales, Merluza del Sur.
- Zar, J. 1996. Biostatistical analysis. 3rd edn. Prentice hall, Princeton, NJ, USA, 663 pp.

T A B L A S

Tabla 1.

Escala macroscópica para determinar estadios de madurez sexual de machos de merluza de tres aletas.

Estadio	Denominación	Aspecto macroscópico
I	Virginal	Sexo indeterminado, gónadas pequeñas, filiformes, generalmente juveniles menores de 24 centímetros.
II	Inmaduro	Testículos pequeños rojizos sin zonas blancas (reposo).
III	En maduración	Testículos turgentes, rojizos con zonas blancas y vasos sanguíneos visibles. A ligera presión no escurre líquido seminal.
IV	Maduro	Testículos blancos, muy firmes, al apretar escurre semen (líquido viscoso blanco) (en evacuación).
V	Evacuados	Testículos grandes, flácidos rojizos, con zonas blancas muy vascularizadas.

Tabla 2.

Escala macroscópica para determinar estadios de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas.

Estadio	Denominación	Aspecto Macroscópico
I	Virginal	Sexo indeterminado, gónadas pequeñas, filiformes, generalmente juveniles menores de 24 centímetros.
II	Inmaduro	Comienzo de maduración de juveniles y reincidentes, ovario bien definido de color rosado claro, sin óvulos visibles al ojo desnudo. En ejemplares grandes es normal que el ovario en esta fase presente lumen claramente apreciable, pero su pared es más gruesa que en la fase V (indica reposo gonádico).
III	En maduración	Gónadas de gran volumen con óvulos visibles de color amarillo pálido, pero no traslúcido, con escasa vascularización. Por lo general, el lumen desaparece cuando los óvulos alcanzan un diámetro mayor de 500 micrones. Ovario turgente.
III A	Maduración con desove parcial reciente	Ovario muy vascularizado y con óvulos visibles a simple vista, los que en pequeña proporción presentan una gota oleosa (de color verde amarillento), que corresponde a restos de un desove anterior reciente. En este caso la gónada es más flácida que en la fase III.
IV	Desovante	Ovario turgente con óvulos visibles y transparentes de color anaranjado. Al apretarlo escurren óvulos transparentes.
V	Desovado y En regresión	Ovario vacío, distendido, lumen amplio, muy flácido, de color rojizo de aspecto hemorrágico, sin óvulos visibles. Este ovario pasa al estado II, inmaduro.

Tabla 3.
Caracterizaci3n histomorfol3gica de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas (Pájaro y Macchi, 2001 (modificada)).

Estadio	Clasificaci3n	Descripci3n
I	Virginal e Inmaduro reincidente	S3lo ovocitos previtelog3nicos bas3filos
II	En Desarrollo (inicial)	Un n3mero de ovocitos muestra ves3culas de vitelo en el citoplasma (estado vesicular). Los ovocitos m3s grandes presentan gl3bulos de vitelo entre las ves3culas. Se observan tambi3n, ovocitos previtelog3nicos bas3filos.
III	En Desarrollo (tardío)	A medida que el crecimiento avanza, el di3metro de los ovocitos incrementa y su citoplasma se hace acid3filo, debido a la acumulaci3n de gl3bulos de vitelo. Ovocitos previtelog3nicos y en estado vesicular est3n presentes.
IV	Hidratado y En desove	En la fase final de la maduraci3n, ovocitos vitelados incrementan r3pidamente su volumen debido a la hidrataci3n. Durante la ovulaci3n es posible observar fol3culos postovulatorios (FPO) junto a ovocitos hidratados y vitelados tardío.
V	Desove parcial	Presencia de ovocitos vitelados tardío junto a fol3culos postovulatorios
VI	Desovada	Esta fase indica el final del desove e involucra la degeneraci3n y reabsorci3n de los ovocitos maduros residuales. Presencia de ovocitos atr3sicos junto con ovocitos previtelog3nicos.

Tabla 4.
Calibración del sistema de ecointegración ER60. BC AGS 61 “Cabo de Hornos”.

Lugar	Valparaíso	
Fecha	01/08/2014	
Buque	AGS 61 “Cabo de Hornos”	
Ecosonda	Simrad ER 60	
Transductor	ES38B	
Profundidad esfera	20 m	
Profundidad fondo	35 m	
Frecuencia	38 KHz	
Ganancia anterior (2013)	26,90 dB	
Ganancia (calibración)	26,80 dB	
TS esfera (Tungsteno)	-42,04 dB	
Corrección s_A	-0,59 dB	
Ancho de banda	2,43 KHz	
Intervalo de muestreo	0,192 m	
Coefficiente de absorción	9,3 dB/km	
Velocidad del sonido	1500,6 m/s	
2-way beam angle	-20,6 dB	
	<u>Alongship</u>	<u>Athwartships</u>
Sensibilidad del ángulo	21,9	21,9
Ancho del haz	6,92°	6,95 °
Desplazamiento del ángulo	-0,06 °	0,04 °

Tabla 5.
Captura en peso y número por cada lance de identificación, crucero merluza de tres aletas, Agosto 2014.

Lance N°	Fecha	Captura en Peso (Kg.)										Total
		Latitud media Lance	Longitud media Lance	M. Cola	M. Austral	M.3 Aletas	Cojinoba Moteada	Brotula	Reineta	Congrio dorado	Otros	
c1 - 30	18/08/2014	4639,7	7542,4	1151,6	38,6	48,1			25			1.263,34
c1 - 31	18/08/2014	4644,6	7542,1	860,6	88,6	46,8				4		1.000,00
c1 - 32	19/08/2014	4650,5	7540,9	317,0	64,8	1955,5						2.337,26
c1 - 33	19/08/2014	4656,4	7539,8	136,6	586,8	408,0						1.131,35
1	19/08/2014	4640,4	7547,8	99,1	9,0	4,3						112,40
2	20/08/2014	4646,4	7545,0	239,2	78,3	800,8						1.118,34
3	20/08/2014	4652,8	7538,9	1.031,1								1.031,09
4	20/08/2014	4705,0	7535,9	24,8	14,3	46,9				2,8		88,82
5	21/08/2014	4715,2	7534,6	1.481,7	77,7	36,8		3,8				1.600,00
6	21/08/2014	4720,1	7535,0	314,6	12,6	30,7		2,2				360,10
7	24/08/2014	5059,3	7602,0	36,2	5,3	12,4					1,4	55,23
8	25/08/2014	5044,9	7611,2	21,8	9,0	2,0						32,74
9	25/08/2014	5034,4	7608,4	7,3	52,1	42,2						101,53
10	25/08/2014	5019,6	7606,8	41,9	36,8	12,0						90,57
11	26/08/2014	5005,6	7550,5	136,4	9,6	0,3					4,3	150,61
12	26/08/2014	4950,1	7556,2	54,1	18,4	35,9		0,7				109,00
13	27/08/2014	4940,5	7557,1	385,6	64,3	54,0		2,6		4,8		511,26
14	27/08/2014	4929,8	7556,0								48,4	48,40
15	27/08/2014	4620,7	7553,4	1.340,7	34,9	50,5	2,9					1.429,00
16	28/08/2014	4910,0	7600,9	76,9	4,0	47,1				4,5		132,48
17	28/08/2014	4900,1	7601,3	11,1	7,8	13,1						31,92
18	28/08/2014	4850,1	7558,8	270,0	48,8	88,8				4,4		412,02
19	29/08/2014	4841,6	7557,5	412,7	130,0	125,8						668,43
20	29/08/2014	4830,1	7555,8	64,4	43,6		3,2		1,7			112,94
21	29/08/2014	4802,0	7558,7	179,7	20,7	8,6	3,2		2,5		6,2	220,97
22	30/08/2014	4810,2	7554,8	159,1	129,3	15,1		2,5	4,2	1,7		411,86
23	30/08/2014	4800,0	7551,0	50,5	25,7				2,6			78,84
24	30/08/2014	4750,0	7542,1	1.000,0								1.000,00
25	31/08/2014	4939,6	7539,7	368,0	17,4	7,5		3,3		2,7		398,82
26	31/08/2014	4729,6	7535,6	20,2		0,8						21,00
27	31/08/2014	4719,8	7532,8	362,7	15,9	1,8		1,8				382,18
28	01/09/2014	4712,2	7536,5	1.777,2		19,1	0,7					1.797,00
29	01/09/2014	4701,1	7535,1	74,4		806,6						880,99
30	01/09/2014	4715,3	7535,0	1.014,6		8,5						1.023,08
31	02/09/2014	4707,4	7535,0	974,0	3,8	0,3						978,06
32	02/09/2014	4707,5	7534,4	120,0		1.085,1						1.205,12
33	02/09/2014	4702,5	7532,5	97,9		1.002,2						1.100,03
34	02/09/2014	4705,0	7533,8	48,0		1.253,4			1,3			1.302,74
35	02/09/2014	4700,4	7533,6	453,2	3,2	375,8						832,25
36	03/09/2014	4657,5	7536,6	1.039,7	9,8	73,3	58,2					1.181,03
37	03/09/2014	4655,1	7541,4	1.072,7				3,3				1.075,98
38	03/09/2014	4645,0	7542,7	125,7	12,3			1,7				139,61
39	03/09/2014	4636,7	7539,0	1.163,4	36,6							1.200,00

Lance N°	Fecha	Captura en Número										Total
		Latitud media Lance	Longitud media Lance	M. Cola	M. Austral	M.3 Aletas	Cojinoba Moteada	Brotula	Reineta	Congrio dorado	Otros	
c1 - 30	18/08/2014	4639,7	7542,4	4.318	15	111			15			4.459
c1 - 31	18/08/2014	4644,6	7542,1	3.367	30	137				1		3.535
c1 - 32	19/08/2014	4650,5	7540,9	640	14	2.848						3.502
c1 - 33	19/08/2014	4656,4	7539,8	289	175	1.106						1.570
1	19/08/2014	4640,4	7547,8	211	3	9						223
2	20/08/2014	4646,4	7545,0	448	23	1.667						2.137
3	20/08/2014	4652,8	7538,9	5.880								5.880
4	20/08/2014	4705,0	7535,9	46	5	102				1		154
5	21/08/2014	4715,2	7534,6	4.633	35	94		2				4.764
6	21/08/2014	4720,1	7535,0	1.092	4	64		1				1.161
7	24/08/2014	5059,3	7602,0	67	2	23					2	94
8	25/08/2014	5044,9	7611,2	64	2	2						68
9	25/08/2014	5034,4	7608,4	16	18	39						73
10	25/08/2014	5019,6	7606,8	82	9	26						117
11	26/08/2014	5005,6	7550,5	731	4	1					2	738
12	26/08/2014	4950,1	7556,2	126	6	53		1				186
13	27/08/2014	4940,5	7557,1	758	19	58		1		1		838
14	27/08/2014	4929,8	7556,0								7.312	7.312
15	27/08/2014	4620,7	7553,4	3.438	7	111	4					3.560
16	28/08/2014	4910,0	7600,9	185	1	40				1		227
17	28/08/2014	4900,1	7601,3	13	2	14						29
18	28/08/2014	4850,1	7558,8	553	13	90				1		657
19	29/08/2014	4841,6	7557,5	983	28	139						1.150
20	29/08/2014	4830,1	7555,8	147	16		3		1			167
21	29/08/2014	4802,0	7558,7	396	11	17	4		1		1	430
22	30/08/2014	4810,2	7554,8	388	36	25		2	2	1		454
23	30/08/2014	4800,0	7551,0	109	6				2			117
24	30/08/2014	4750,0	7542,1	5.162								5.162
25	31/08/2014	4939,6	7539,7	1.328	5	32		3		2		1.370
26	31/08/2014	4729,6	7535,6	49		2						51
27	31/08/2014	4719,8	7532,8	1.245	13	3		2				1.263
28	01/09/2014	4712,2	7536,5	5.229		37	1					5.267
29	01/09/2014	4701,1	7535,1	253		1.260						1.513
30	01/09/2014	4715,3	7535,0	3.745		18						3.763
31	02/09/2014	4707,4	7535,0	3.233	1							3.235
32	02/09/2014	4707,5	7534,4	480		2.016						2.496
33	02/09/2014	4702,5	7532,5	335		1.838						2.173
34	02/09/2014	4705,0	7533,8	192		2.446			1			2.638
35	02/09/2014	4700,4	7533,6	1.271	4	667						1.942
36	03/09/2014	4657,5	7536,6	4.240	4	176	52					4.472
37	03/09/2014	4655,1	7541,4	2.627				2				2.629
38	03/09/2014	4645,0	7542,7	254	9			1				264
39	03/09/2014	4636,7	7539,0	4.960	15							4.975

Tabla 6.

Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, para las tres zonas identificadas.

Zonas 1 + 2 + R

Parámetros del análisis	$\chi^2_{\text{crítico}} =$ N° de categorías = $Z =$ Grupos = $np =$	61,00 45 1,64485 3 2177
ZONA	χ^2 calculado	Ho
R	43,42	A
1	145,21	R
2	219,48	R
% APROBACIÓN		33,33

Zonas 1 + 2

Parámetros del análisis	$\chi^2_{\text{crítico}} =$ N° de categorías = $Z =$ Grupos = $np =$	61,00 45 1,64485 2 1498
ZONA	χ^2 calculado	Ho
2	143,88	R
1	151,90	R
% APROBACIÓN		0,00

A: Acepta; R: Rechaza

Tabla 7.

Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, por cada uno de los lances con muestra, de la zona 1.

Parámetros del análisis	X² crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np=	46,00 32 1,64485 8 845
Lances	X² calculado	Ho
6	10,86	A
4	14,21	A
c1 - 33	19,75	A
2	24,35	A
c1 - 30	31,69	A
c1 - 31	32,17	A
5	44,03	A
c1 - 32	161,28	R
% APROBACIÓN		87,50

A: Acepta; R: Rechaza

Tabla 8.

Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, por cada uno de los lances con muestra, de la zona 2.

Parámetros del análisis	X² crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np=	61,00 45 1,64485 12 653
Lances	X² calculado	Ho
22	9,71	R
21	11,24	R
7	19,01	R
10	23,40	R
12	24,64	R
9	42,99	R
13	47,88	R
16	60,76	R
18	79,03	R
19	79,06	R
15	91,41	R
25	202,95	R
% APROBACIÓN		66,67

A: Acepta; R: Rechaza

Tabla 9.

Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, por cada uno de los lances con muestra, de la zona R.

Parámetros del análisis	X²crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np=	46,00 32 1,64485 8 679
Lances	X² calculado	Ho
30	6,10	A
28	9,62	A
35	24,29	A
29	27,17	A
36	29,02	A
34	39,54	A
33	40,59	A
32	88,13	R
% APROBACIÓN		87,50

A: Acepta; R: Rechaza

Tabla 10.

Estimados de Biomasa y abundancia para la zona 1, según métodos de Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2014

	Zona 1			
Método	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N°*1000)	CV
Conglomerados	12.733	0,182	29.504	0,184
Bootstrap	13.058	0,161	30.258	0,161
Geoestadístico	12.125	0,158	28.096	0,158

Tabla 11.

Estimados de Biomasa y abundancia para la zona 2, según métodos de Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2014

	Zona 2			
Método	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N°*1000)	CV
Conglomerados	5.308	0,294	8.952	0,304
Bootstrap	5.359	0,300	9.039	0,300
Geoestadístico	3.487	0,264	5.880	0,264

Tabla 12.

Estimados de Biomasa y abundancia para la zona R, según métodos de Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2014.

Método	Zona Re-prospección			
	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N°*1000)	CV
Conglomerados	32.452	0,249	63.999	0,278
Bootstrap	32.772	0,251	64.629	0,251
Geoestadístico	33.854	0,250	66.764	0,250

Tabla 13.

Estimados Totales de Biomasa y abundancia según métodos de Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2014, zona 2 más zona R.

metodo	Total Zona 2 + zona R			
	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N°*1000)	CV
Conglomerados	37.760	0,218	72.951	0,247
Bootstrap	38.131	0,219	73.668	0,252
Geoestadístico	37.341	0,228	72.645	0,259

Tabla 14.
Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas,
año 2014. Zona 1.

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
20	31,7	0	0
21	37,4	0	0
22	43,9	0	0
23	51,1	0	0
24	59,1	0	0
25	68,0	0	0
26	77,8	0	0
27	88,5	0	0
28	100,2	0	0
29	113,0	70.977	8
30	126,9	66.324	8
31	142,0	0	0
32	158,3	116.585	18
33	175,9	54.813	10
34	194,8	206.546	40
35	215,1	292.368	63
36	236,9	921.168	218
37	260,2	1.002.855	261
38	285,1	1.777.523	507
39	311,6	2.158.477	673
40	339,8	2.387.668	811
41	369,8	3.053.829	1.129
42	401,5	3.147.011	1.264
43	435,2	2.840.925	1.236
44	470,9	2.250.772	1.060
45	508,5	1.945.507	989
46	548,2	1.692.581	928
47	590,1	1.378.124	813
48	634,2	854.959	542
49	680,6	596.668	406
50	729,3	310.397	226
51	780,5	229.495	179
52	834,1	220.753	184
53	890,3	63.750	57
54	949,1	163.763	155
55	1010,7	39.466	40
56	1075,0	76.137	82
57	1142,1	73.489	84
58	1212,2	53.233	65
59	1285,2	17.148	22
60	1361,3	16.581	23
61	1440,6	16.042	23
62	1523,0	0	0
63	1608,8	0	0
64	1697,9	0	0
65	1790,4	0	0
66	1886,4	0	0
67	1986,1	0	0
68	2089,4	0	0
69	2196,5	0	0
70	2307,4	0	0
TOTAL		28.095.937	12.125

Tabla 15.
Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas
año 2014. Zona 2.

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
20	31,7	0	0
21	37,4	0	0
22	43,9	0	0
23	51,1	70.360	4
24	59,1	32.309	2
25	68,0	0	0
26	77,8	27.530	2
27	88,5	25.528	2
28	100,2	0	0
29	113,0	44.257	5
30	126,9	82.712	10
31	142,0	116.193	16
32	158,3	72.696	12
33	175,9	51.268	9
34	194,8	48.296	9
35	215,1	30.384	7
36	236,9	43.079	10
37	260,2	108.752	28
38	285,1	244.872	70
39	311,6	122.355	38
40	339,8	488.519	166
41	369,8	332.128	123
42	401,5	485.301	195
43	435,2	271.756	118
44	470,9	269.156	127
45	508,5	183.805	93
46	548,2	272.645	149
47	590,1	303.291	179
48	634,2	258.476	164
49	680,6	240.282	164
50	729,3	171.214	125
51	780,5	200.341	156
52	834,1	117.002	98
53	890,3	145.755	130
54	949,1	121.260	115
55	1010,7	98.434	99
56	1075,0	142.425	153
57	1142,1	114.560	131
58	1212,2	71.918	87
59	1285,2	85.540	110
60	1361,3	87.882	120
61	1440,6	105.030	151
62	1523,0	121.034	184
63	1608,8	37.511	60
64	1697,9	9.087	15
65	1790,4	13.214	24
66	1886,4	4.272	8
67	1986,1	4.146	8
68	2089,4	0	0
69	2196,5	3.909	9
70	2307,4	0	0
TOTAL		5.880.488	3.487

Tabla 16.
Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas,
año 2014. Zona R.

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
20	31,7	0	0
21	37,4	0	0
22	43,9	0	0
23	51,1	0	0
24	59,1	0	0
25	68,0	0	0
26	77,8	0	0
27	88,5	0	0
28	100,2	0	0
29	113,0	462.115	52
30	126,9	0	0
31	142,0	202.206	29
32	158,3	379.530	60
33	175,9	178.439	31
34	194,8	0	0
35	215,1	158.628	34
36	236,9	1.199.503	284
37	260,2	1.419.427	369
38	285,1	2.018.555	575
39	311,6	2.682.913	836
40	339,8	4.615.089	1.568
41	369,8	5.548.685	2.052
42	401,5	5.618.082	2.256
43	435,2	7.566.797	3.293
44	470,9	4.817.840	2.269
45	508,5	6.429.338	3.269
46	548,2	5.418.173	2.970
47	590,1	4.134.459	2.440
48	634,2	3.120.583	1.979
49	680,6	2.508.916	1.708
50	729,3	1.399.101	1.020
51	780,5	1.045.934	816
52	834,1	1.006.092	839
53	890,3	1.037.662	924
54	949,1	799.669	759
55	1010,7	770.854	779
56	1075,0	929.462	999
57	1142,1	358.854	410
58	1212,2	346.587	420
59	1285,2	167.469	215
60	1361,3	215.911	294
61	1440,6	156.667	226
62	1523,0	50.551	77
63	1608,8	0	0
64	1697,9	0	0
65	1790,4	0	0
66	1886,4	0	0
67	1986,1	0	0
68	2089,4	0	0
69	2196,5	0	0
70	2307,4	0	0
TOTAL		66.764.093	33.854

Tabla 17.

Abundancia y biomasa total a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas,
año 2014. Zona 1 + zona R.

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
20	31,7	0	0
21	37,4	0	0
22	43,9	0	0
23	51,1	70.360	4
24	59,1	32.309	2
25	68,0	0	0
26	77,8	27.530	2
27	88,5	25.528	2
28	100,2	0	0
29	113,0	506.373	57
30	126,9	82.712	10
31	142,0	318.399	45
32	158,3	452.227	72
33	175,9	229.706	40
34	194,8	48.296	9
35	215,1	189.012	41
36	236,9	1.242.583	294
37	260,2	1.528.179	398
38	285,1	2.263.427	645
39	311,6	2.805.268	874
40	339,8	5.103.608	1.734
41	369,8	5.880.813	2.174
42	401,5	6.103.384	2.451
43	435,2	7.838.553	3.412
44	470,9	5.086.997	2.395
45	508,5	6.613.143	3.363
46	548,2	5.690.818	3.120
47	590,1	4.437.749	2.619
48	634,2	3.379.059	2.143
49	680,6	2.749.198	1.871
50	729,3	1.570.315	1.145
51	780,5	1.246.275	973
52	834,1	1.123.095	937
53	890,3	1.183.417	1.054
54	949,1	920.929	874
55	1010,7	869.289	879
56	1075,0	1.071.888	1.152
57	1142,1	473.414	541
58	1212,2	418.505	507
59	1285,2	253.008	325
60	1361,3	303.792	414
61	1440,6	261.697	377
62	1523,0	171.586	261
63	1608,8	37.511	60
64	1697,9	9.087	15
65	1790,4	13.214	24
66	1886,4	4.272	8
67	1986,1	4.146	8
68	2089,4	0	0
69	2196,5	3.909	9
70	2307,4	0	0
TOTAL		72.644.581	37.341

Tabla 18.

Parámetros de la relación peso - longitud de merluza de tres aletas crucero de evaluación agosto del 2014.

Sexo	Parámetros	Zona sur
Machos	a	0,001347263
	intervalo	0,0010959 0,0016562
	b	3,371398896
	intervalo	3,3168613 3,4259365
	N	957
	r²	0,939
Hembras	a	0,001112664
	intervalo	0,0008808 0,0014056
	b	3,425885045
	intervalo	3,3658629 3,4859072
	N	666
	r²	0,950
Ambos	a	0,001115411
	intervalo	0,0009670 0,0012866
	b	3,422950643
	intervalo	3,3856671 3,4602342
	N	1623
	r²	0,952

Tabla 19.

Parámetros ajustados a las estructuras espaciales de merluza de tres aletas. Crucero 2014.

Zona	Dirección	Modelo	Nugget (Co)	Sill (C)	Rango (mn)	C/C+Co (%)
1	0°	Exponencial	0	2,05E+06	1,02	100
2	Omni	Esférico	0	9,05E+04	3,00	100
R	Omni	Esférico	0	2,87E+07	2,04	100

Tabla 20.

Estimados de biomasa mediante el método de simulación de Montecarlo.

Biomasa MC	Estimación	Coef. Var. %	Lim Inf	Lim Sup
Área (R + 2)	37.965	22%	21.248	54.683
Zona 2	5.319	14%	3.816	6.823
Zona R	32.646	26%	15.997	49.296

Tabla 21.

Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, zona 2 + zona R, cruceo 2014.
(Abundancia Total= 72.644.581 ejemplares; Machos= 48.647.136; Hembras= 23.997.445).

TALLAS (cm)	FREC.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	GRUPOS DE EDAD												19	20	21	22	23	24	
10 - 11																														
12 - 13																														
14 - 15																														
16 - 17																														
18 - 19																														
20 - 21																														
22 - 23	15.879		15.879																											
24 - 25	15.879	15.879																												
26 - 27																														
28 - 29	221.203		110.602	110.602																										
30 - 31	189.995		189.995																											
32 - 33	331.805			248.854	82.951																									
34 - 35	158.238			126.590	31.648																									
36 - 37	1.642.596				1.642.596																									
38 - 39	3.601.668				3.437.956	81.856	81.856																							
40 - 41	7.029.769				5.780.033	390.543	781.085	78.109																						
42 - 43	10.122.219				3.374.073	1.167.948	3.893.161	1.687.037																						
44 - 45	9.363.887					249.704	5.368.628	2.996.444	374.555	249.704			124.852																	
46 - 47	6.616.922						1.946.154	1.946.154	1.686.667		518.974	389.231																		
48 - 49	3.269.314					129.744	934.090	622.726	467.045	311.363	778.408	155.682																		
50 - 51	1.358.977						150.997			150.997	603.990	226.496			150.997	75.499														
52 - 53	1.263.705										74.336	297.342	223.007	74.336		74.336	74.336													
54 - 55	900.692											69.284			69.284	277.136	69.284	69.284	69.284											
56 - 57	1.596.059											69.284			342.013	570.021	228.008	228.008	228.008											
58 - 59	474.164														52.685	52.685	52.685	52.685												
60 - 61	379.441																		108.412	105.370	52.685									
62 - 63	94.723																													
64 - 65																														
66 - 67																														
68 - 69																														
70 - 71																														
72 - 73																														
74 - 75																														
76 - 77																														
78 - 79																														
80 - 81																														
82 - 83																														
84 - 85																														
86 - 87																														
TOTAL	48.647.136	15.879	316.476	486.046	14.349.257	2.019.794	13.155.972	7.330.469	2.528.267	786.400	2.416.670	1.332.171	337.011	433.185	539.480	974.177	424.313	405.704	105.370	52.685	275.101	208.458	100.046	54.206						
PORCENTAJE		0,03	0,65	1,00	29,50	4,15	27,04	15,07	5,20	1,62	4,97	2,74	0,69	0,89	1,11	2,00	0,87	0,83	0,22	0,11	0,57	0,43	0,21	0,11						
TALLA PROM. (cm)		24,50	29,40	32,11	39,97	42,46	44,28	44,87	46,57	47,99	49,48	49,40	53,85	52,76	55,60	55,73	55,72	57,23	58,50	58,50	58,46	60,45	60,39	60,50						
VARIANZA			3,40	4,53	3,90	2,94	4,45	3,38	1,33	7,10	4,88	9,86	3,58	3,24	5,13	1,99	3,35	4,43			3,23	1,92	3,99							
PESO PROM (g)		65,0	122,1	164,6	341,9	417,5	482,4	503,1	568,1	634,8	700,6	702,3	929,3	867,2	1.036,6	1.040,9	1.041,9	1.141,2	1.222,5	1.222,5	1.224,2	1.368,1	1.367,0	1.369,2						

Grupo de Edad	Abundancia (%)
1	0
2	0
3	29
4	27
5	27
6	15
7	15
8	2
9	4
10	2
11	2
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
21	1
22	1
23	1

Marca de Clase (cm)	M-2014 (x 10^6)	H-2014 (x 10^6)
10	0	0
20	0	0
30	0.5	0
40	10	2
45	4	4
50	1	2
60	0.5	0.5
70	0	0

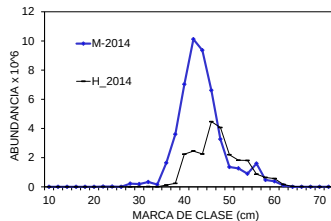
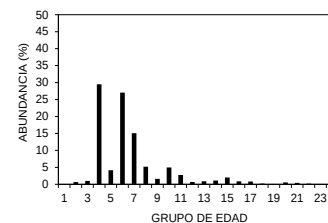


Tabla 22.

Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, zona 2+ zona R, crucero 2014.
(Abundancia Total= 72.644.581 ejemplares; Machos= 48.647.136; Hembras= 23.997.445).

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																							
10 - 11		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
12 - 13																									
14 - 15																									
16 - 17																									
18 - 19																									
20 - 21																									
22 - 23	4.808	4.808																							
24 - 25																									
26 - 27	9.617		4.808	4.808																					
28 - 29																									
30 - 31	19.233		14.425		4.808																				
32 - 33	19.233		19.233																						
34 - 35				4.808																					
36 - 37	120.970			87.978	32.992																				
38 - 39	237.132			16.938	203.256	16.938																			
40 - 41	2.236.690				1.897.797	271.114				67.778															
42 - 43	2.449.018				1.180.777	918.382	218.662	131.197																	
44 - 45	2.251.115				38.812	620.997	1.125.557	426.936	38.812																
46 - 47	4.468.571					175.238	2.102.857	1.664.762	481.905	43.810															
48 - 49	4.066.431						1.396.552	985.802	451.826	123.225															
50 - 51	2.197.461						1.109.027	332.949	233.064	532.718	632.602	233.064	166.474	33.295			33.295								
52 - 53	1.824.933							52.141	104.282	364.987	364.987	260.705	156.423	260.705	156.423	52.141									
54 - 55	1.810.508								47.645	47.645	95.290	47.645	428.805	238.225	190.580	381.160	190.580	47.645	47.645	47.645					
56 - 57	870.834											51.226	102.451	102.451	153.677	128.064	102.451	76.838	25.613	25.613					
58 - 59	643.318																18.381	18.381	91.903	128.664	165.425	91.903	55.142	55.142	18.381
60 - 61	565.623																		48.482	161.606	16.161	32.321	32.321	16.161	
62 - 63	158.675																		96.964	32.829	27.358	3.435	3.435	6.869	4.808
64 - 65	24.042																								
66 - 67	9.617																								
68 - 69	4.808																								
70 - 71																									
72 - 73																									
74 - 75																									
76 - 77																									
78 - 79																									
80 - 81																									
82 - 83																									
84 - 85																									
86 - 87																									
TOTAL	23.997.445	4.808	38.467	114.533	3.358.443	2.002.669	4.556.103	4.004.536	1.839.368	1.248.058	1.216.104	696.921	958.435	564.935	572.116	799.322	565.064	412.485	318.821	204.239	278.625	65.333	72.020	59.016	47.024
PORCENTAJE		0,02	0,16	0,48	14,00	8,35	18,99	16,69	7,66	5,20	5,07	2,90	3,99	2,35	2,38	3,33	2,35	1,72	1,33	0,85	1,16	0,27	0,30	0,25	0,20
TALLA PROM. (cm)		22,50	31,00	36,29	41,07	43,17	46,30	47,26	48,41	49,41	51,21	52,26	53,47	54,37	54,08	55,07	55,79	58,01	58,10	58,33	60,02	60,99	61,79	61,89	63,07
VARIANZA		3,75	4,91	1,80	2,87	2,69	3,56	3,27	7,20	2,35	2,73	3,24	4,31	2,87	3,79	6,26	3,54	4,68	7,30	2,70	3,41	1,68	4,76	5,20	
PESO PROM (g)		47,7	145,4	249,3	376,9	447,6	568,5	610,9	662,8	715,3	801,8	859,9	930,7	986,8	966,4	1.030,1	1.079,9	1.229,8	1.237,7	1.258,5	1.380,3	1.458,7	1.523,0	1.536,5	1.639,3

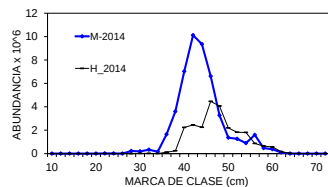
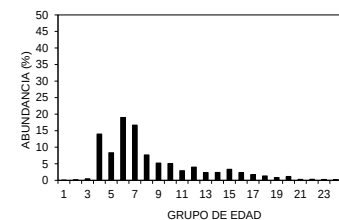


Tabla 23.

Abundancia por grupos de edad y desviación estándar para merluza de tres aletas por sexo y proporción de ambos según GE. Crucero de evaluación 2014.

GE	MACHOS			HEMBRAS			AMBOS	
	Nº	sd	CV	Nº	sd	CV	Nº	%
I	15879	4112	0,2590	4808	1245	0,2590	20687	0,0
II	316.476	134.650	0,4255	38.467	11.934	0,3102	354942	0,5
III	486.046	186.045	0,3828	114.533	37.947	0,3313	600579	0,8
IV	14.349.257	3.765.966	0,2625	3.358.443	896.059	0,2668	17707700	24,4
V	2.019.794	691.508	0,3424	2.002.669	576.361	0,2878	4022463	5,5
VI	13.155.972	3.537.338	0,2689	4.556.103	1.224.166	0,2687	17712075	24,4
VII	7.330.469	2.066.299	0,2819	4.004.536	1.087.951	0,2717	11335005	15,6
VIII	2.528.267	829.111	0,3279	1.839.368	535.003	0,2909	4367635	6,0
IX	786.400	358.190	0,4555	1.248.058	381.938	0,3060	2034458	2,8
X	2.416.670	769.424	0,3184	1.216.104	369.835	0,3041	3632774	5,0
XI	1.332.171	490.371	0,3681	696.921	238.907	0,3428	2029092	2,8
XII	337.011	182.417	0,5413	958.435	307.935	0,3213	1295446	1,8
XIII	433.185	197.352	0,4556	564.935	204.529	0,3620	998120	1,4
XIV	539.480	250.374	0,4641	572.116	208.495	0,3644	1111596	1,5
XV	974.177	356.103	0,3655	799.322	261.735	0,3274	1773500	2,4
XVI	424.313	216.066	0,5092	565.064	194.298	0,3439	989377	1,4
XVII	405.704	206.089	0,5080	412.485	138.464	0,3357	818189	1,1
XVIII	105.370	72.639	0,6894	318.821	115.439	0,3621	424191	0,6
XIX	52.685	52.685	1,0000	204.239	85.002	0,4162	256924	0,4
XX	275.101	156.076	0,5673	278.625	93.003	0,3338	553725	0,8
XXI	208.458	110.298	0,5291	65.333	31.239	0,4781	273791	0,4
XXII	100.046	73.168	0,7313	72.020	31.255	0,4340	172066	0,2
XXIII	54.206	54.206	1,0000	59.016	28.396	0,4812	113222	0,2
XXIV				47.024	21.630	0,4600	47024	0,1
TOTAL	48.647.136	12.599.283		23.997.445	6.215.178		72.644.581	100

Tabla 24.

Estimaciones de grupo de edad (GE) al 50% de madurez para merluza de tres aletas; por sexo, para años que forman parte de la serie histórica de cruceros de evaluación.

Merluza de tres aletas							
Sexo	2007	2008	2009	2011	2012	2013	2014
Machos	2,3	3,7	2,7	3,7	2,6	2,5	2,7
Hembras	2,9	4,5	3,4	4,7	3,6	3,2	3,1
Diferencia	0,6	0,8	0,7	1,0	1,0	0,7	0,4

Tabla 25.

Clasificación de merluzas de tres aletas en estado gonadal maduros e inmaduros mediante observación macroscópica y microscópica (histológica) de sus gónadas. En negrita se presenta las coincidencias totales entre ambas técnicas.

2007						2008					
nº de muestras		EMMi Maduro	EMMi Inmaduro	Total	%	nº de muestras		EMMi Maduro	EMMi Inmaduro	Total	%
EMMa	Maduro	97	0	97	85,1	EMMa	Maduro	751	1	752	97,8
EMMa	Inmaduro	1	16	17	14,9	EMMa	Inmaduro	3	14	17	2,2
Total		98	16	114		Total		754	15	769	
%		86,0	14,0			%		98,0	2,0		
Total analizado por ambas técnicas (nº)				114		Total analizado por ambas técnicas (nº)				769	
Concordancia (nº)				113		Concordancia (nº)				765	
Concordancia (%)				99,1		Concordancia (%)				99,5	
2009						2011					
nº de muestras		EMMi Maduro	EMMi Inmaduro	Total	%	nº de muestras		EMMi Maduro	EMMi Inmaduro	Total	%
EMMa	Maduro	553	0	553	91,0	EMMa	Maduro	1002	0	1002	92,2
EMMa	Inmaduro	17	38	55	9,0	EMMa	Inmaduro	40	45	85	7,8
Total		570	38	608		Total		1042	45	1087	
%		93,8	6,3			%		95,9	4,1		
Total analizado por ambas técnicas (nº)				608		Total analizado por ambas técnicas (nº)				1087	
Concordancia (nº)				591		Concordancia (nº)				1047	
Concordancia (%)				97,2		Concordancia (%)				96,3	
2012						2013					
nº de muestras		EMMi Maduro	EMMi Inmaduro	Total	%	nº de muestras		EMMi Maduro	EMMi Inmaduro	Total	%
EMMa	Maduro	746	1	747	89,8	EMMa	Maduro	626	0	626	98,6
EMMa	Inmaduro	43	42	85	10,2	EMMa	Inmaduro	6	3	9	1,4
Total		789	43	832		Total		632	3	635	
%		94,8	5,2			%		99,5	0,5		
Total analizado por ambas técnicas (nº)				832		Total analizado por ambas técnicas (nº)				635	
Concordancia (nº)				788		Concordancia (nº)				629	
Concordancia (%)				94,7		Concordancia (%)				99,1	

EMMa :Estado de madurez macroscópico, observación determinada por Observador Científico al momento del muestreo.

EMMi :Estado de madurez microscópico, observación estimada en el Laboratorio de Histología, dirigido por el investigador Eduardo Díaz R.

Tabla 26.

Índice gonadosomático promedio por sexo, para todas las tallas y mayores a 35 cm, en el área prospectada y por zonas.

	Todas las longitudes						Mayores de 35 cm					
	Machos			Hembras			Machos			Hembras		
	Media	D.E.	n	Media	D.E.	n	Media	D.E.	n	Media	D.E.	n
Area prospección	7,9	6,2	967	9,0	5,5	670	8,1	6,2	940	9,1	5,4	659
Taitao	7,0	4,7	749	7,3	3,6	316	7,1	4,7	735	7,3	3,6	316
Golfo Penas - Ladrillero	9,9	9,7	55	10,5	7,1	171	11,8	9,8	45	11,1	6,9	160
Trinidad - Concepción	11,3	8,7	163	10,7	5,6	183	11,5	8,7	160	10,7	5,6	183

Tabla 27.

Incidencia de fases macroscópicas de madurez gonadal por sexos.

Fases	Fases madurez macroscópicas			
	Machos		Hembras	
	%	n	%	n
I				
II	16	153	9	59
III	41	400	66	444
IV	29	280	11	72
V	14	134	14	95
Total		967		670

Tabla 28.

Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica, para hembras en el área prospectada y por zonas.

Fases	Fases ováricas microscópicas							
	Area prospección		Zona 1		Zona 2		Zona 3	
	%	n	%	n	%	n	%	n
I	4,9	32	0,7	2	13,9	23	3,9	7
II	1,2	8	0,3	1	1,8	3	2,2	4
III	40,9	265	22,0	67	48,2	80	66,3	118
IV	23,5	152	22,7	69	30,1	50	18,5	33
V	28,7	186	52,6	160	6,0	10	9,0	16
VI	0,8	5	1,6	5				
Total		648		304		166		178

Tabla 29.

Estimados de la talla de madurez sexual ($L_{50\%}$) de hembras a partir de evaluaciones directas entre los años 2001 y 2014.

Periodo	Parámetro $L_{50\%}$ (cm LT)	LI	LS	Total
2001-2002	36,0	34,4	37,6	1.109
2001-2003	36,6	34,9	38,0	1.326
2001-2004	36,1	34,8	37,5	1.640
2001-2005	36,7	35,6	37,8	2.310
2001-2006	36,6	35,6	37,6	3.028
2001-2007	36,0	35,7	36,2	3.143
2008	36,7	34,2	38,4	713
2001-2008	36,6	35,5	37,5	3.856
2009	37,3	34,2	40,2	608
2001-2009	36,7	35,9	37,5	4.464
2011	36,5	35,0	38,2	1.077
2001-2011	36,7	36,1	37,3	5.541
2012	35,5	33,7	36,6	821
2001-2012	36,7	36,1	37,3	6.358
2001-2013	36,1	35,5	36,7	6.992
2014	36,5	33,8	38,3	648
2001-2014	36,2	35,7	36,6	7.637

Tabla 30.

Valores promedios de fecundidad de merluza de tres aletas a partir de evaluaciones entre los años 2001 y 2014.

	Fecundidad total			Fecundidad relativa			Tamaño hembras		
	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	n
2001	119479	1110293	386831	150	974	392	50	61	57
2002	124058	1103030	523125	254	972	592	37	63	94
2003	119842	1340841	733540	174	1981	698	40	62	124
2004	76676	1573646	615362	141	1159	639	40	64	135
2005	71771	1245209	593968	165	913	534	43	64	124
2006	52285	1590339	474335	87	817	445	42	64	104
2007	105435	1210836	400327	197	738	482	36	62	28
2008	84034	1111541	530681	193	780	447	42	66	123
2009	18478	926779	297329	34	646	314	42	63	36
2011	128402	1387777	649082	182	849	545	44	67	101
2012	103340	1083838	400441	239	695	456	34	65	117
2013	68064	954929	370708	144	620	403	41	66	104
2014	26746	686435	203332	64	493	234	36	66	118

Tabla 31.

Resumen de las relaciones entre la fecundidad total con el peso corporal y la longitud total (a: intercepto; b: pendiente; S_x : error estándar del parámetro; gl: grado de libertad; SCE: suma cuadrado del error; r^2 : coeficiente de determinación).

Año	Variable	Regresión	a	S_a	b	S_b	gl	SCE	r^2
2014	Peso corporal	Lineal	-86827	13116	362,9	14,7	116	463700000000	0,84
		Potencial	8,031	3,795	1,503	0,06621	116	403200000000	0,86
		Exponencial	56671	4474	0,001403	0,00006	116	451000000000	0,84
2014	Longitud total	Lineal	-745991	53929	18754	1055	116	778400000000	0,73
		Potencial	0,00007	0,00008	5,496	0,2712	116	470400000000	0,84
		Exponencial	1044	284,3	0,09914	0,004608	116	456300000000	0,84

Tabla 32.

Nombre científico y código utilizado para la identificación de especies observadas en los lances de pesca, crucero 2014.

Nombre común	Código	Nombre científico
Merluza de tres aletas	m3a	<i>Micromesistius australis</i>
Merluza del sur	mau	<i>Merluccius australis</i>
Merluza de cola	mm	<i>Macruronus magellanicus</i>
Mictófidis	mic	Fam. Mictofidae
Cojinoba (*)	ser	<i>Seriotelella sp.</i>
Reineta	bau	<i>Brama australis</i>
Congrio dorado	gb	<i>Genypterus blacodes</i>
Tollo de cachos	sqa	<i>Squalus acanthias</i>
Jibia	dg	<i>Dosidicus gigas</i>
Brótula	sau	<i>Salpilota australis</i>
Calamar	lgh	<i>Loligo gahi</i>

(*) La especie Cojinoba, se agrupo por género, para evitar confusión en la identificación de especies del mismo.

Tabla 33.

Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de agregaciones de merluza de tres aletas (todas las zonas).

Variable	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	CV	Nº obs
Largo (m)	373	1.775	33	435	1,17	46
Alto (m)	20	59	6	12	0,61	46
Elongación	19	91	3	22	1,16	46
Perímetro (m)	6.275	53.410	308	10.381	1,65	46
Area (m ²)	8.989	44.923	327	11.523	1,28	46
Dim. Fractal	1,58	1,82	1,43	0,11	0,07	46
Prof. Card (m)	246	328	146	45	0,19	46
Prof. Fondo (m)	587	1.814	213	404	0,69	46
Índice altura (%)	44	84	6	25	0,58	46
s _A (m ² /mn ²)	3.342	31.391	127	7.086	2,12	46
Densidad (s _A /m ²)	0,4	2,21	0,02	0,4	1,02	46

Tabla 34.

Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de agregaciones de merluza de tres aletas (zona R + zona 2).

Variable	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	CV	Nº obs
Largo (m)	265	1.442	41	345	1,30	30
Alto (m)	18	59	6	12	0,70	30
Elongación	16	91	3	22	1,35	30
Perímetro (m)	3.417	27.826	388	5.532	1,62	30
Area (m ²)	5.838	34.643	327	9.427	1,61	30
Dim. Fractal	1,57	1,77	1,43	0,09	0,06	30
Prof. Card (m)	238	299	164	36	0,15	30
Prof. Fondo (m)	438	1.191	223	206	0,47	30
Índice altura (%)	38	82	7	21	0,54	30
s _A (m ² /mn ²)	3.765	31.391	127	8.578	2,28	30
Densidad (s _A /m ²)	0,5	2,21	0,03	0,5	1,00	30

Tabla 35.

Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas, según zona.

Zona 1	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	C.V.	N
Largo (m)	575,5	1.774,6	32,9	520,1	0,90	16
Alto (m)	24,4	47,1	7,9	11,0	0,45	16
Elongación	23,4	69,5	3,1	20,9	0,89	16
Perímetro (m)	11.633,4	53.409,5	307,7	14.737,9	1,27	16
Area (m ²)	14.896,3	44.923,1	346,4	13.016,9	0,87	16
Dim. Fractal	1,62	1,82	1,45	0,13	0,08	16
Prof. Agreg (m)	260,5	327,7	145,9	57,5	0,22	16
Prof. Fondo (m)	866,9	1.813,9	213,1	528,6	0,61	16
Índice altura (%)	54,2	84,3	6,1	30,1	0,56	16
S _A (m ² /mn ²)	2.547,4	10.863,5	144,3	2.715,7	1,07	16
Densidad (S _A /m ²)	0,3	0,9	0,0	0,3	0,92	16

Zona 2	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	C.V.	N
Largo (m)	287,5	1.441,6	41,2	439,5	1,53	11
Alto (m)	13,7	20,6	8,0	4,4	0,32	11
Elongación	22,6	90,8	2,6	32,7	1,44	11
Perímetro (m)	4.571,1	27.825,6	400,7	8.227,3	1,80	11
Area (m ²)	3.923,7	23.432,4	500,4	6.824,3	1,74	11
Dim. Fractal	1,61	1,77	1,47	0,11	0,07	11
Prof. Agreg (m)	273,2	298,5	208,1	28,6	0,10	11
Prof. Fondo (m)	485,7	670,3	263,3	145,8	0,30	11
Índice altura (%)	39,2	58,9	8,1	18,1	0,46	11
S _A (m ² /mn ²)	433,9	1.185,3	162,1	305,7	0,70	11
Densidad (S _A /m ²)	0,4	1,1	0,0	0,4	0,98	11

Zona R	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	C.V.	N
Largo (m)	252,0	1.100,3	49,0	289,6	1,15	19
Alto (m)	20,0	59,0	6,1	14,8	0,74	19
Elongación	12,4	39,5	3,0	11,6	0,94	19
Perímetro (m)	2.749,1	12.619,0	388,2	3.225,9	1,17	19
Area (m ²)	6.946,4	34.643,1	326,8	10.666,6	1,54	19
Dim. Fractal	1,54	1,72	1,43	0,07	0,05	19
Prof. Agreg (m)	216,9	250,6	163,6	20,8	0,10	19
Prof. Fondo (m)	409,9	1.191,2	223,3	232,7	0,57	19
Índice altura (%)	37,0	82,1	7,1	22,2	0,60	19
S _A (m ² /mn ²)	5.693,8	31.391,3	127,0	10.381,7	1,82	19
Densidad (S _A /m ²)	0,5	2,2	0,1	0,5	0,98	19

Tabla 36.

Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por zona.

Variable		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	1,02E+06	2	5,08E+05	2,91	0,065
	Intra-grupos	7,50E+06	43	1,74E+05		
	Total	8,51E+06	45			
Alto	Inter-grupos	7,43E+02	2	3,71E+02	2,68	0,080
	Intra-grupos	5,96E+03	43	1,39E+02		
	Total	6,70E+03	45			
Elongación	Inter-grupos	1,28E+03	2	6,38E+02	1,40	0,259
	Intra-grupos	1,97E+04	43	4,57E+02		
	Total	2,09E+04	45			
Perímetro	Inter-grupos	7,28E+08	2	3,64E+08	3,79	0,030
	Intra-grupos	4,12E+09	43	9,59E+07		
	Total	4,85E+09	45			
Área	Inter-grupos	9,20E+08	2	4,60E+08	3,91	0,027
	Intra-grupos	5,06E+09	43	1,18E+08		
	Total	5,98E+09	45			
Dim. Fractal	Inter-grupos	5,65E-02	2	2,82E-02	2,69	0,079
	Intra-grupos	4,51E-01	43	1,05E-02		
	Total	5,08E-01	45			
Prof. Agregación	Inter-grupos	2,75E+04	2	1,38E+04	9,03	0,001
	Intra-grupos	6,55E+04	43	1,52E+03		
	Total	9,31E+04	45			
Fondo	Inter-grupos	1,96E+06	2	9,81E+05	7,84	0,001
	Intra-grupos	5,38E+06	43	1,25E+05		
	Total	7,34E+06	45			
Ind. Altura	Inter-grupos	2,84E+03	2	1,42E+03	2,37	0,106
	Intra-grupos	2,58E+04	43	5,99E+02		
	Total	2,86E+04	45			
S _A	Inter-grupos	2,08E+08	2	1,04E+08	2,18	0,125
	Intra-grupos	2,05E+09	43	4,77E+07		
	Total	2,26E+09	45			
Densidad	Inter-grupos	5,45E-01	2	2,73E-01	1,52	0,231
	Intra-grupos	7,73E+00	43	1,80E-01		
	Total	8,28E+00	45			

Tabla 37.

Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas según rango de fondo.

200 - 299 m	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	C.V.	N
Largo (m)	588,3	1.441,6	211,4	336,7	0,57	12
Alto (m)	27,5	59,0	8,4	17,8	0,65	12
Elongación	31,6	90,8	6,8	28,6	0,91	12
Perímetro (m)	7.411,5	27.825,6	1.629,4	7.026,6	0,95	12
Area (m ²)	14.690,4	29.929,9	3.061,7	9.269,0	0,63	12
Dim. Fractal	1,55	1,77	1,44	0,11	0,07	12
Prof. Agreg (m)	220,2	281,6	169,9	32,4	0,15	12
Índice altura (%)	13,7	28,5	6,1	7,2	0,53	12
s _A (m ² /mn ²)	8.064,1	31.391,3	168,1	11.517,7	1,43	12
Densidad (s _A /m ²)	0,5	2,2	0,0	0,6	1,27	12
300 - 399 m	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	C.V.	N
Largo (m)	285,5	1.100,3	41,2	379,9	1,33	10
Alto (m)	16,8	31,4	6,1	6,7	0,40	10
Elongación	13,9	39,8	2,7	13,6	0,97	10
Perímetro (m)	3.975,0	14.375,8	388,2	5.358,1	1,35	10
Area (m ²)	6.535,6	34.643,1	326,8	11.123,9	1,70	10
Dim. Fractal	1,58	1,72	1,43	0,10	0,06	10
Prof. Agreg (m)	237,0	298,5	163,6	43,8	0,19	10
Índice altura (%)	30,3	50,2	15,9	11,5	0,38	10
s _A (m ² /mn ²)	2.376,8	18.638,8	127,0	5.731,5	2,41	10
Densidad (s _A /m ²)	0,5	1,5	0,1	0,5	0,97	10
400 - 499 m	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	C.V.	N
Largo (m)	87,4	157,5	49,0	48,1	0,55	4
Alto (m)	17,3	32,3	8,0	10,8	0,62	4
Elongación	5,5	8,4	4,3	2,0	0,36	4
Perímetro (m)	1.214,9	2.841,5	400,7	1.129,4	0,93	4
Area (m ²)	1.858,8	5.054,9	500,4	2.166,2	1,17	4
Dim. Fractal	1,53	1,56	1,48	0,03	0,02	4
Prof. Agreg (m)	223,0	261,9	206,4	26,3	0,12	4
Índice altura (%)	48,9	55,2	39,0	6,9	0,14	4
s _A (m ² /mn ²)	1.374,6	4.641,2	177,9	2.179,1	1,59	4
Densidad (s _A /m ²)	0,5	0,9	0,2	0,3	0,56	4
500 - 599 m	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	C.V.	N
Largo (m)	78,1	120,2	50,6	28,2	0,36	5
Alto (m)	16,2	20,6	11,3	3,9	0,24	5
Elongación	5,2	8,9	2,6	2,6	0,50	5
Perímetro (m)	927,8	1.570,9	604,3	391,6	0,42	5
Area (m ²)	1.189,6	1.631,1	792,3	403,5	0,34	5
Dim. Fractal	1,53	1,62	1,48	0,06	0,04	5
Prof. Agreg (m)	261,5	292,4	217,5	39,3	0,15	5
Índice altura (%)	52,7	61,6	46,9	6,1	0,12	5
s _A (m ² /mn ²)	546,9	1.185,3	338,6	359,2	0,66	5
Densidad (s _A /m ²)	0,5	1,1	0,3	0,4	0,72	5
>= 600 m	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	C.V.	N
Largo (m)	433,6	1.774,6	32,9	567,4	1,31	15
Alto (m)	18,2	39,4	7,9	10,3	0,57	15
Elongación	19,5	69,5	3,0	21,3	1,10	15
Perímetro (m)	10.030,9	53.409,5	307,7	15.853,1	1,58	15
Area (m ²)	10.564,0	44.923,1	346,4	14.408,9	1,36	15
Dim. Fractal	1,65	1,82	1,47	0,11	0,06	15
Prof. Agreg (m)	272,1	327,7	145,9	49,0	0,18	15
Índice altura (%)	71,6	84,3	51,3	11,4	0,16	15
s _A (m ² /mn ²)	1.662,8	10.863,5	133,5	2.883,9	1,73	15
Densidad (s _A /m ²)	0,3	0,7	0,0	0,2	0,69	15

Tabla 38.

Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por rango de fondo.

Variable		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	1,45E+06	4	3,62E+05	2,10	0,098
	Intra-grupos	7,06E+06	41	1,72E+05		
	Total	8,51E+06	45			
Alto	Inter-grupos	9,24E+02	4	2,31E+02	1,64	0,183
	Intra-grupos	5,77E+03	41	1,41E+02		
	Total	6,70E+03	45			
Elongación	Inter-grupos	3,84E+03	4	9,60E+02	2,30	0,075
	Intra-grupos	1,71E+04	41	4,17E+02		
	Total	2,09E+04	45			
Perímetro	Inter-grupos	5,25E+08	4	1,31E+08	1,25	0,307
	Intra-grupos	4,32E+09	41	1,05E+08		
	Total	4,85E+09	45			
Area	Inter-grupos	9,95E+08	4	2,49E+08	2,05	0,105
	Intra-grupos	4,98E+09	41	1,21E+08		
	Total	5,98E+09	45			
Dim. Fractal	Inter-grupos	1,09E-01	4	2,73E-02	2,81	0,038
	Intra-grupos	3,98E-01	41	9,72E-03		
	Total	5,08E-01	45			
Prof. Agregación	Inter-grupos	2,23E+04	4	5,58E+03	3,24	0,021
	Intra-grupos	7,07E+04	41	1,73E+03		
	Total	9,31E+04	45			
Ind. Altura	Inter-grupos	2,48E+04	4	6,19E+03	65,78	0,000
	Intra-grupos	3,86E+03	41	9,41E+01		
	Total	2,86E+04	45			
S _A	Inter-grupos	3,74E+08	4	9,34E+07	2,03	0,108
	Intra-grupos	1,89E+09	41	4,60E+07		
	Total	2,26E+09	45			
Densidad	Inter-grupos	5,94E-01	4	1,49E-01	0,79	0,536
	Intra-grupos	7,68E+00	41	1,87E-01		
	Total	8,28E+00	45			

Tabla 39.

Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).

	Largo	Alto	Elon.	Perím.	Área	Dim. Frac.	Prof. Agreg.	Fondo	Ind. Alt.	S _A	Dens.
Largo	1	0,302	0,847	0,929	0,809	0,293	-0,018	-0,422	-0,618	0,465	0,051
Alto	0,302	1	-0,078	0,303	0,753	-0,304	-0,156	-0,336	-0,322	0,749	0,302
Elongación	0,847	-0,078	1	0,784	0,435	0,512	0,046	-0,319	-0,529	0,123	-0,121
Perímetro	0,929	0,303	0,784	1	0,738	0,416	0,013	-0,356	-0,527	0,286	-0,105
Área	0,809	0,753	0,435	0,738	1	-0,050	-0,146	-0,407	-0,496	0,760	0,213
Dim. Fractal	0,293	-0,304	0,512	0,416	-0,050	1	0,345	0,104	-0,150	-0,355	-0,569
Prof. Agreg.	-0,018	-0,156	0,046	0,013	-0,146	0,345	1	0,251	-0,006	-0,156	-0,135
Fondo	-0,422	-0,336	-0,319	-0,356	-0,407	0,104	0,251	1	0,849	-0,318	-0,214
Ind. Altura	-0,618	-0,322	-0,529	-0,527	-0,496	-0,150	-0,006	0,849	1	-0,358	-0,119
S _A	0,465	0,749	0,123	0,286	0,760	-0,355	-0,156	-0,318	-0,358	1	0,660
Densidad	0,051	0,302	-0,121	-0,105	0,213	-0,569	-0,135	-0,214	-0,119	0,660	1

Tabla 40.

Valores propios y variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes.

Nº componente	Valor propio	% variabilidad explicada	% acumulado
1	4,69	42,60	42,60
2	2,75	25,03	67,63
3	1,17	10,64	78,27
4	0,93	8,44	86,70
5	0,76	6,93	93,63
6	0,32	2,91	96,54
7	0,17	1,55	98,08
8	0,10	0,91	98,99
9	0,08	0,70	99,69
10	0,03	0,27	99,96
11	0,00	0,04	100,00

Tabla 41.

Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales.

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	0,91	0,30	0,12
Alto	0,59	-0,55	0,28
Elongación	0,67	0,60	-0,05
Perímetro	0,83	0,42	0,16
Área	0,90	-0,17	0,30
Dim. Fractal	0,10	0,87	0,12
Prof. Agreg.	-0,13	0,38	0,43
Fondo	-0,65	0,13	0,68
Ind. Altura	-0,77	-0,11	0,46
S _A	0,68	-0,60	0,28
Densidad	0,24	-0,72	0,01

Tabla 42.

Valores promedio, y desviación estándar de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2001-2014.

	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007	
Variable	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.
Largo (m)	1.032	0,79	1.398	1,40	1.776	1,09	1.742	0,80	1.088	1,09	527	1,43	675	0,93
Alto (m)	45	0,49	34	0,34	31	0,41	23	0,45	21	0,53	14	0,58	16	0,52
Elongación	27	0,93	40	1,25	56	1,01	80	0,85	53	0,93	42	1,35	57	1,15
Perímetro (m)	6.076	0,91	5.990	1,43	7.722	1,25	9.530	0,74	5.214	1,19	2.639	1,87	3.649	0,93
Area (m ²)	14.105	1,09	44.516	1,84	65.831	1,39	42.787	0,94	28.226	1,65	8.570	1,88	9.986	0,95
Dim. Fractal	1,55	0,05	1,35	0,07	1,36	0,08	1,46	0,04	1,41	0,06	1,39	0,10	1,47	0,07
Prof. Card (m)	190	0,18	240	0,25	253	0,34	208	0,20	181	0,21	159	0,19	202	0,36
Prof. Fondo (m)	258	0,40	569	0,59	414	0,51	448	0,55	261	0,48	238	0,60	275	0,58
Índice altura (%)	20	0,93	43	0,65	30	0,71	44	0,46	22	0,96	22	0,99	17	1,09
S _A (m ² /mn ²)	5.693	2,21	4.113	3,22	9.323	1,85	11.942	1,67	10.513	1,93	3.573	2,48	2.260	1,31
Densidad (s _A /m ²)	0,46	1,29	0,27	2,87	0,54	4,08	0,29	1,46	0,46	2,15	0,74	1,89	0,68	2,43
Nº obs	301		147		107		46		136		181		70	
	2008		2009		2011		2012		2013		2014			
Variable	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.		
Largo (m)	536	0,78	579	0,99	537	0,96	563	0,54	565	0,90	265	1,30		
Alto (m)	24	0,38	23	0,68	20	0,59	19	0,26	21	0,70	18	0,70		
Elongación	23	0,76	25	0,74	35	1,40	30	0,54	30	0,89	16	1,35		
Perímetro (m)	3.057	1,27	1.682	0,86	4.316	1,41	4.241	0,71	10.322	1,16	3.417	1,62		
Area (m ²)	13.994	0,93	18.304	2,19	12.559	1,84	10.950	0,67	14.916	2,24	5.838	1,61		
Dim. Fractal	1,34	0,13	1,29	0,09	1,42	0,13	1,47	0,10	1,63	0,06	1,57	0,06		
Prof. Card (m)	256	0,20	221	0,22	237	0,19	271	0,24	288	0,16	238	0,15		
Prof. Fondo (m)	398	0,43	301	0,32	318	0,33	396	0,34	439	0,34	438	0,47		
Índice altura (%)	28	0,77	23	0,77	21	0,71	28	0,55	29	0,58	38	0,54		
S _A (m ² /mn ²)	2.178	1,12	6.506	2,36	5.570	4,61	5.542	3,96	4.330	5,37	3.765	2,28		
Densidad (s _A /m ²)	0,35	1,51	0,79	1,78	0,28	1,22	0,33	3,01	0,50	1,99	0,48	1,00		
Nº obs	66		79		49		25		55		30			

Tabla 43.
Alimentación general para la Merluza de tres aletas.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cefalópodos								
Indeterminado	1.00	1.00	7.30	0.93	0.93	1.50	2.25	0.02
Crustáceos								
Restos	10.00	10.00	20.09	9.26	9.26	4.13	123.97	0.89
Peces								
<i>Electrona carlsbergi</i>	3.00	3.00	14.90	2.78	2.78	3.06	16.22	0.12
<i>Gymnoscopelus nicholsi</i>	2.00	2.00	1.90	1.85	1.85	0.39	4.15	0.03
<i>Lampanyctus australis</i>	1.00	1.00	3.00	0.93	0.93	0.62	1.43	0.01
<i>Myctophum phengodes</i>	1.00	1.00	6.10	0.93	0.93	1.25	2.02	0.01
<i>Protomyctophum tenisoni</i>	1.00	1.00	1.50	0.93	0.93	0.31	1.14	0.01
Restos	88.00	88.00	428.78	81.48	81.48	88.14	13821.10	98.92
Total	108.00	108.00	486.47	100.0	100.0	100.0	13972.28	100.00

Tabla 44.
Alimentación de hembras para la Merluza de tres aletas.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cefalópodos								
Indeterminado	1.00	1.00	7.30	1.39	1.39	2.04	4.76	0.04
Restos	1.00	1.00	2.90	1.39	1.39	0.81	3.05	0.02
Crustáceos								
Restos	10.00	10.00	20.09	13.89	13.89	5.60	270.70	2.13
Peces								
<i>Electrona carlsbergi</i>	3.00	3.00	14.90	4.17	4.17	4.15	34.67	0.27
<i>Lampanyctus australis</i>	1.00	1.00	3.00	1.39	1.39	0.84	3.09	0.02
<i>Protomyctophum tenisoni</i>	1.00	1.00	1.50	1.39	1.39	0.42	2.51	0.02
Restos	55.00	55.00	308.98	76.39	76.39	86.15	12415.86	97.50
Total	72.00	72.00	358.67	100.00	100.00	100.00	12734.64	100.00

Tabla 45.
Alimentación de machos para la Merluza de tres aletas.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cefalópodos								
Restos	1.00	1.00	2.90	2.38	2.38	2.07	10.59	0.08
Crustáceos								
Restos	5.00	5.00	9.69	11.90	11.90	6.90	223.89	1.70
Peces								
<i>Gymnoscopelus nicholsi</i>	2.00	2.00	1.90	4.76	4.76	1.35	29.12	0.22
<i>Myctophum phengodes</i>	1.00	1.00	6.10	2.38	2.38	4.35	16.01	0.12
Restos	33.00	33.00	119.80	78.57	78.57	85.33	12878.26	97.87
Total	42.00	42.00	140.39	100.00	100.00	100.00	13157.88	100.00

Tabla 46.
Alimentación grupo de talla I para la Merluza de tres aletas.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
Restos	2.00	2.00	2.00	7.69	7.69	1.53	70.91	0.60
Peces								
<i>Electrona carlsbergi</i>	3.00	3.00	14.90	11.54	11.54	11.37	264.27	2.24
<i>Protomyctophum tenisoni</i>	1.00	1.00	1.50	3.85	3.85	1.14	19.19	0.16
Restos	19.00	19.00	109.80	73.08	73.08	83.75	11460.64	97.00
Total	26.00	26.00	131.10	100.0	100.0	100.0	11815.01	100.00

Tabla 47.
Alimentación grupo de talla II para la Merluza de tres aletas.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cefalópodos								
Indeterminado	1.00	1.00	7.30	1.20	1.20	2.05	3.93	0.03
Crustáceos								
Restos	9.00	9.00	18.09	10.84	10.84	5.09	172.75	1.19
Peces								
<i>Gymnoscopelus nicholsi</i>	2.00	2.00	1.90	2.41	2.41	0.53	7.09	0.05
<i>Lampanyctus australis</i>	1.00	1.00	3.00	1.20	1.20	0.84	2.47	0.02
<i>Myctophum phengodes</i>	1.00	1.00	6.10	1.20	1.20	1.72	3.52	0.02
Restos	69.00	69.00	319.18	83.13	83.13	89.77	14373.47	98.70
Total	83.00	83.00	355.57	100.00	100.00	100.00	14563.22	100.00

Tabla 48.

Alimentación a profundidades menor a 300 metros de Merluza de tres aletas.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
Restos	3.00	3.00	4.90	6.52	6.52	2.20	56.85	0.34
Peces								
<i>Electrona carlsbergi</i>	1.00	1.00	9.00	2.17	2.17	4.03	13.49	0.08
Restos	42.00	42.00	209.30	91.30	91.30	93.77	16898.31	99.59
Total	46.00	46.00	223.20	100.00	100.00	100.00	16968.65	100.00

Tabla 49.

Alimentación a profundidades mayor a 300 metros de Merluza de tres aletas.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cefalópodos								
Indeterminado	1.00	1.00	7.30	1.64	1.64	2.80	7.28	0.06
Restos	1.00	1.00	2.90	1.64	1.64	1.11	4.51	0.04
Crustáceos								
Restos	7.00	7.00	15.19	11.48	11.48	5.83	198.63	1.62
Peces								
<i>Electrona carlsbergi</i>	2.00	2.00	5.90	3.28	3.28	2.27	18.18	0.15
<i>Gymnoscopelus nicholsi</i>	2.00	2.00	1.90	3.28	3.28	0.73	13.14	0.11
<i>Lampanyctus australis</i>	1.00	1.00	3.00	1.64	1.64	1.15	4.58	0.04
<i>Myctophum phengodes</i>	1.00	1.00	6.10	1.64	1.64	2.34	6.53	0.05
<i>Protomyctophum tenisoni</i>	1.00	1.00	1.50	1.64	1.64	0.58	3.63	0.03
Restos	46.00	46.00	219.48	75.41	75.41	84.30	12043.35	97.95
Total	61.00	61.00	260.37	100.00	100.00	100.00	12295.32	100.00

Tabla 50.

Alimentación a profundidades mayor a 300 metros de Merluza de tres aletas.

Especies	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	n
<i>Merluccius australis</i>	-17.66±1.84	17.12±1.75	58
<i>Macruronus magellanicus</i>	-17.37±1.74	14.96±1.66	44
<i>Micromesistius australis</i>	-18.70±0.92	13.95±2.21	50
Total predadores			152
Crustaceos			
<i>Euphausia frigida</i>	-16.59±0.63	13.69±0.61	12
<i>Euphausia vellentini</i>	-19.95±1.45	9.24±5.20	17
Sub total Eufausidos			29
<i>Pasiphaea doffleini</i>	-16.66±0.74	13.89±1.87	5
<i>Pasiphaea acutifronz</i>	-18.30±0.55	15.81±1.83	7
<i>Segestes articus</i>	-17.31±1.03	15.81±1.29	12
Sub total Camarones			24
<i>Munida subrugosa</i>	-18.48	9.03	1
Sub total Langostinos			1
Cefalopodos			
<i>Todarodes filipovae</i>	-16.56±0.17	15.62±1.78	3
Subtotal Cefalopodos			3
Peces			
<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	-17.23±0.8	16.32±1.79	2
<i>Diaphus</i> sp	-17.36	14.15	1
<i>Electrona</i> sp	-16.40±0.22	17.85±0.51	4
<i>Hygophum</i> sp	-16.79	19.29	1
<i>Lampanyctodes hectoris</i>	-17.92±0.63	12.69±4.14	2
<i>Lampanyctus australis</i>	-17.03±0.23	16.89±0.86	5
<i>Lampanyctus</i> sp	-17.36±0.91	16.99±1.18	41
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	-17.25±0.53	15.76±1.49	16
<i>Notophysis marginata</i>	-16.51±0.78	16.02±2.94	3
<i>Stomia</i> sp	-18.44±0.47	16.44±1.40	2
<i>Symbolophorus</i> sp	-16.49	15.20	1
<i>Talismania aphos</i>	-16.62±0.42	17.55±0.62	8
Sub total Peces			86

Tabla 51.

Captura en peso y número en lances de identificación, entre latitudes 51°00' y 53°00'S. Agosto 2014.

Captura (kg)						
Lance N°	Fecha	M. Cola	M. Austral	M. 3 aletas	Mictófidos	Total
1	22-08-2014	19.7	65.1	1.9		86.72
2	23-08-2014	89.4	22.9	27.3		139.65
3	23-08-2014					
4	23-08-2014	26.6	3.9	9.8	4.8	45.07
5	24-08-2014	25.3	9.9	3.3		38.44

N° ejemplares						
Lance N°	Fecha	M. Cola	M. Austral	M. 3 aletas	Mictófidos	Total
1	22-08-2014	22	22	2		46
2	23-08-2014	172	9	88		269
3	23-08-2014					
4	23-08-2014	51	2	26	494	573
5	24-08-2014	48	6	8		62

Tabla 52.

Estimados de Biomasa y Abundancia de las tres especies objetivo entre las latitudes 51°00' y 53°00'S. Agosto 2014.

Especie	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N°*1000)	CV
merluza de cola	1.681	0,190	3.328	0,190
merluza austral	645	0,375	238	0,375
merluza de tres aletas	474	0,554	1.726	0,554



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

FIGURAS



Figura 1. Buque científico AGS 61 Cabo de Hornos utilizado en el crucero.

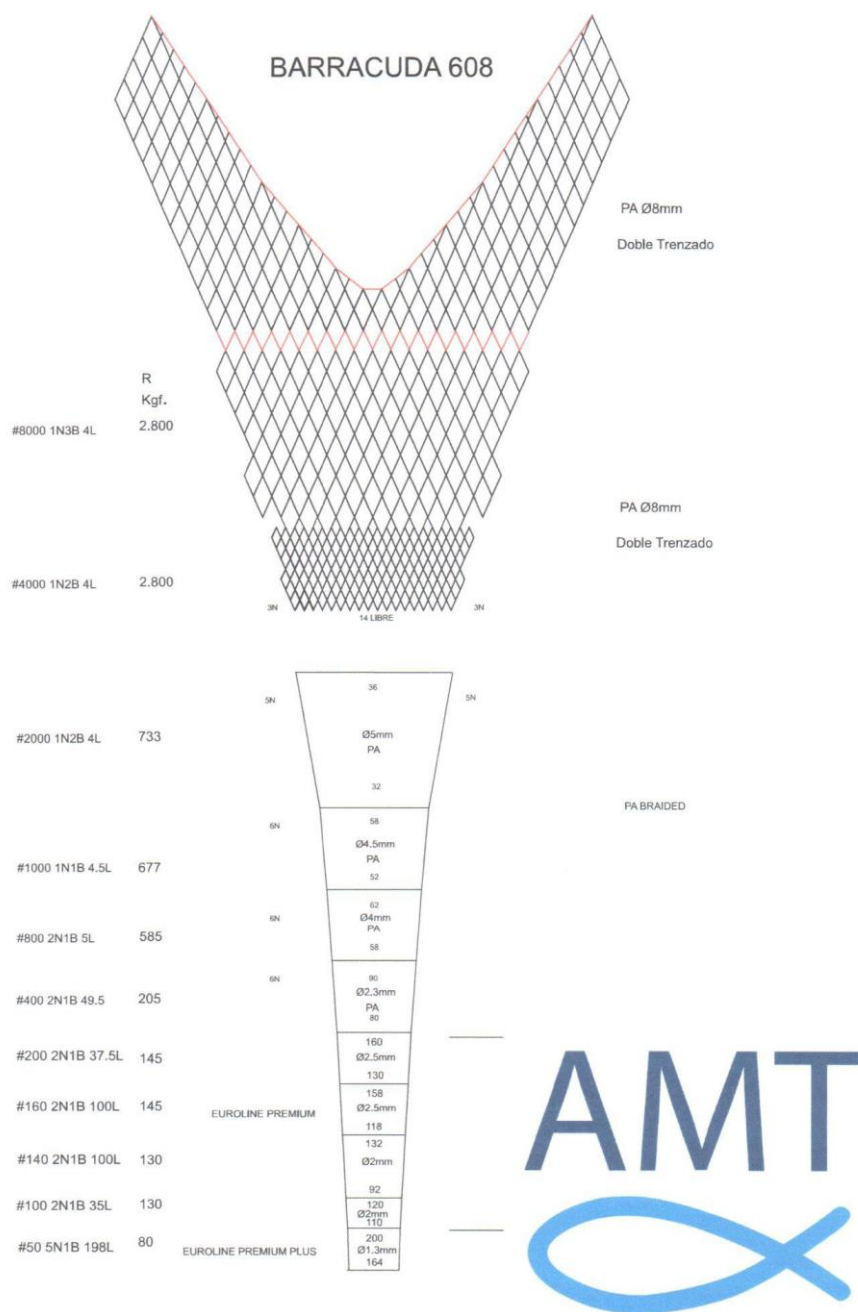


Figura 2. Red de arrastre Barracuda 608 utilizada en el crucero.

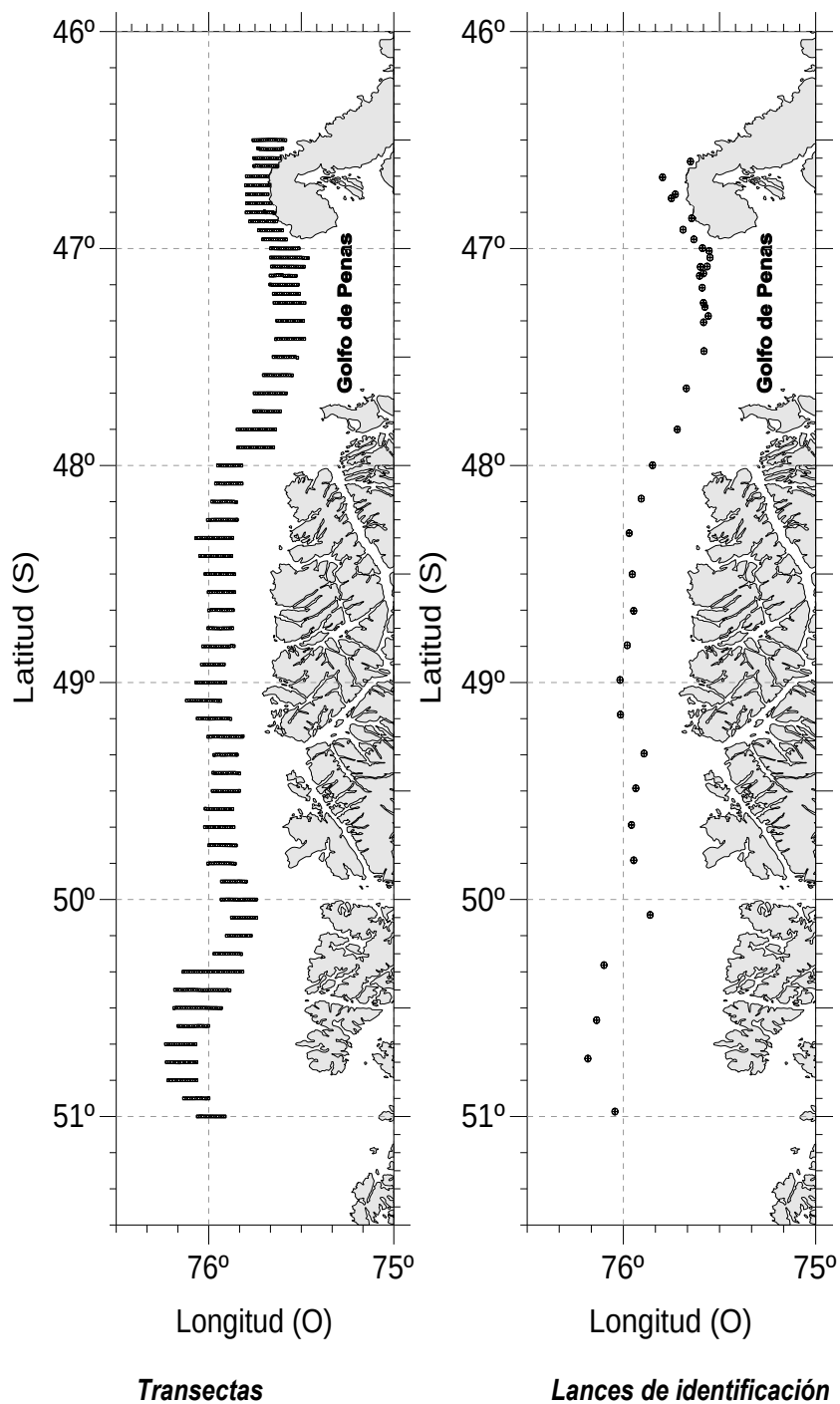


Figura 3. Distribución de las transectas de muestreo acústico y lances de pesca de identificación en el área de estudio, agosto 2014.

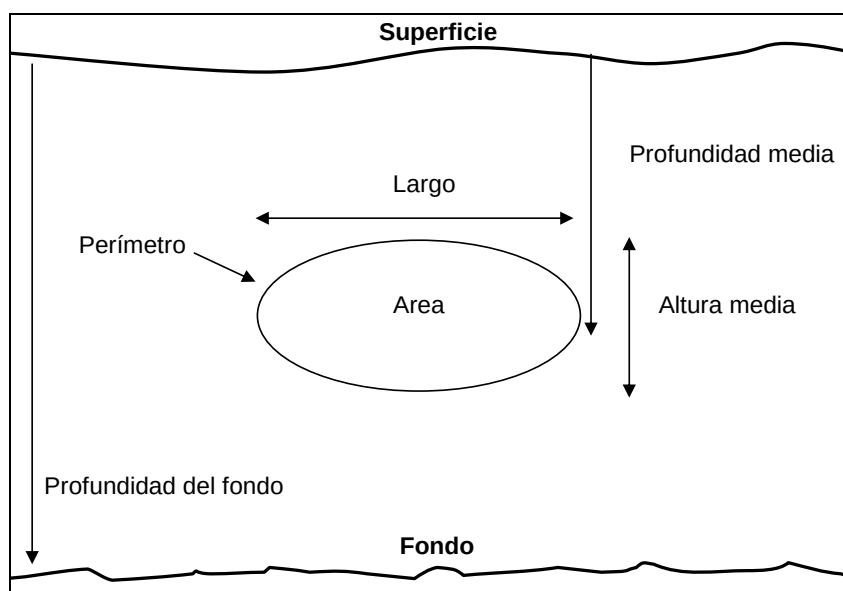


Figura 4. Descriptores morfol3gicos y batim3tricos de una agregaci3n.

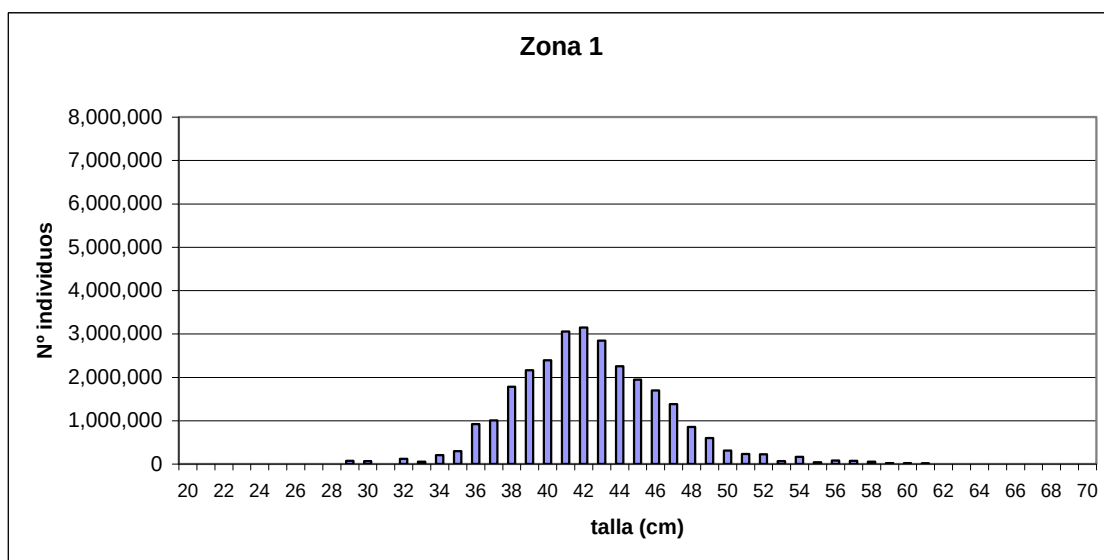


Figura 5. Distribuci3n de frecuencia de la Abundancia para la Zona 1. Agosto 2014.

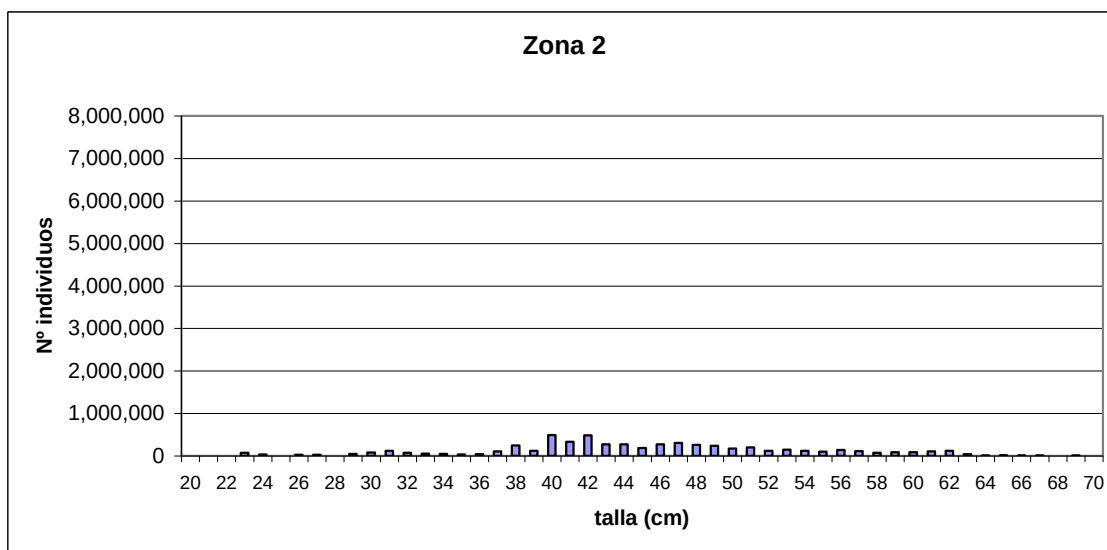


Figura 6. Distribuci3n de frecuencia de la Abundancia para la Zona 2. Agosto 2014.

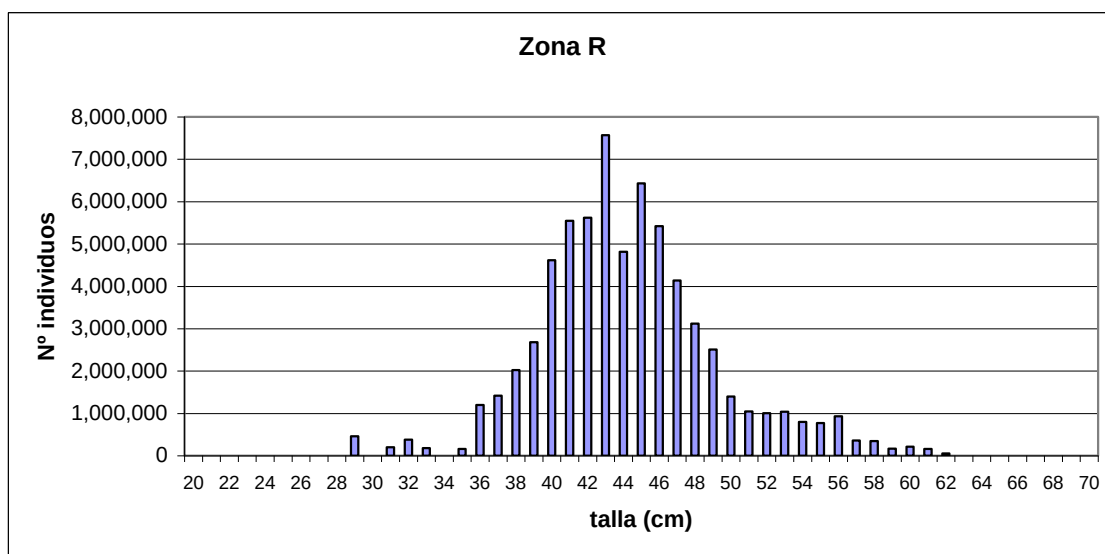


Figura 7. Distribución de frecuencia de la Abundancia para la Zona R. Agosto 2014.

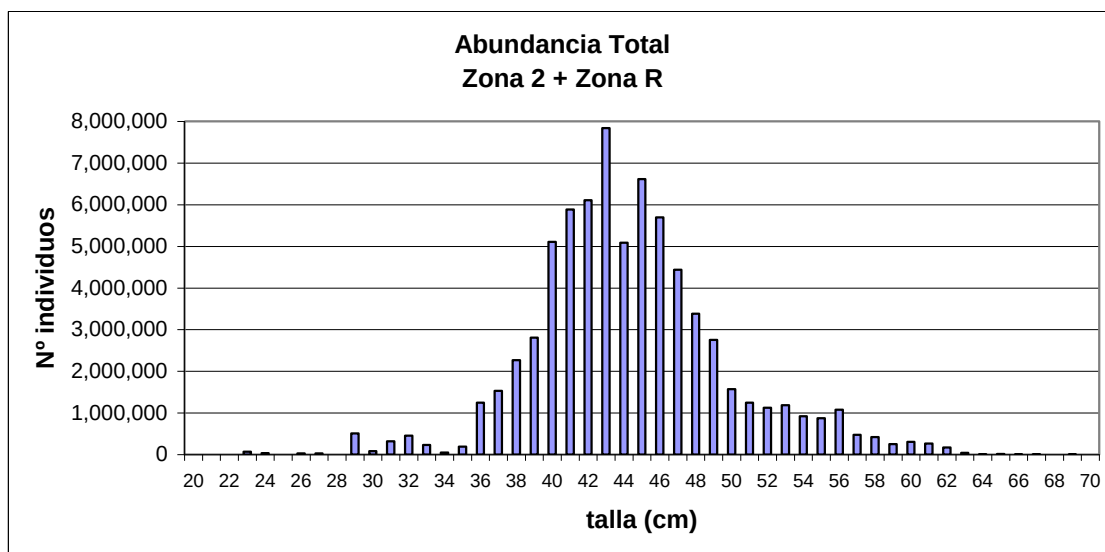


Figura 8. Distribución de frecuencia de la Abundancia Total de merluza de tres aletas, zona 2 + zona R, Agosto 2014.

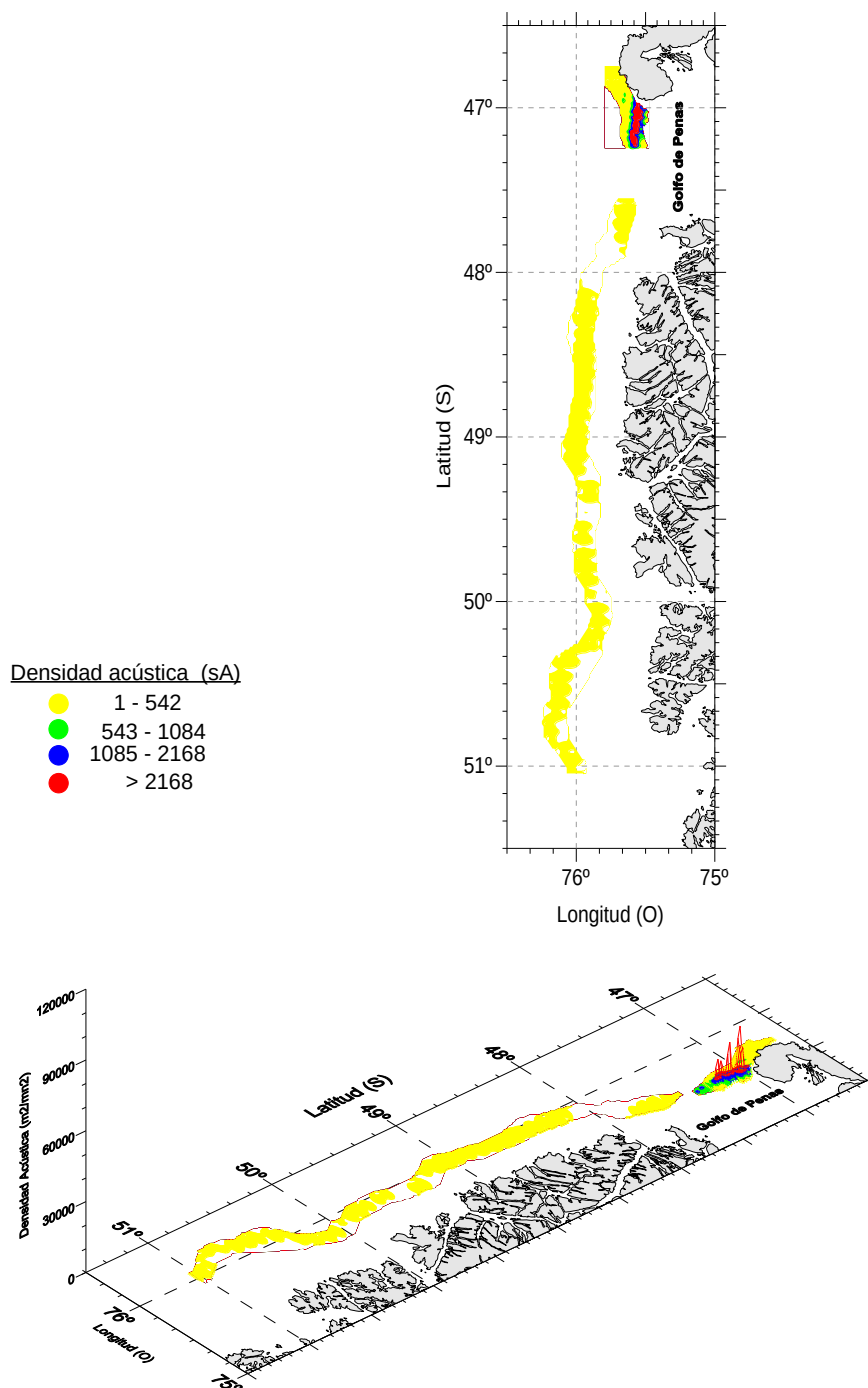


Figura 9. Distribución espacial de la densidad de merluza de tres aletas, Zona 1+2+3. Agosto 2013.

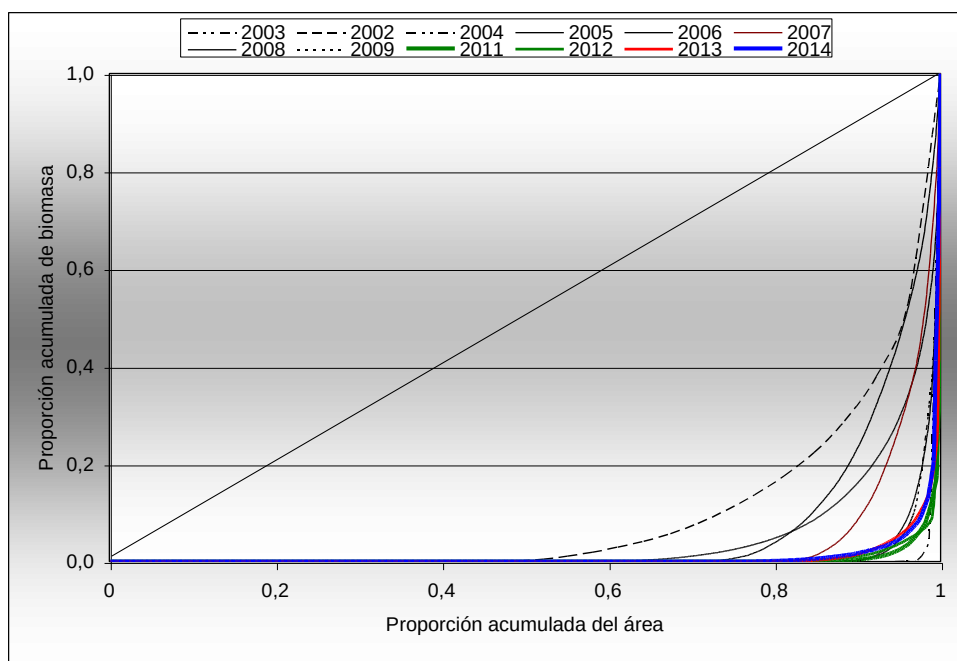


Figura 10. Curvas de Lorenz estimadas para los a1os 2002-2014.

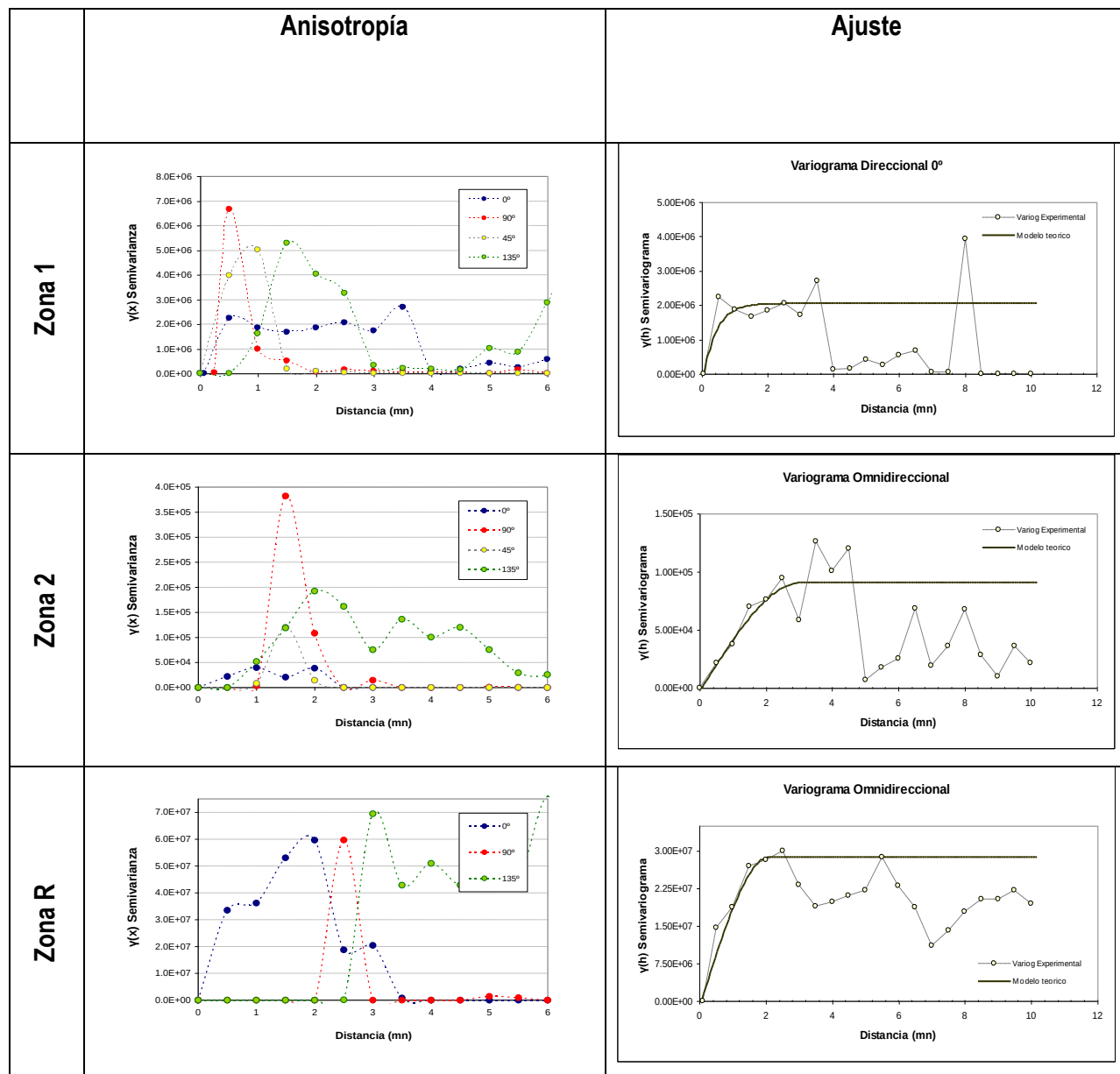
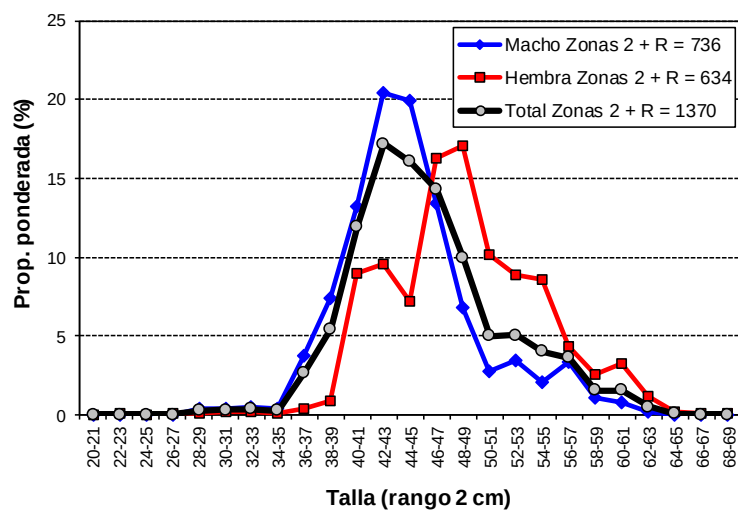


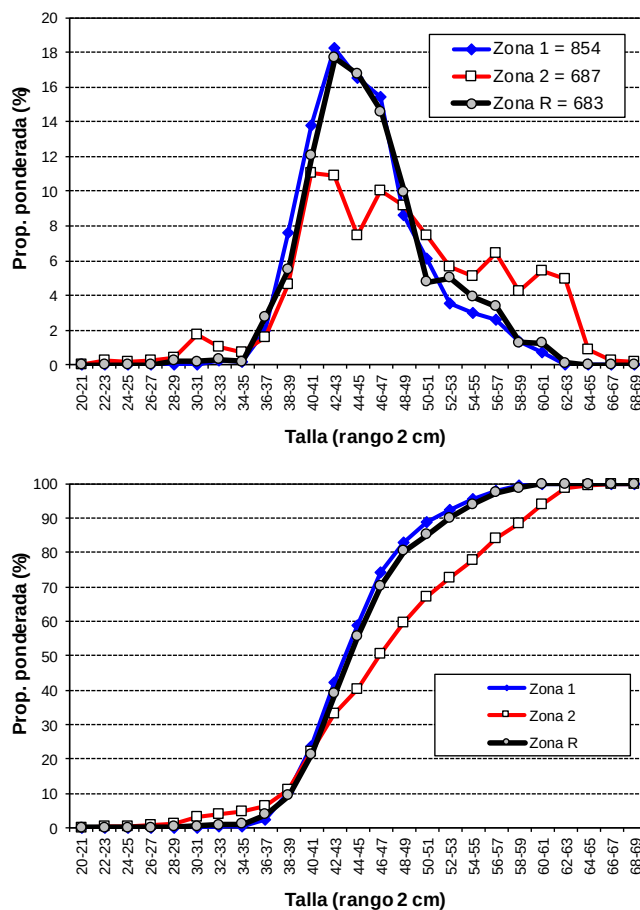
Figura 11. Análisis Anisotropía y Variograma experimental-modelo teórico ajustado por subzona: 1, 2 y R. Crucero M3A 2014.



Indicador	Macho Zonas 2 + R	Hembra Zonas 2 + R	Total Zonas 2 + R
n	736	634	1370
Mín. (cm)	23	23	23
Máx. (cm)	62	69	69
Prom. (cm)	44.5	48.6	45.8
D. est. (cm)	2.0	2.9	1.8
% < 35 cm	1.3	0.5	1.0
Prop. Sex. (%)	63.0	37.0	100

Zona 2	47°20' - 51°00' LS	Lances Crucero2	7 al 26 entre 24 y 31/ago/2014
Zona R	46°30' - 47°20' LS	Lances Crucero2	27 al 39 entre 31/ago y 4/sep/2014

Figura 12. Distribuci3n de talla por sexo de merluza de tres aletas para per3odo de desove comprendido entre la Zona R m3s la Zona 2. B/C Cabo de Hornos (ago., 2014).



Indicador	Zona 1	Zona 2	Zona R
n	854	687	683
Mín. (cm)	23	29	23
Máx. (cm)	61	69	62
Prom. (cm)	45.1	48.1	45.6
D. est. (cm)	2.2	1.9	1.8
% < 35 cm	0.4	4.4	0.8
Macho (%)	77.5	38.0	72.4
Hembra (%)	22.5	62.0	27.6

Zona 1	46°30' - 47°20' LS	Lances Crucero1 30, 31, 32 y 33 + Lances Crucero2 1 al 6 entre 18 y 21/ago/2014
Zona 2	47°20' - 51°00' LS	Lances Crucero2 7 al 26 entre 24 y 31/ago/2014
Zona R	46°30' - 47°20' LS	Lances Crucero2 27 al 39 entre 31/ago y 4/sep/2014

Figura 13. Distribución de talla de merluza de tres aletas para las diferentes zonas en el área de estudio. B/C Cabo de Hornos. Agosto, 2014.

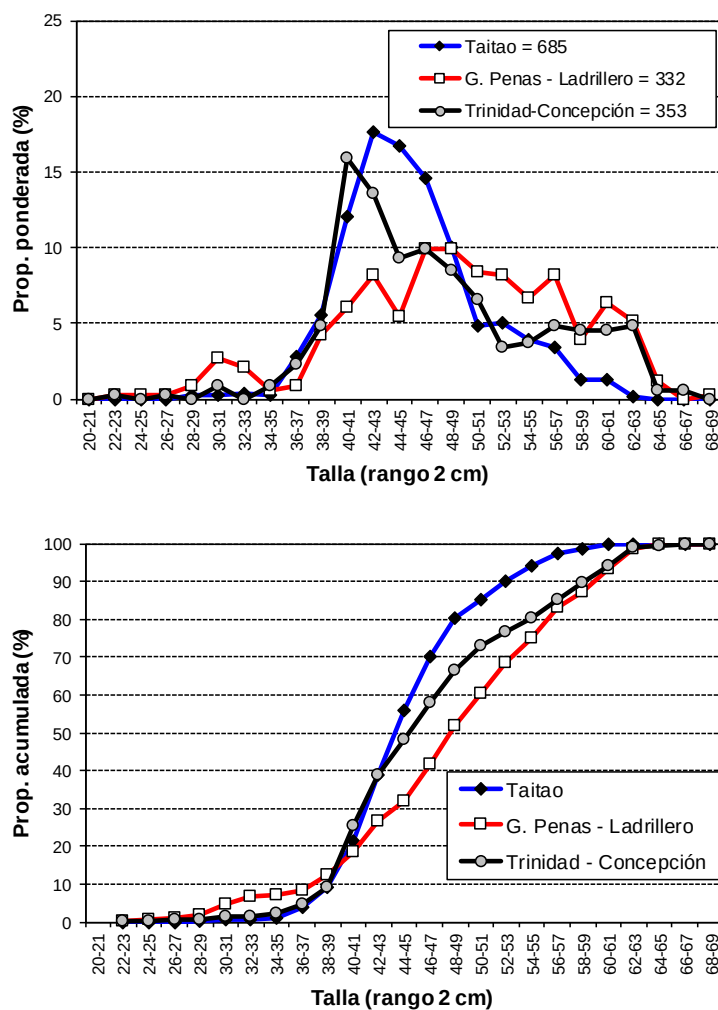
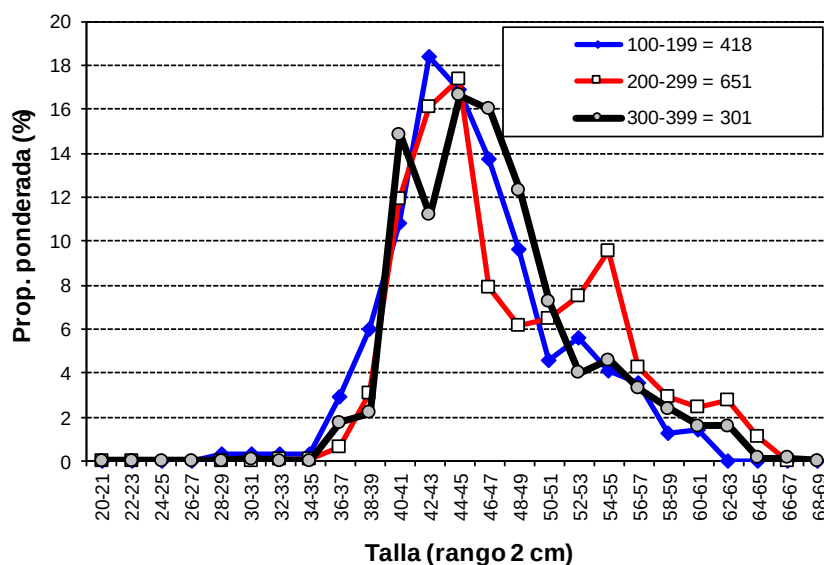


Figura 14. Distribución de talla de merluza de tres aletas por área en la Zona 2 + Zona R.. B/C Cabo de Hornos. Agosto, 2014.



Indicador	100-199	200-299	300-399
n	418	651	301
Mín. (cm)	28	23	31
Máx. (cm)	61	69	67
Prom. (cm)	45.6	45.6	46.7
D. est. (cm)	2.2	2.4	2.9
% < 35 cm	1.0	2.7	0.1
Macho (%)	77.1	61.9	43.7
Hembra (%)	22.9	38.1	56.3

Rango de profundidad en metros

Figura 15. Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red, m) en la Zona 2 + Zona R. B/C Cabo de Hornos, Agosto, 2013.

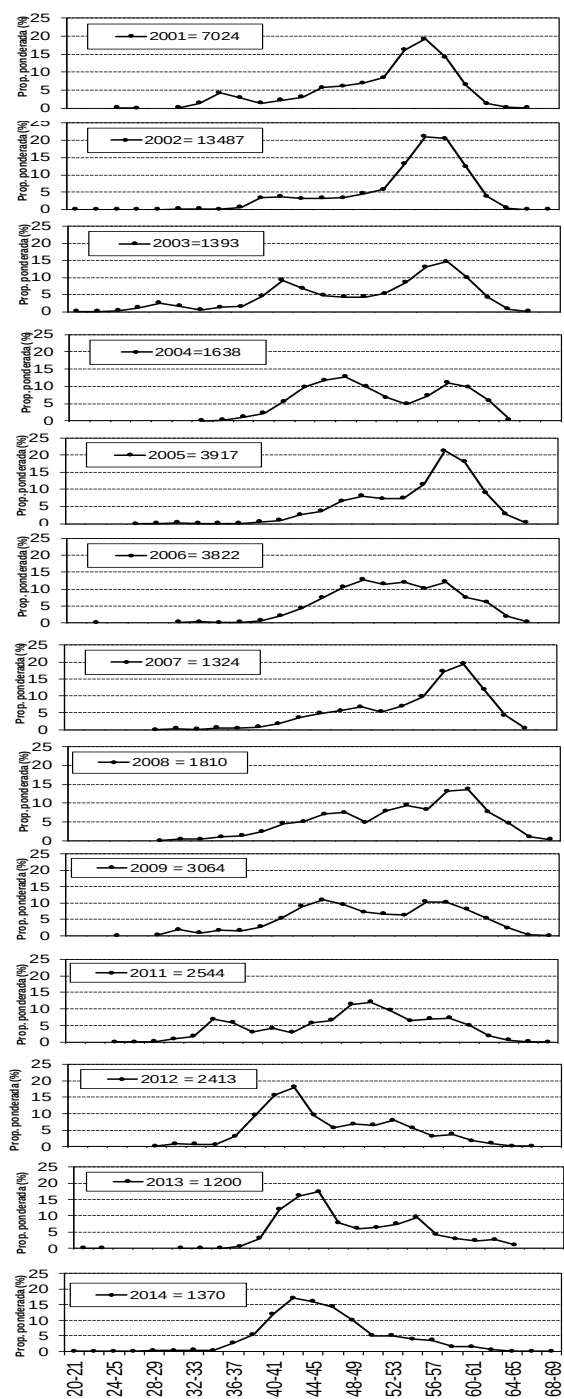
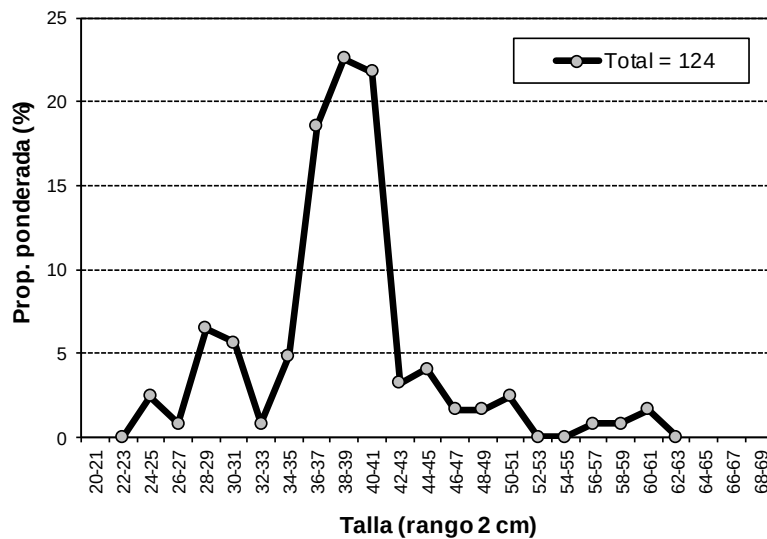


Figura 16. Distribución relativa de la talla de merluza de tres aletas para los cruceros hidroacústicos 2001 al 2014.



Indicador	Total
n	124
Mín. (cm)	24
Máx. (cm)	60
Prom. (cm)	38.4
D. est. (cm)	2.6
% < 35 cm	17.7
Macho (%)	59
Hembra (%)	41

Figura 17. Distribución de talla de merluza de tres aletas del Crucero III de exploración entre los 51°00' y 53°00' S, 22 al 28 de agosto de 2014. B/C Cabo de Hornos, Agosto 2014.

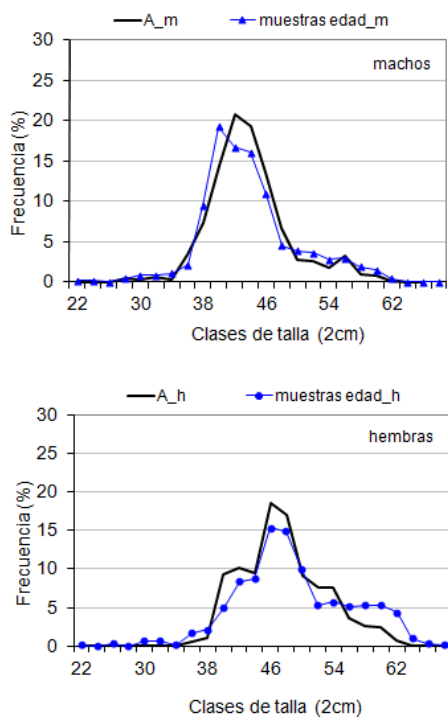


Figura 18. Distribución de frecuencia de tallas (en %) del muestreo de otolitos analizados para el estudio de edad, para machos (m) y hembras (h) y distribución por clase de talla de la abundancia (A), en el crucero de investigación 2014, según sexo.

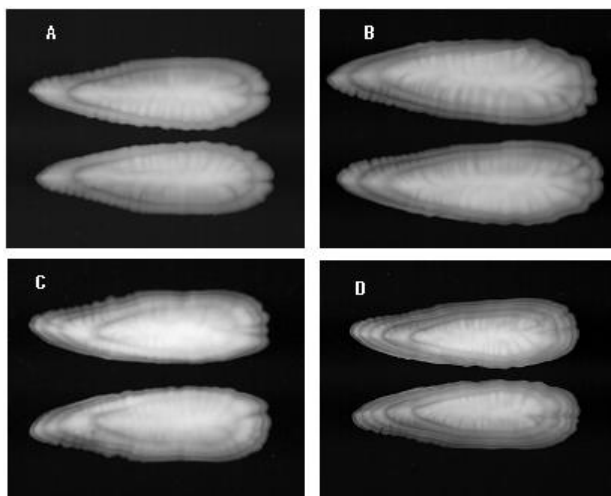


Figura 19. Otolitos de merluza de tres aletas en que se observan los *annuli*. A: Lp=31 LO=12,3 E=2; B: Lp=35 LO=14,0 E=3; C: Lp=41 LO=14,4 E=4; D: Lp=42 LO=15,6 E=5 (Lp=Longitud pez en cm; LO=longitud Otolito en mm; E=Edad).

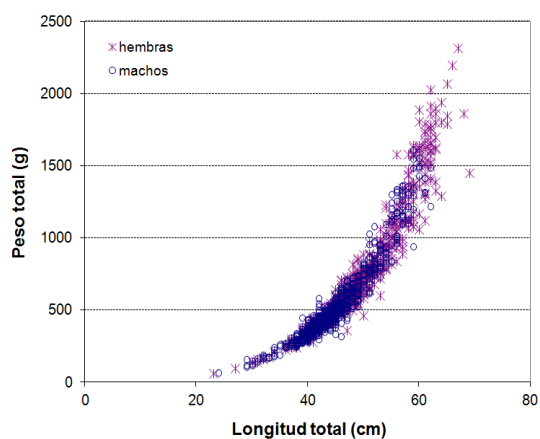


Figura 20. Dispersión de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas.

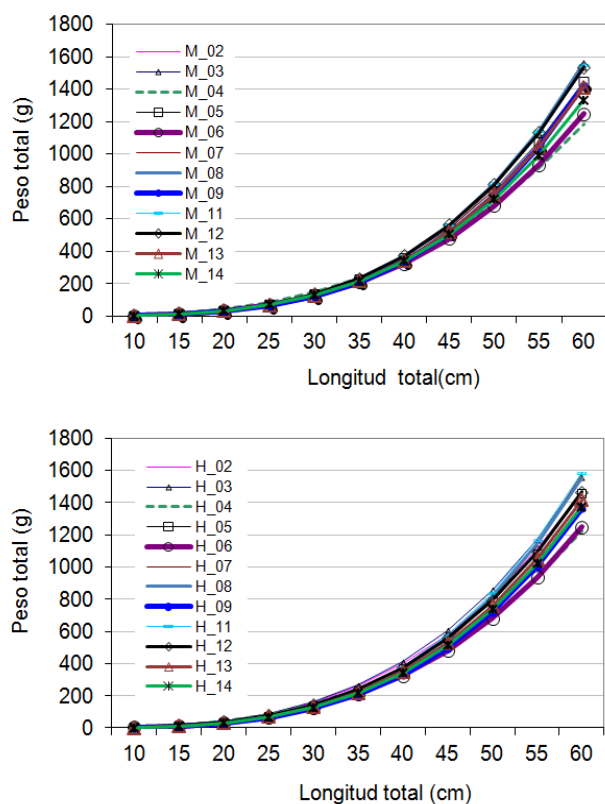


Figura 21. Curvas teóricas de peso-longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra, período 2002-2014.

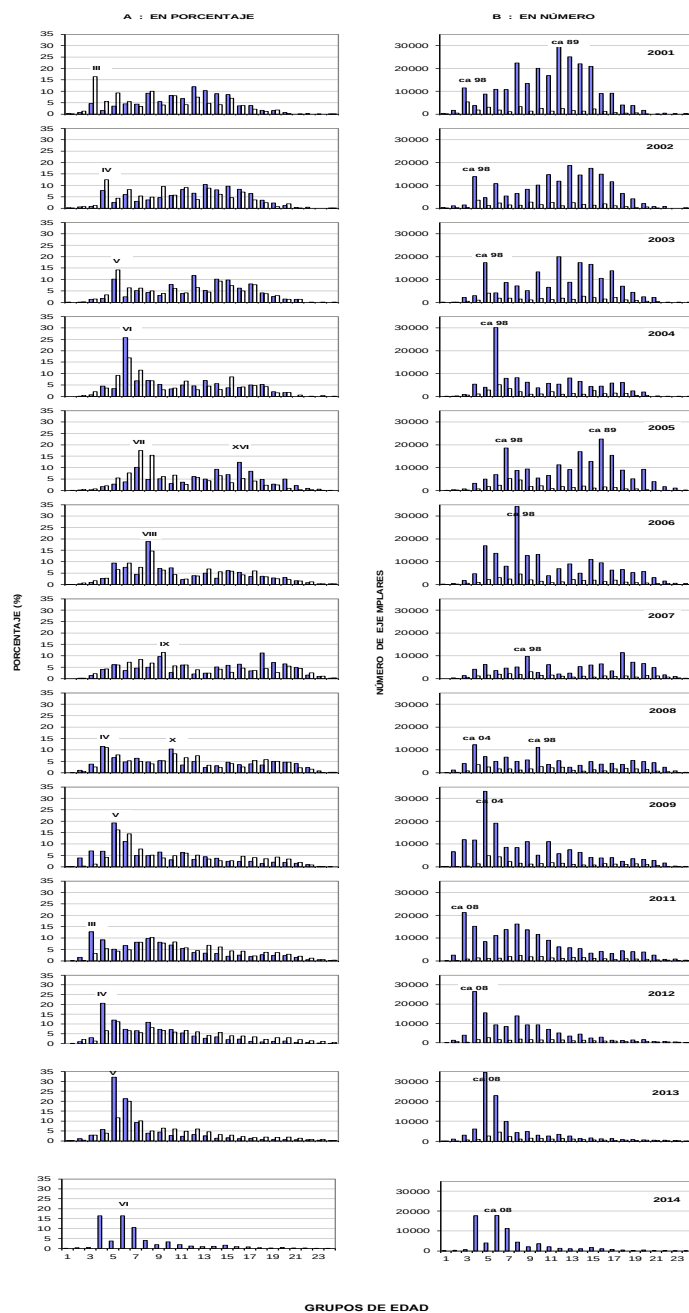


Figura 22. Estructura de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas. A: en porcentaje B: en número. Período 2001-2014. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceiros de investigación.

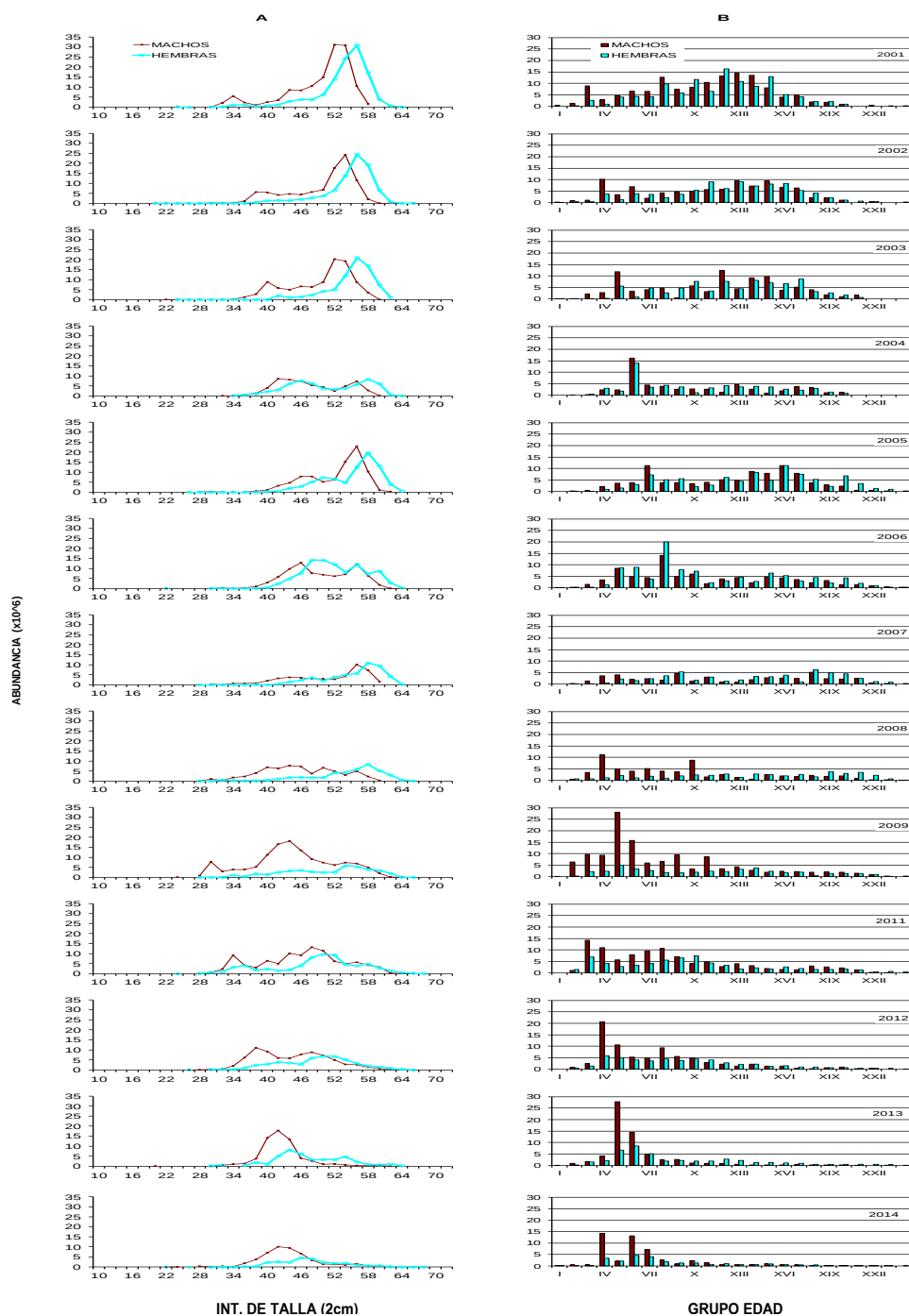


Figura 23. Distribución de la abundancia por clases de talla (columna A) y por GE (columna B) registrada en los cruceros de evaluación de merluza de tres aletas. Período 2001-2014.

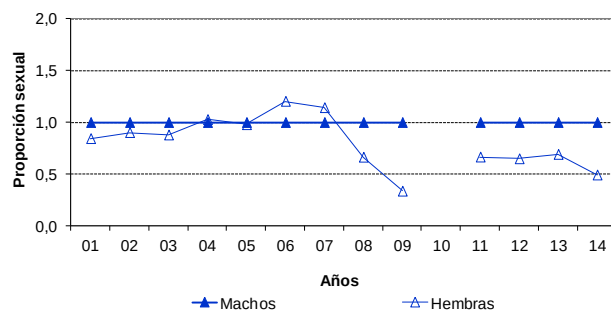


Figura 24. Proporci3n sexual de merluza de tres aletas, presente en la abundancia en el per3odo de desove, seg3n a3o.

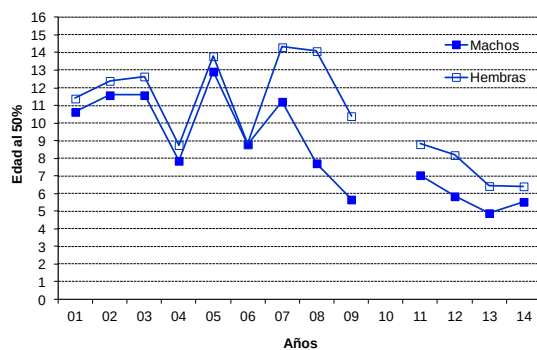


Figura 25. Edades medias de merluza de tres aletas, por sexo, presente en los cruceros de evaluaci3n del stock desovante, per3odo 2001 - 2014.

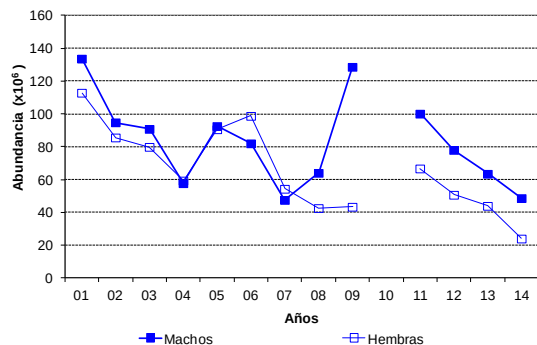


Figura 26. Abundancia de merluza de tres aletas, por sexo, en los cruceros de evaluaci3n del stock desovante, per3odo 2001 - 2014.

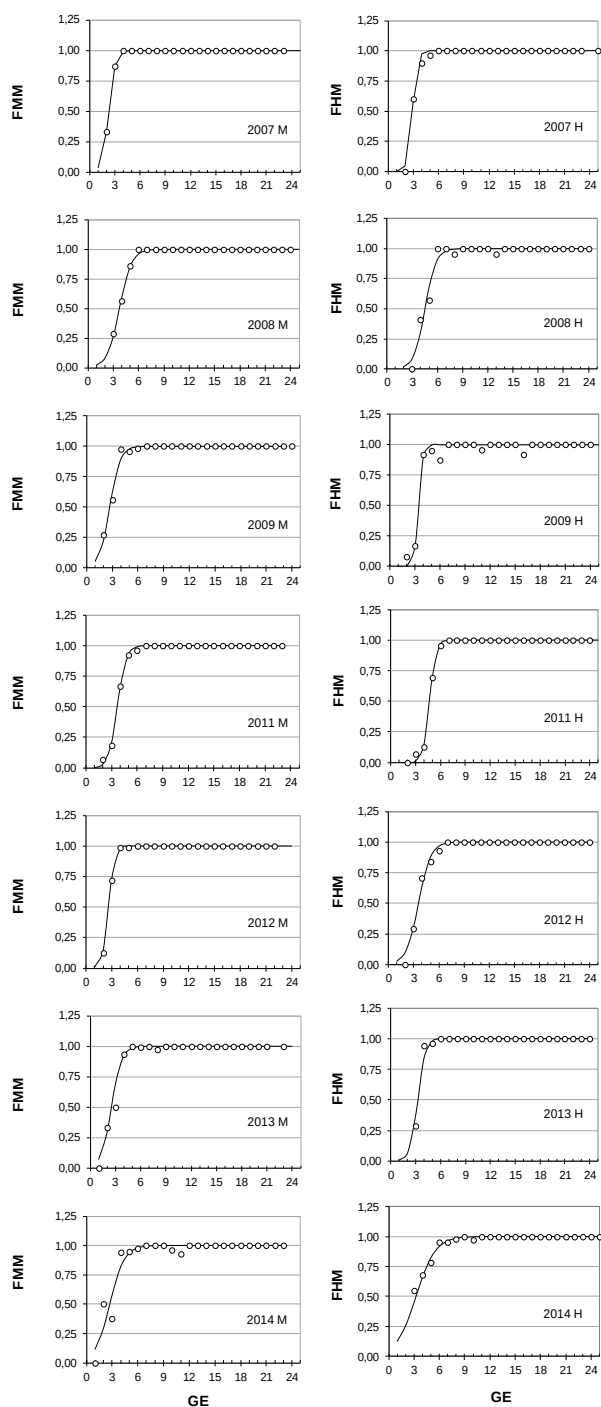


Figura 27. Fracci3n de merluza de tres aletas (machos y hembras) maduros, seg3n grupos de edad, en los cruceros de evaluaci3n a3os 2007 - 2014.

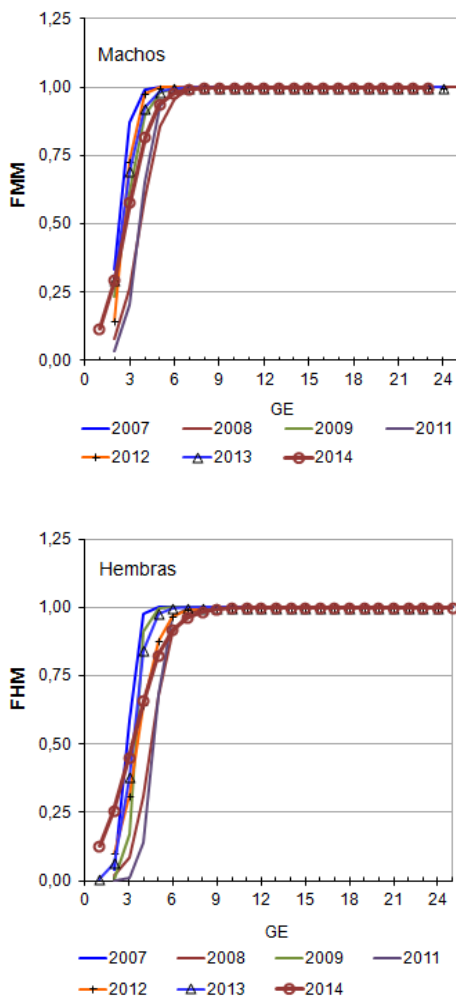


Figura 28. Curvas de madurez estimadas para merluza de tres aletas (machos y hembras), seg3n grupos de edad, en los cruceros de evaluaci3n a3os.

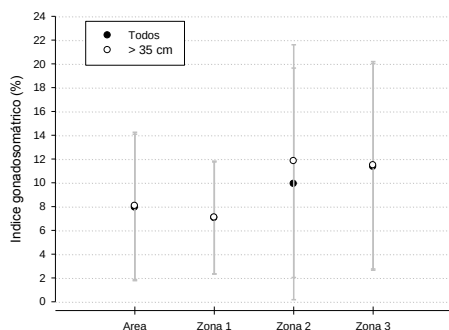


Figura 29. Índice gonadosomático promedio de machos de todas las tallas y > a 35 cm LT, para el área prospectada y por zonas (1: Taitao; 2: Golfo Penas – Ladrillero; 3: Trinidad – Concepción).

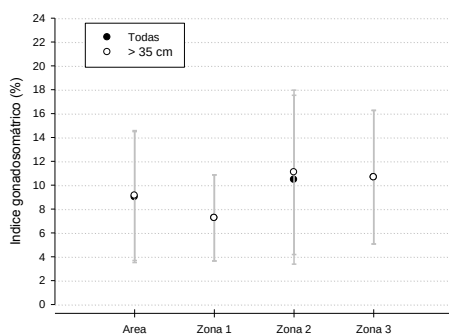


Figura 30. Índice gonadosomático promedio de hembras de todas las tallas y > a 35 cm LT, para el área prospectada y por zonas (1: Taitao; 2: Golfo Penas – Ladrillero; 3: Trinidad – Concepción).

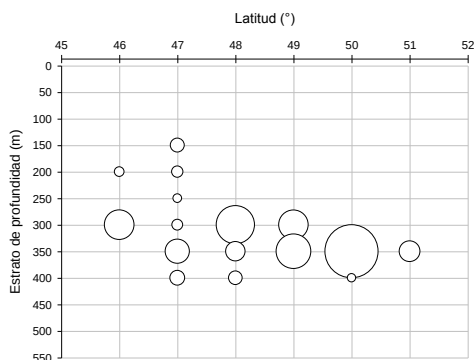


Figura 31. Distribución de los valores medios de IGS de machos > a 35 cm LT por grado de latitud y estrato de profundidad (cada 50 m).

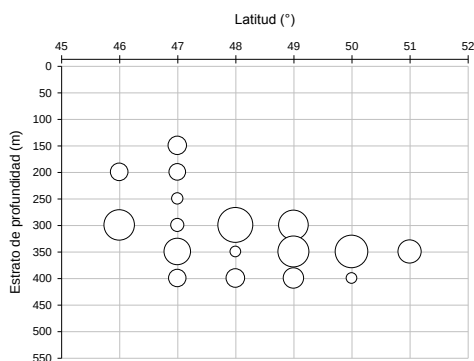


Figura 32. Distribución de los valores medios de IGS de hembras > a 35 cm LT por grado de latitud y estrato de profundidad (cada 50 m).

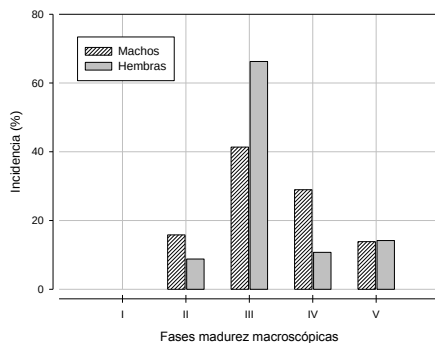


Figura 33. Incidencia de fases macroscópicas de madurez gonadal por sexos, de merluza de tres aletas en el área prospectada.

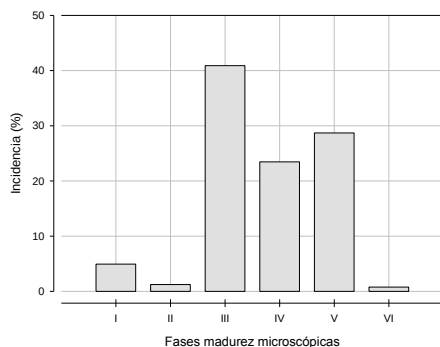


Figura 34. Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica en hembras del área prospectada.

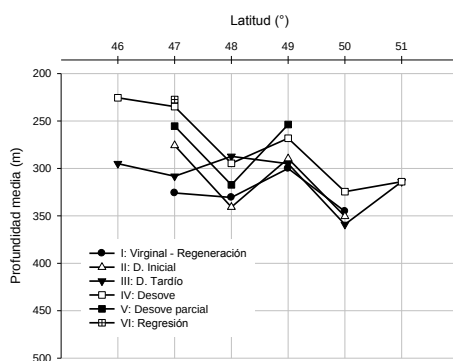


Figura 35. Distribución de las fases ováricas de madurez por grado de latitud y profundidad media.

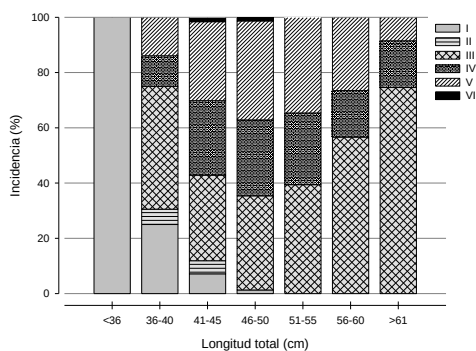


Figura 36. Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica por grupos de tamaños de las hembras.

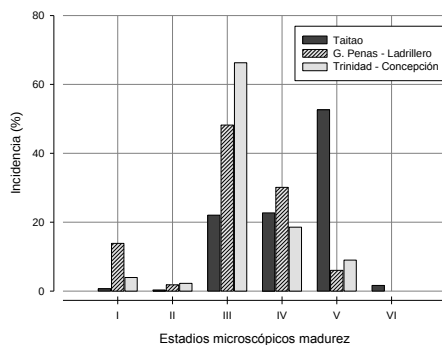


Figura 37. Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica por zonas.

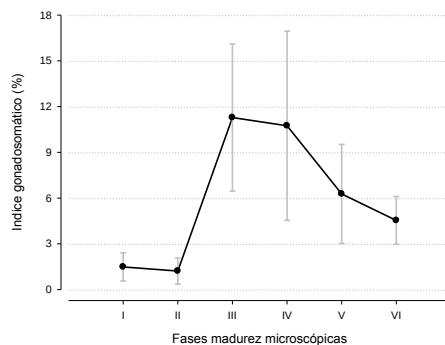


Figura 38. Distribución del IGS medio en relación a las fases microscópicas de madurez ovárica.

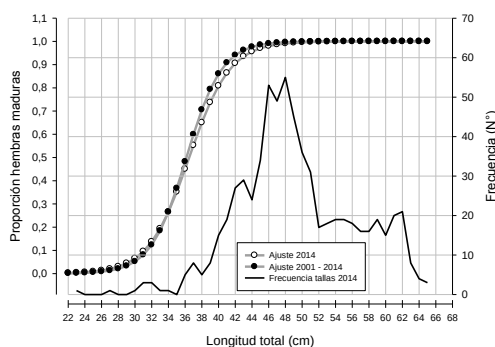


Figura 39. Ojiva de madurez a la talla de hembras en el área prospectada, con registros de 2014 y agrupados entre 2001 y 2014.

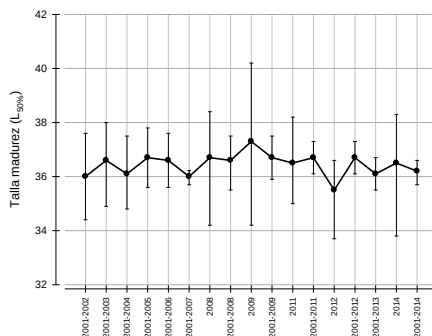


Figura 40. Estimados de la talla de madurez ($L_{50\%}$) de hembras a partir de evaluaciones directas entre los años 2001 y 2014.

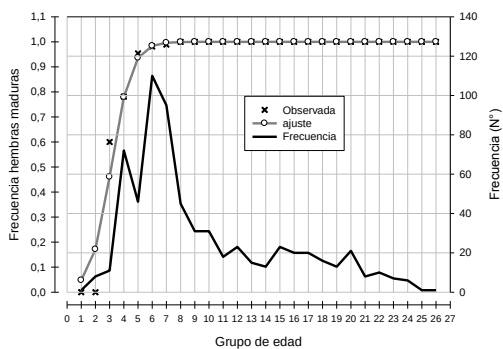


Figura 41. Ojiva de madurez a la edad de hembras en el 1rea prospectada.

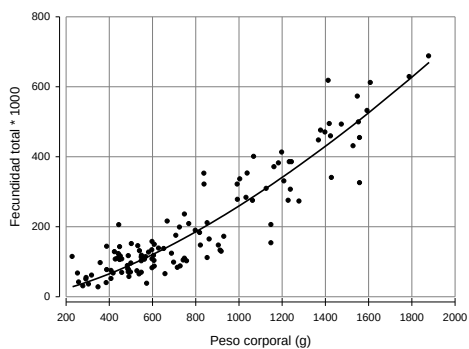


Figura 42. Relaci3n potencial entre la fecundidad total y el peso corporal de las hembras.

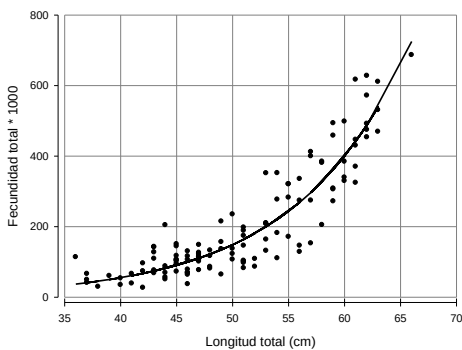


Figura 43. Relaci3n exponencial entre la fecundidad total y la longitud total de las hembras.

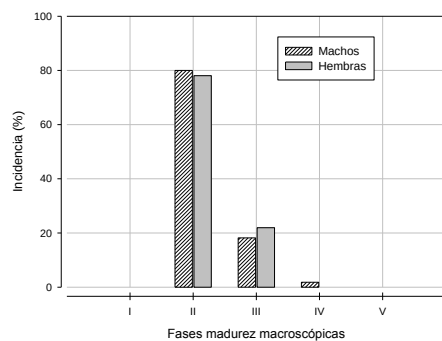


Figura 44. Incidencia de fases macroscópicas de madurez gonadal por sexos, de merluza de tres aletas en la zona III exploratoria.

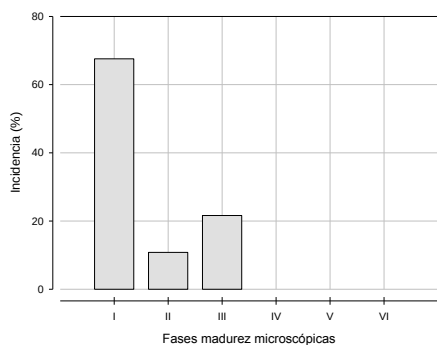


Figura 45. Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica de merluza de tres aletas en la zona III exploratoria.

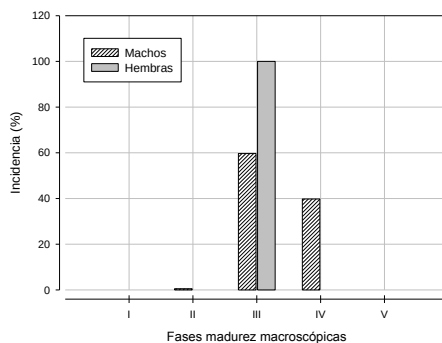


Figura 46. Incidencia de fases macroscópicas de madurez gonadal por sexos, de merluza de tres aletas en la zona entre 45° y 47° S, al norte del área normal de prospección.

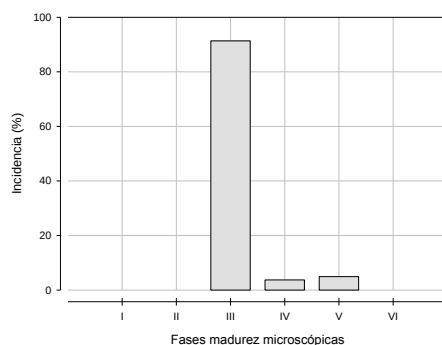


Figura 47. Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica de merluza de tres aletas en la zona entre 45° y 47° S, al norte del área normal de prospección.

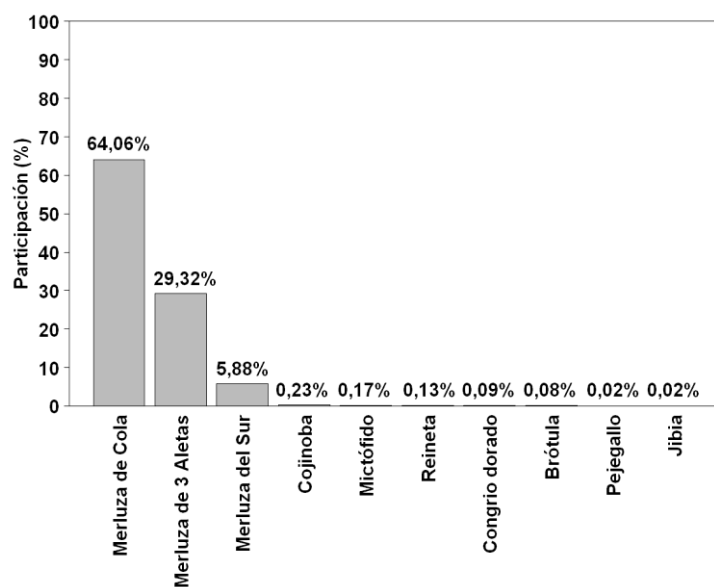


Figura 48. Composición de la captura obtenida en los lances de identificación efectuados en el área de estudio total, crucero 2014

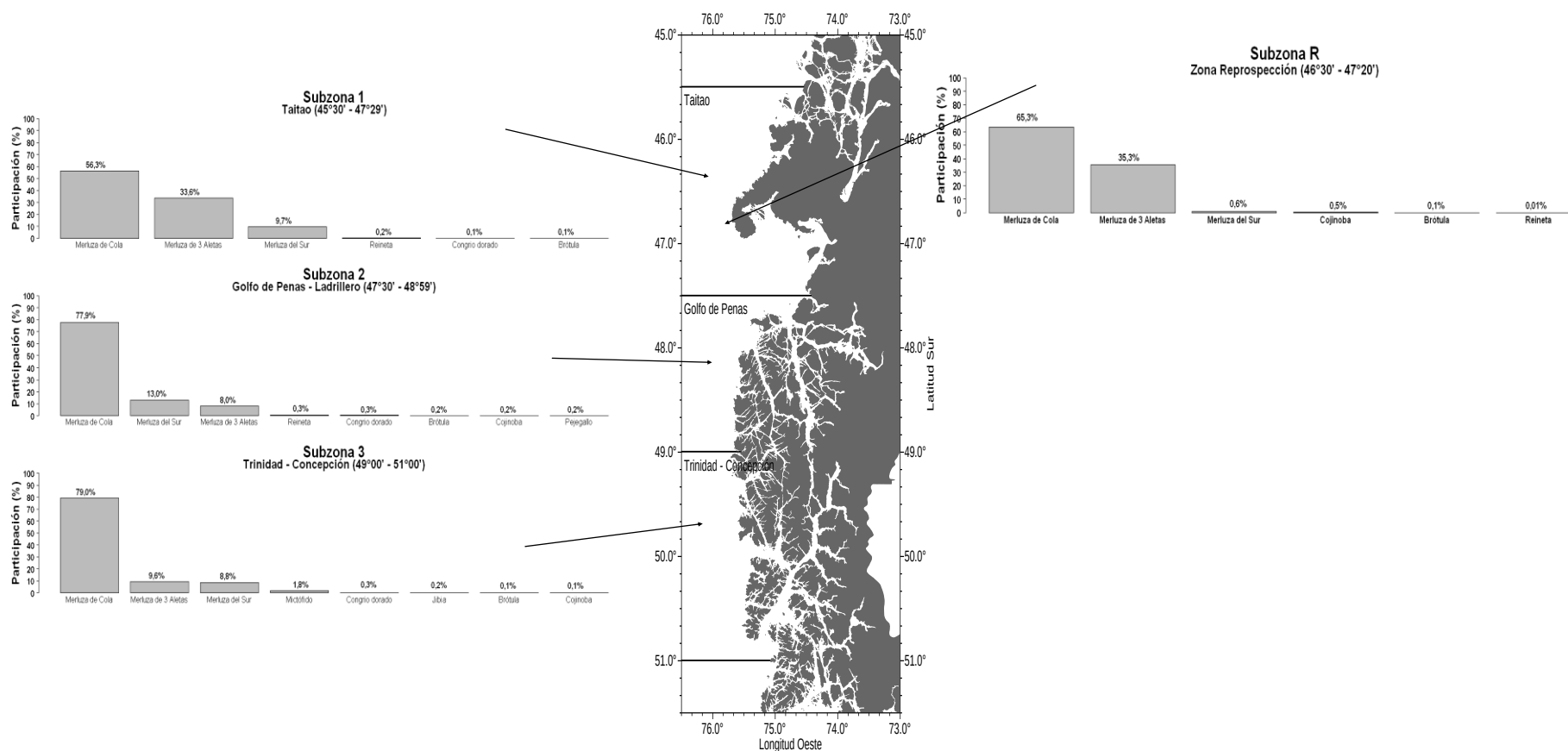


Figura 49. Composici3n de la captura obtenida en los lances de identificaci3n por zonas hist3ricas de distribuci3n adem3s de la zona de repospecci3n, crucero 2014.

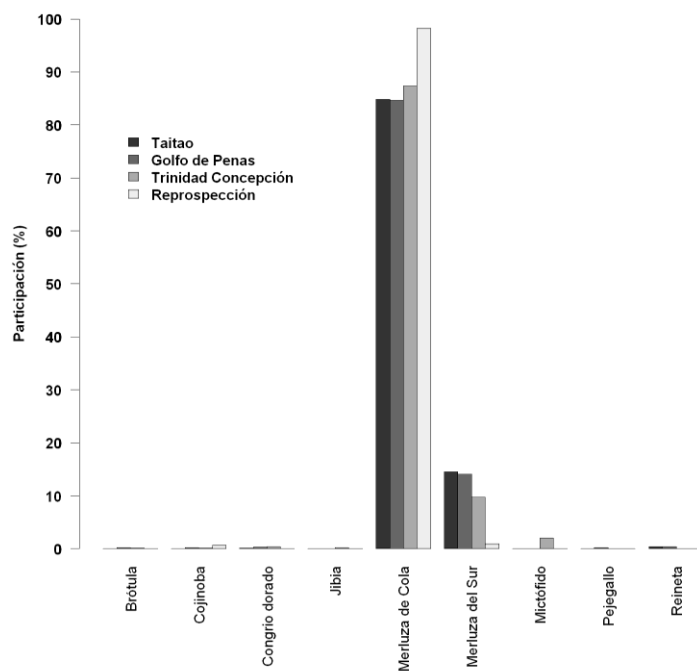


Figura 50. Composición de la captura de fauna acompañante asociada a merluza de tres aletas, por zonas de distribución históricas, obtenida en los lances de identificación, crucero 2014.

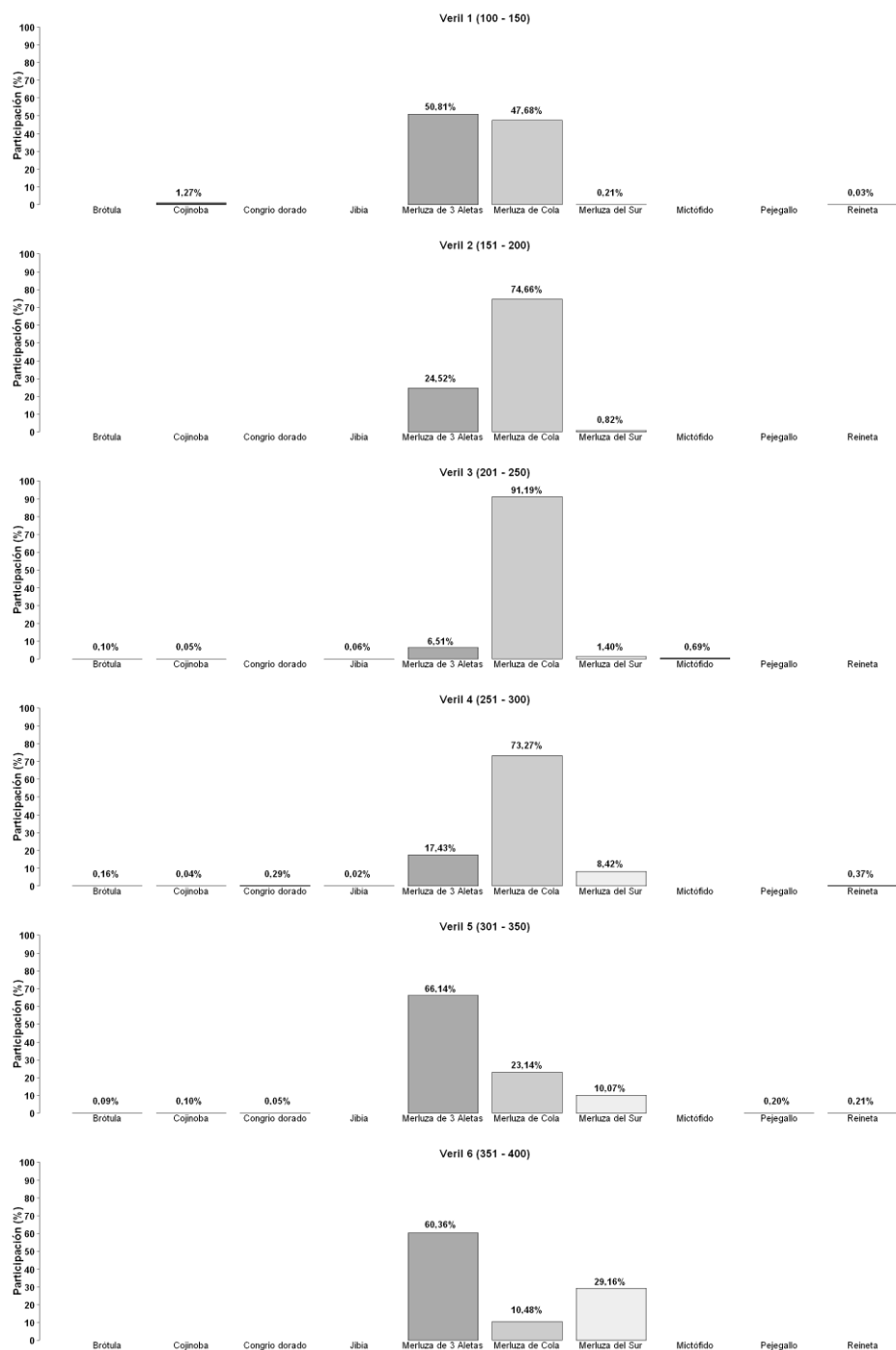


Figura 51. Composición de especies presentes en la captura obtenida en los lances de identificación por veril de profundidad, crucero 2014.

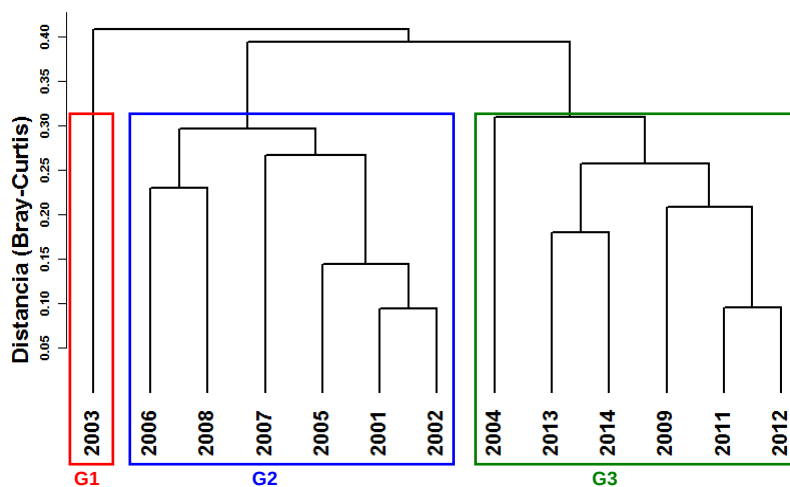


Figura 52. Resultado del análisis de clasificaci3n de los proyectos realizados entre el a3o 2001 y a3o 2014, diferenciados por cruceros.

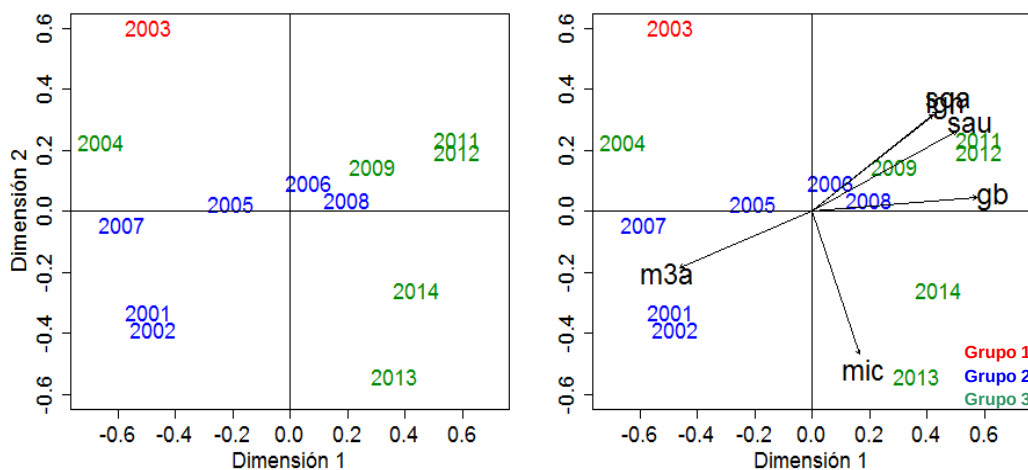


Figura 53. Resultado del análisis de ordenaci3n de los proyectos realizados entre el 2001 y 2014, diferenciados por cruceros.

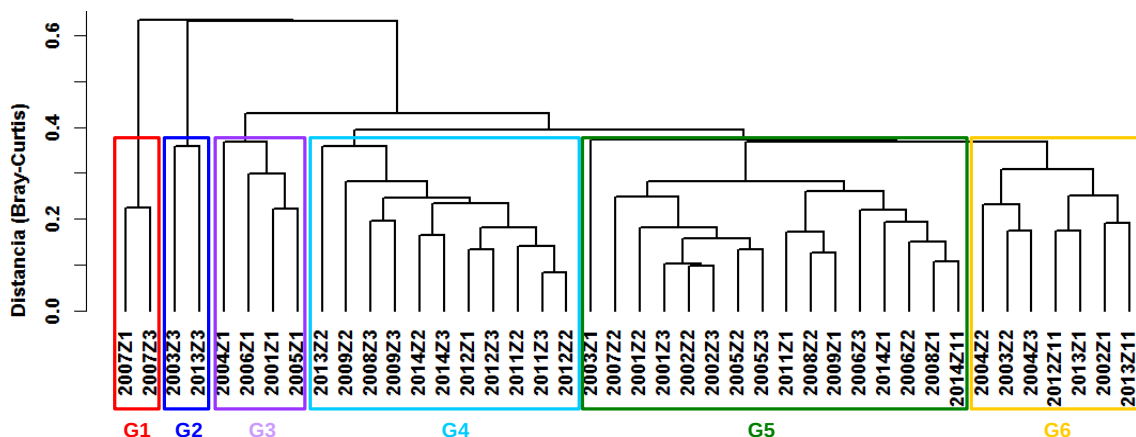


Figura 54. Resultado del análisis de clasificación de los proyectos realizados entre el año 2001 y año 2014, diferenciados por zonas.

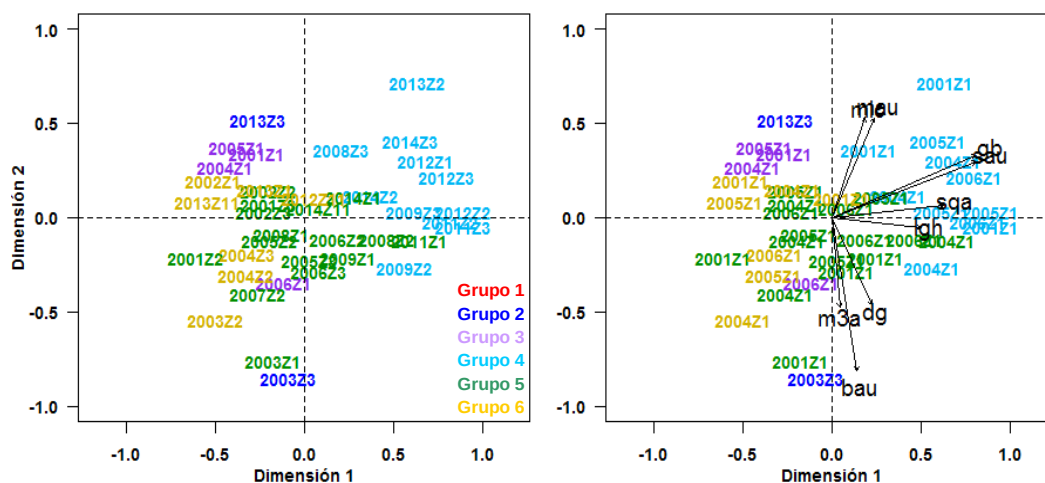


Figura 55. Resultado del análisis de ordenación de los proyectos realizados entre el 2001 y 2014, diferenciados por zonas.

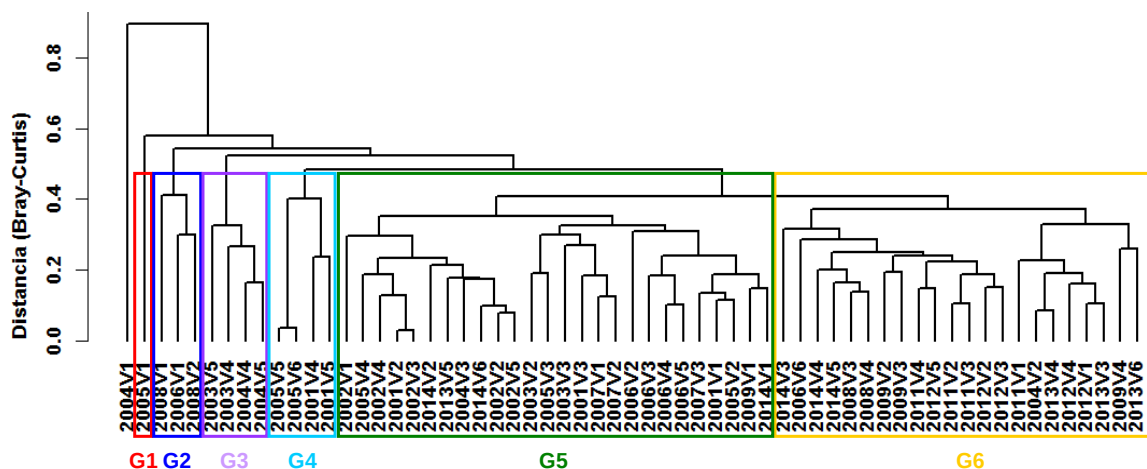


Figura 56. Resultado de los análisis de clasificaci3n de los cruceros por veril, realizados entre el 2001 y 2014.

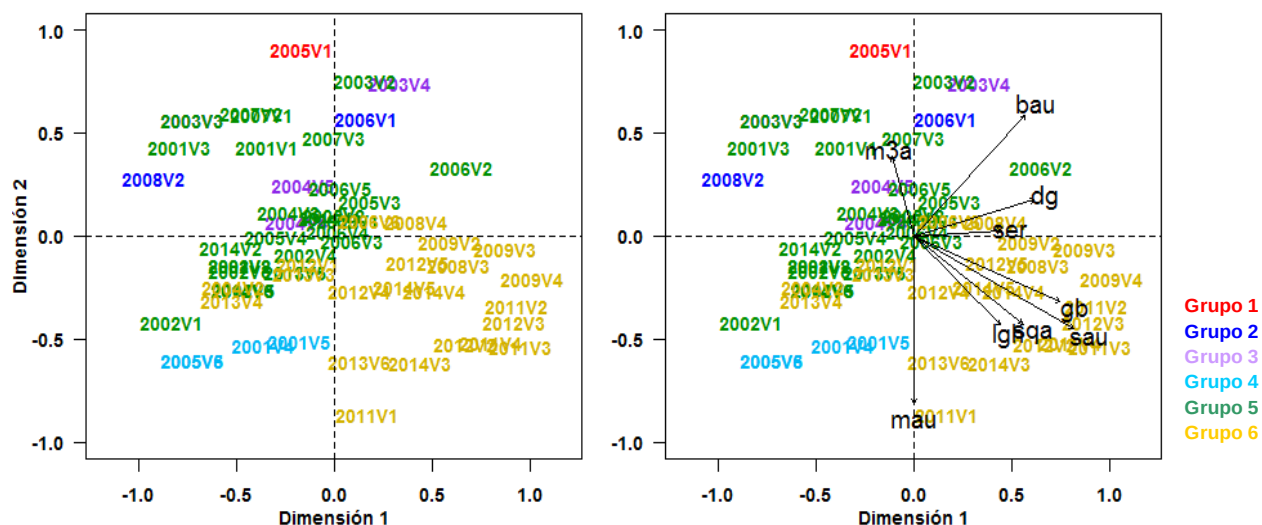


Figura 57. Resultado del análisis de ordenaci3n de los cruceros por veril, realizados 2001 y 2014.

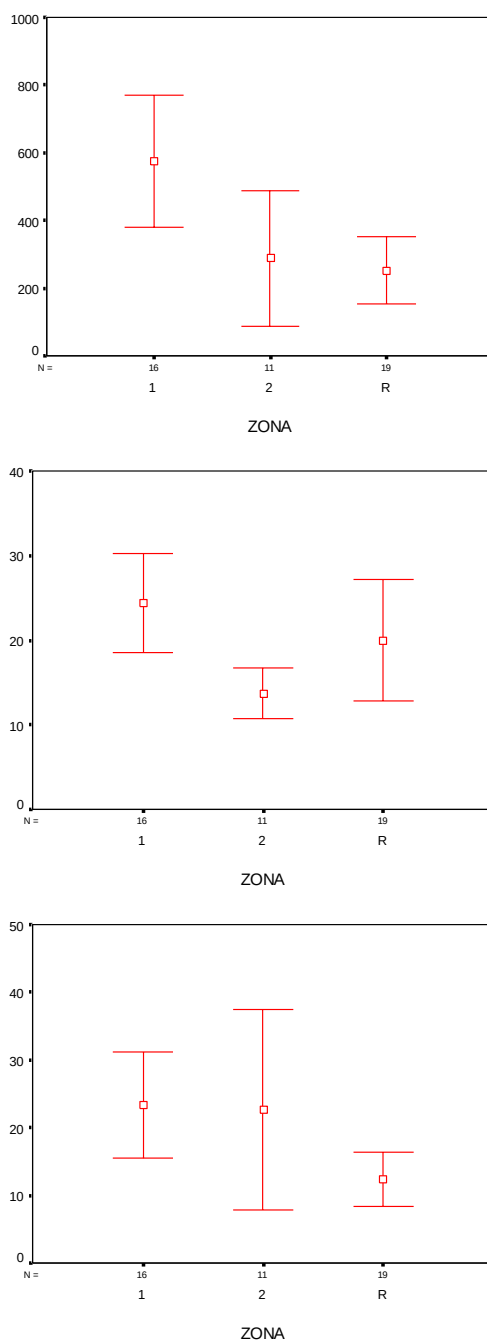


Figura 58. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según zona.

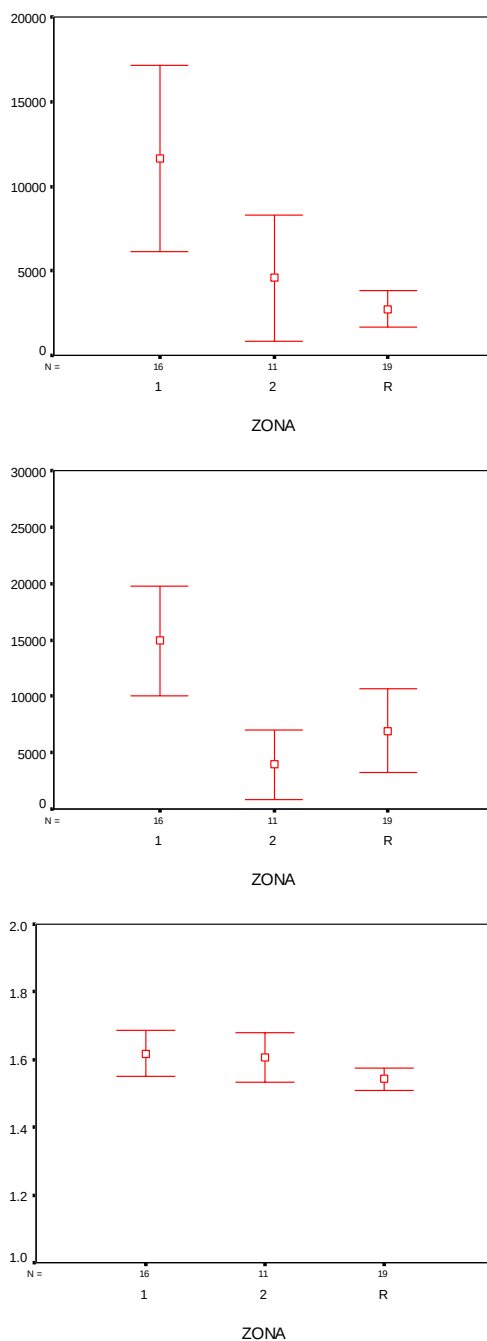


Figura 59. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según zona.

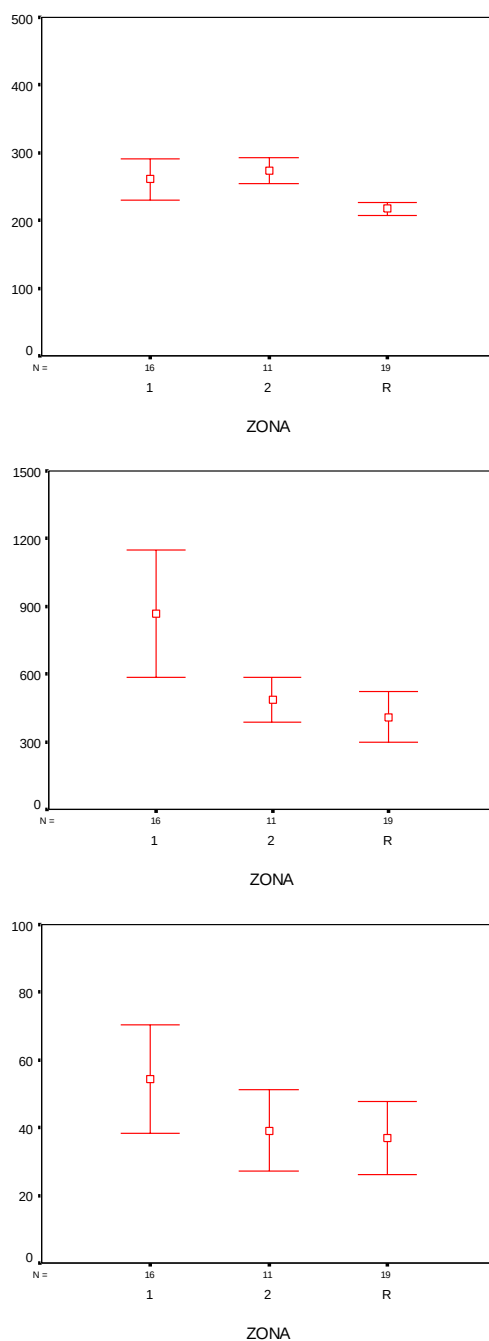


Figura 60. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimetricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según zona.

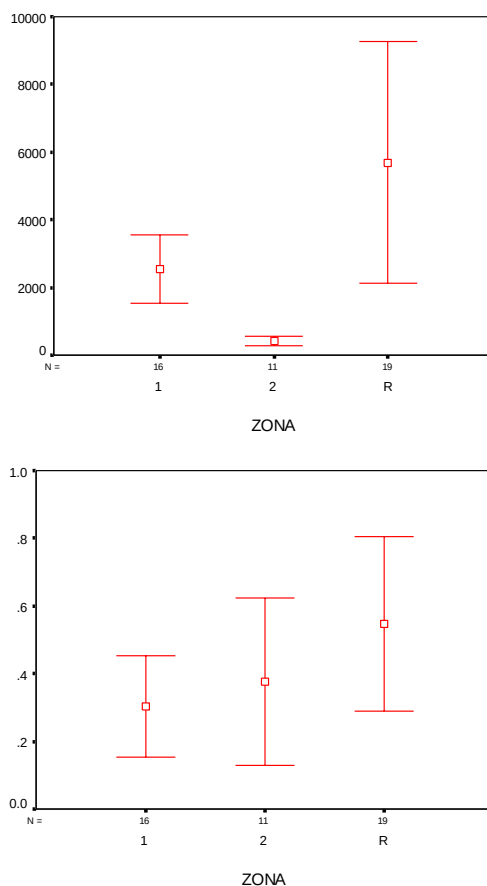


Figura 61. Valor promedio e intervalo de confianza de la pendiente del fondo y de los descriptores de energí3 acústica, densidad acústica de agregaciones según zona.

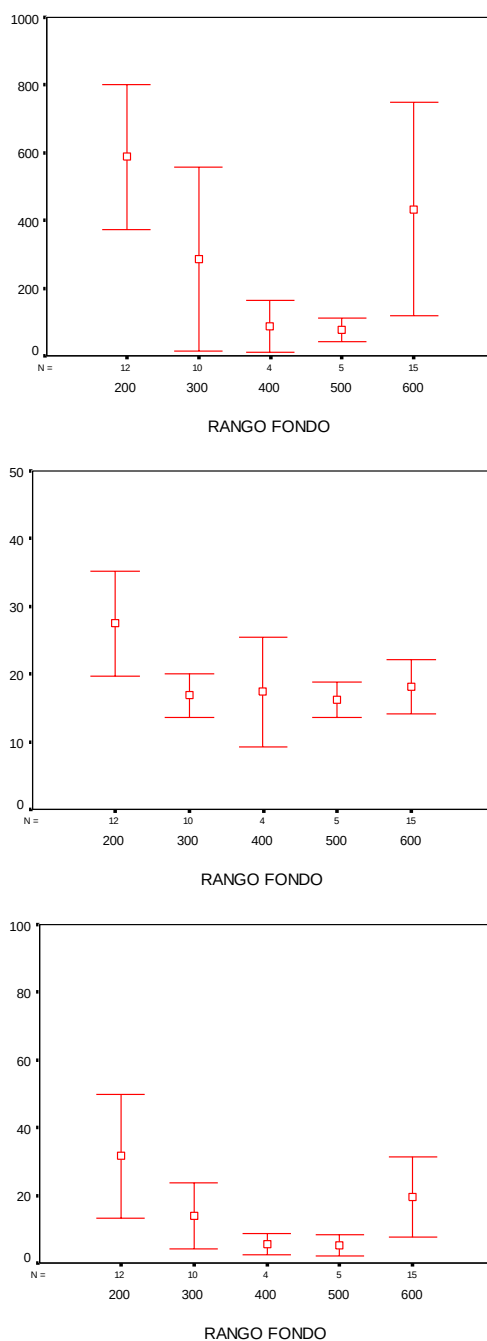


Figura 62. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según rango de fondo.

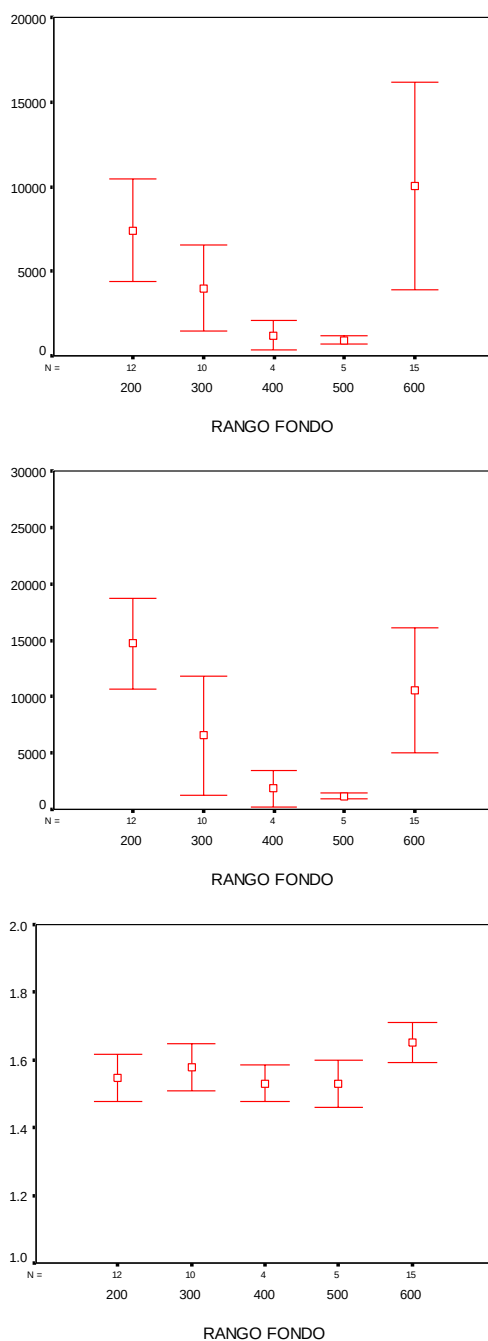


Figura 63. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según rango de fondo.

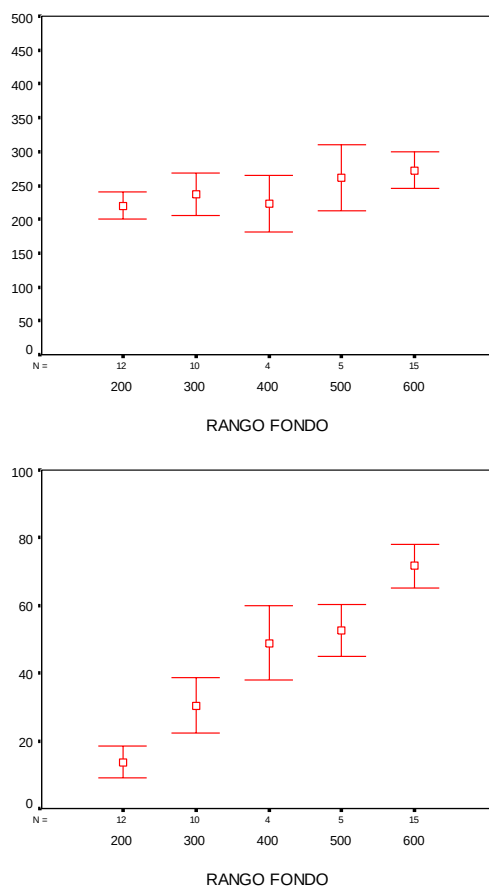


Figura 64. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones e índice de altura según rango de fondo.

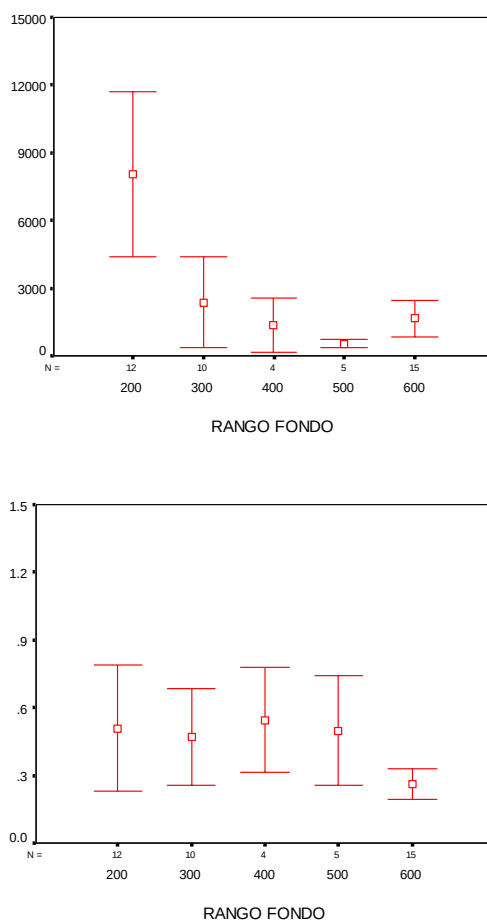


Figura 65. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energí retrodispersada y densidad acústica según rango de fondo.

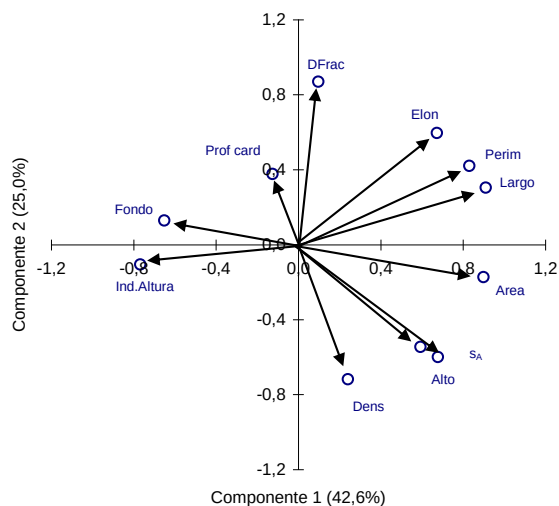


Figura 66. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes.

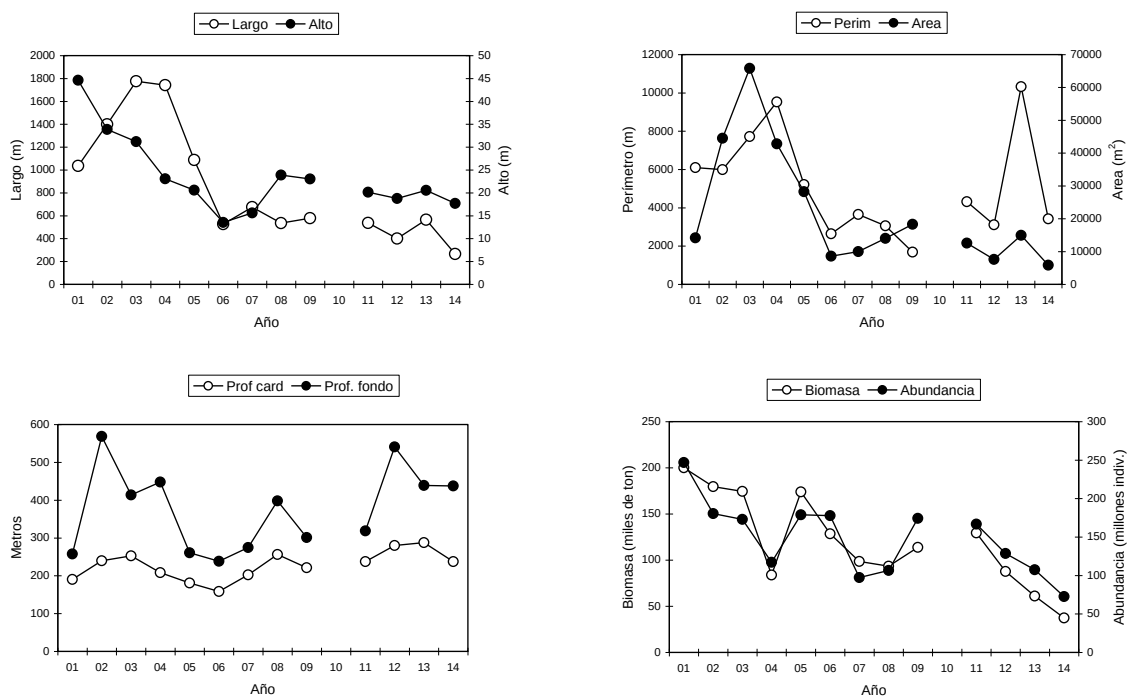


Figura 67. Variación de los principales descriptores y estimados de abundancia y biomasa años 2001-2014

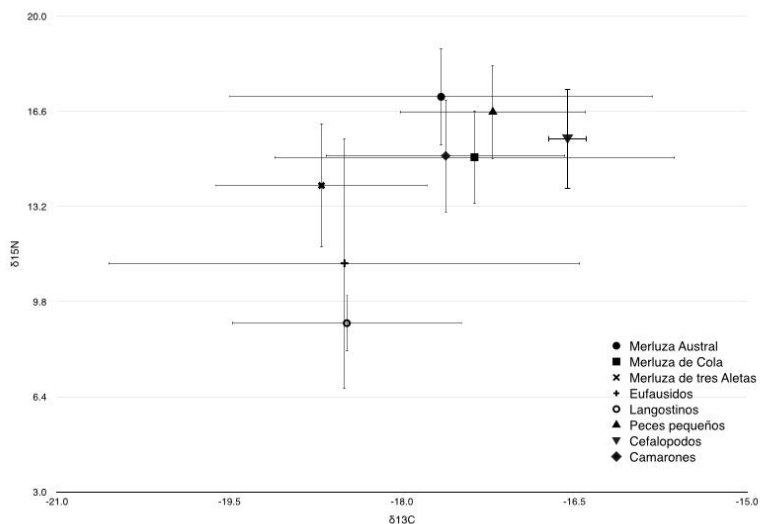


Figura 68. FBI-plot de las merluzas estudiadas y los grupos mayores de alimentación.

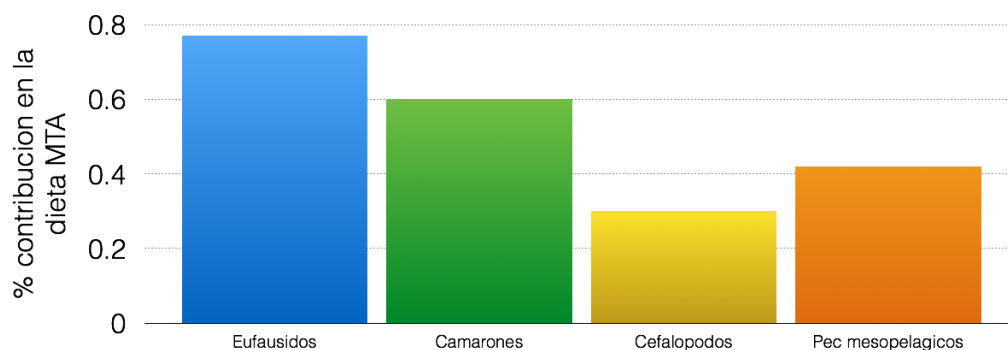


Figura 69. Contribución de los ítems alimentarios en Merluza de tres aletas.

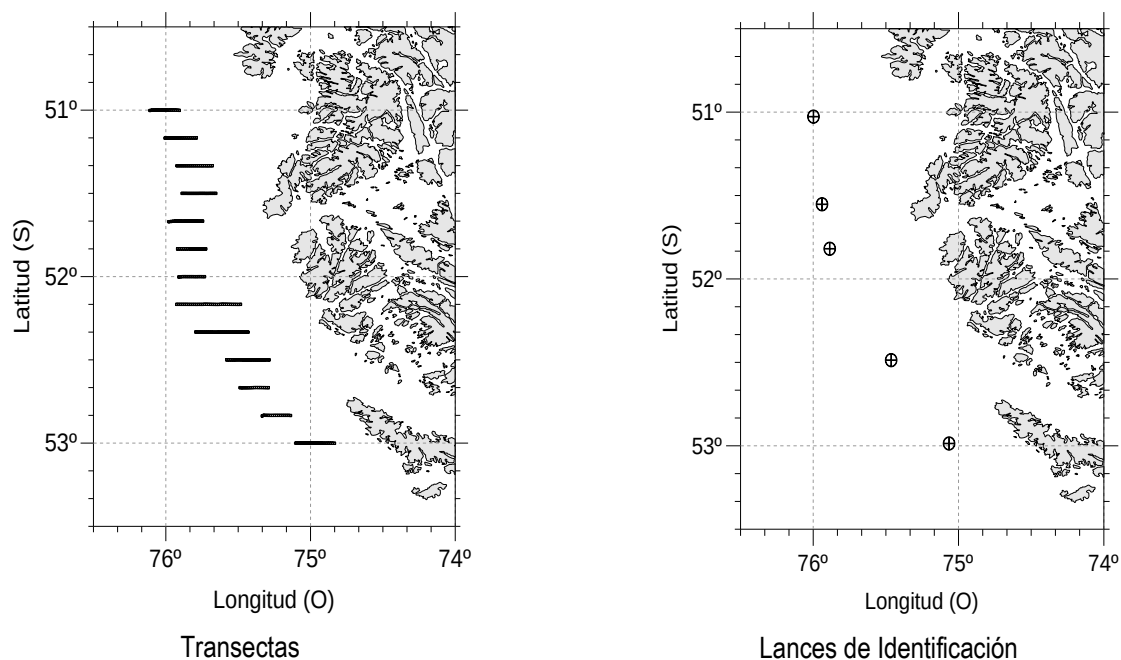


Figura 70. Localización de las transectas de exploración hidroacústica y lances de pesca de identificación, en el área de exploración entre latitud 51°00' y 53°00'S. Agosto 2014.

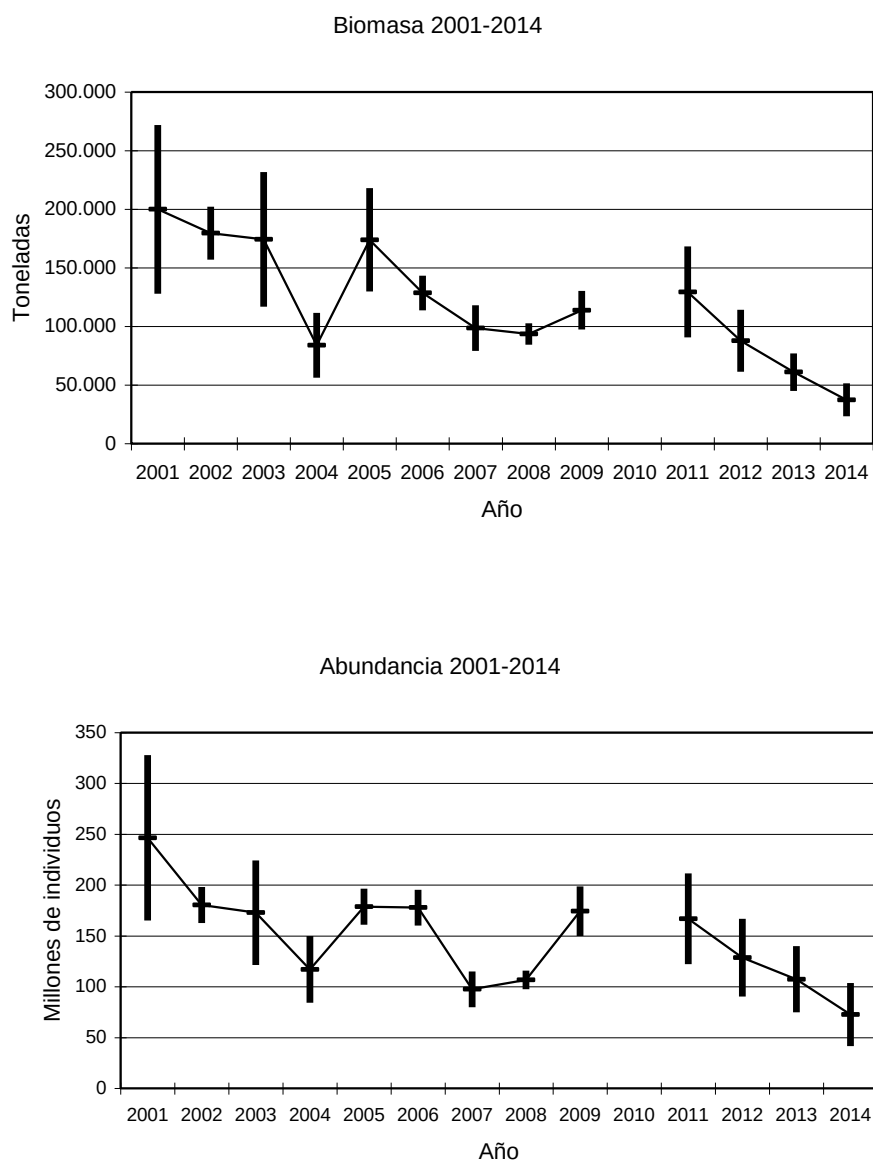


Figura 71. Estimados de Biomasa y Abundancia con sus intervalos de confianza, años 2001-2014.

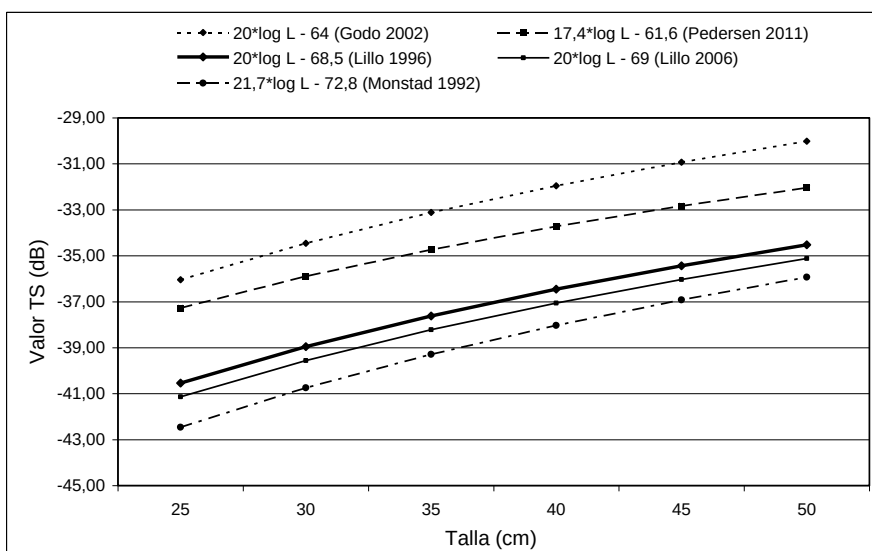


Figura 72. Relaciones TS-Talla estimadas para *M. australis* y *M. poutassou*.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

A N E X O S

A N E X O 1

Resolución Pesca de Investigación N°1.998

MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO

SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

PINV 160-2014 HIDROACÚSTICA MSUR-MCOLA-M3ALETAS 2014



AUTORIZA AL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO PARA
REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

VALPARAISO, 31 JUL. 2014

RES. EX. Nº 1998

VISTO: Lo solicitado por el Instituto de Fomento Pesquero mediante Oficio IFOP/2014/PGE/156/DIR/390 SUBPESCA de fecha 22 de julio de 2014, C.I. SUBPESCA Nº7998-2014; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Memorándum Técnico (P.INV.) Nº 160-2014, de fecha 28 de julio de 2014; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado ***Evaluación de stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en aguas exteriores de la X y XII Regiones***, elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretaría de Pesca; lo dispuesto en el D.F.L. Nº 5 de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; las Leyes Nº 19.880, Nº 20.528, Nº 20.597; Nº 20.560; Nº 20.657; los D.S. Nº 144 de 1980, Nº 245 de 1990 y Nº 461 de 1995; los Decretos Exentos Nº 140 de 1996, Nº 795, Nº 1410, Nº 1411, todos de 2013, y Nº 17 de 2014, todos del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; la Resolución Nº 1700 de 2000, de esta Subsecretaría.

CONSIDERANDO:

Que el Instituto de Fomento Pesquero ingresó, mediante Oficio citado en Visto, una solicitud para desarrollar la pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado ***Evaluación de stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en aguas exteriores de la X y XII Regiones***.

Que mediante Memorándum Técnico (P.INV.) Nº 160/2014 citado en Visto, la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, informa que los objetivos y las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación con carácter de pesca de prospección de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2º Nº 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y que los montos de captura solicitados para el estudio son adecuados en función de los objetivos planteados.

Que, en efecto, el estudio plantea evaluar el stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presente en aguas exteriores entre la X y la XII Regiones a través de una prospección hidroacústica con lances de identificación, lo que representa un aporte sustancial para evaluar la condición de estos recursos durante el presente año y estimar las respectivas Capturas Totales Permisibles para el año 2015.

Que para lograr el objetivo antes señalado se requiere obtener la estructura del stock con el mayor rango de tallas por lo que resulta necesario eximir a la pesca de investigación de las medidas de administración de las especies objeto del estudio.

Que de acuerdo a lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. Nº 461 de 1995 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

RESUELVO:

1.- Autorízase al Instituto de Fomento Pesquero, R.U.T. N° 61.310.000-8, domiciliado en Blanco 839, Valparaíso, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **Evaluación de stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en aguas exteriores de la X y XII Regiones**, elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretaría de Pesca.

2.- El objetivo principal de la pesca de investigación consiste en evaluar el stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presente en aguas exteriores entre la X y la XII Regiones.

3.- La pesca de investigación se efectuará entre la fecha de publicación de la presente resolución y el 07 de septiembre de 2014, ambas fechas inclusive.

4.- La pesca de investigación se realizará en el área marítima comprendida entre las latitudes 43°30' L.S. y 53°00' L.S., en aguas exteriores y en el área de aguas interiores comprendida entre Cabo Quilán (43°16,6' L.S. y 74° 24,6'L.O.) en la Isla Grande de Chiloé y el Islote Occidental de la Isla Menchum (45° 37,7'L.S. y 74° 56,8'L.O.), entre los paralelos 43° 44'17" L.S. y 45° 37,7'L.S.

5.- En la pesca de investigación que se autoriza, participará en el área marítima individualizada en el numeral 4º, utilizando red de arrastre de media agua, el barco científico AGS 61 **"CABO DE HORNOS"** características náuticas son las siguientes:

Nombre	CABO DE HORNOS
Señal distintiva	CCCH
Eslora (m)	74,1
TRG (t)	3.068
Potencia (hp)	4.021

6.- La pesca de investigación autorizada mediante la presente resolución se entenderá exceptuada del cumplimiento de las normas de conservación de las especies en estudio contenidas en los D.S. N° 144 de 1980 y N° 245 de 1990 y los Decretos Exentos N° 140 de 1996 y N° 795 de 2013, todos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción y en la Resolución Exenta N° 1700 de 2000, de esta Subsecretaría.

7.-La presente pesca de investigación se ejecutará en tres cruceros, pudiendo extraerse los recursos que se indica en los montos que se señala:

- a) Primer crucero: se realizará entre el 06 y el 19 de agosto, ambas fechas inclusive, en el área marítima comprendida entre los paralelos 43°30'L.S. y 47°00' L.S., pudiendo extraer un máximo de 16 toneladas de merluza del sur *Merluccius australis* y 37 toneladas de merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en calidad de especie objetivo; asimismo se podrá extraer un máximo de 5 toneladas de merluza de tres aletas en calidad de fauna acompañante.

- b) Segundo crucero: se realizará entre el 19 y el 29 de agosto, ambas fechas inclusive, en el área marítima comprendida entre los paralelos 47°00 L.S. y 51°00 L.S., pudiendo extraer: 32 toneladas de merluza de tres aletas *Micromesistius australis* en calidad de especie objetivo; asimismo se podrá extraer un máximo de 17 toneladas de merluza de cola y 2 toneladas de merluza del sur, en calidad de fauna acompañante.
- c) Tercer crucero: se realizará entre el 29 de agosto y el 04 de septiembre, ambas fechas inclusive en el área marítima comprendida entre los paralelos 51°L.S. y 53°L.S., pudiendo extraer 3 toneladas de merluza del sur, 8 toneladas de merluza de cola y 6 toneladas de merluza de tres aletas.

Asimismo, podrán extraerse en la presente pesca de investigación, los siguientes recursos hidrobiológicos, en calidad de fauna acompañante, en los montos que en cada caso se indica:

Nombre común	Nombre científico	Cuota (Tons)
Cojinoba	<i>Seriotelella spp</i>	0,5
Reineta	<i>Brama australis</i>	0,7
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	0,3
Tollo	<i>Squalus spp, Mustelus spp</i>	0,1
Brótula	<i>Salpilota australis</i>	0,5

Las toneladas antes señaladas de merluza del sur, merluza de cola, merluza de tres aletas y congrio dorado se imputarán a las fracciones de las cuotas globales anuales de captura de dichos recursos reservadas para fines de investigación, establecidas mediante Decretos Exentos N° 1410 y N° 1411, ambos de 2013, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, y sus modificaciones.

8.- La nave participante en la presente pesca de investigación deberán cumplir con las siguientes obligaciones:

- Comunicar al Servicio Nacional de Pesca, la fecha y hora de zarpe y recalada de la nave y dar cumplimiento a los procedimientos de control que establezca el mencionado organismo para estos efectos.
- Realizar las labores de pesca de investigación con sujeción a los diseños operativos determinados por el Instituto de Fomento Pesquero.
- Aceptar a bordo a los observadores científicos que designe el Instituto de Fomento Pesquero y otorgar todas las facilidades para que éstos puedan recopilar y transmitir la información necesaria para el cumplimiento del plan de trabajo durante todo el período de la pesca de investigación.
- Instalar y operar a bordo de la nave un dispositivo de posicionamiento satelital;
- Informar y documentar las capturas y su destino conforme lo dispuesto en el artículo 63 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus normas reglamentarias.
- En general dar cumplimiento a las obligaciones legales y reglamentarias establecidas para la realización de actividades pesqueras extractivas y medidas de administración establecidas para las especies en estudio, con exclusión de aquellas expresamente exceptuadas mediante la presente pesca de investigación.

9.- El Instituto de Fomento Pesquero deberá entregar a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, los siguientes informes:

- a) Un Informe de avance, con la cuantificación preliminar de los stocks totales y desovantes de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, 25 días después de finalizado el crucero. Además se deberá entregar una estimación preliminar de la abundancia y biomasa por sexo, talla y edad para cada recurso en la zona de estudio. La información a entregar en estos informes deberá venir en capítulos separados para merluza del sur merluza de cola y merluza de tres aletas, tanto en metodología, resultados, análisis, discusión, conclusiones, figuras y tablas.
- b) Un pre-informe final, a entregar al finalizar el 8º mes de iniciado el proyecto, conteniendo todos los resultados y análisis solicitados en las Bases Técnicas del proyecto. Junto al pre-informe final se deberá poner a disposición del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura las bases de datos con toda la información generada por el proyecto, las que deberán entregarse separadamente para cada recurso.
- c) Un informe final, a entregar al finalizar el 10º mes de iniciado el proyecto, considerando las observaciones realizadas en el taller de presentación de resultados y al pre-informe final de este estudio

10.- Designase al Jefe de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría como funcionario encargado de velar por el oportuno y debido cumplimiento de las obligaciones establecidas en el numeral anterior.

11.- El Instituto designa como persona responsable de esta pesca de investigación, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 102 del D.S. Nº 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, a su Director Ejecutivo Subrogante, don Leonardo Guzmán Méndez, ambos domiciliados en Blanco Nº 839, Valparaíso.

12.- La presente resolución deberá publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta del interesado, dentro del plazo de 30 días hábiles contados desde su fecha.

13.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto de negociación alguna.

14.- El Instituto de Fomento Pesquero deberá dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los Decretos Nº 430, de 1991 y Nº 461, de 1995, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones que se establecen en la presente Resolución. El incumplimiento hará incurrir al titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo.

15.- La infracción a las disposiciones legales y reglamentarias sobre pesca de investigación, será sancionada con las penas y conforme al procedimiento establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura.

16.- La presente autorización es sin perjuicio de las que corresponda conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

17.- La presente Resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la ley 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que el solicitante estime pertinentes.

18.- Transcribese copia de esta Resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y a la División Jurídica de esta Subsecretaría de Pesca.

ANOTESE, NOTIFIQUESE POR CARTA CERTIFICADA Y PUBLIQUESE EN EXTRACTO POR CUENTA DEL INTERESADO.

M. A. Barbieri
MARIA ANGELA BARBIERI BELLOLIO
Subsecretaria de Pesca y Acuicultura (S)



CGS/LEV



REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
CASILLA 100 - V
VALPARAISO

AUTORIZA AL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACION QUE INDICA.

(EXTRACTO)

Por Resolución Exenta N° **1998**

de esta Subsecretaría, autorízase al Instituto de Fomento Pesquero para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado ***Evaluación de stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en aguas exteriores de la X y XII Regiones***.

El objetivo principal de la pesca de investigación consiste en evaluar el stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presente en aguas exteriores entre la X y la XII Regiones.

La pesca de investigación se efectuará entre la fecha de publicación de la presente resolución y el 07 de septiembre de 2014, ambas fechas inclusive, en el área marítima comprendida entre las latitudes 43°30' L.S. y 53°00' L.S., en aguas exteriores y en el área de aguas interiores comprendida entre Cabo Quilán (43°16,6' L.S. y 74° 24,6' L.O.) en la Isla Grande de Chiloé y el Islote Occidental de la Isla Menchum (45° 37,7' L.S. y 74° 56,8' L.O.), entre los paralelos 43° 44'17" L.S. y 45° 37,7' L.S.

En la pesca de investigación que se autoriza participará, utilizando red de arrastre de media agua, el barco científico AGS 61 **"CABO DE HORNO"**.

La presente pesca de investigación se ejecutará en tres cruceros, pudiendo extraerse los recursos que se indica en los montos que se señala: a) Primer crucero: 16 toneladas de merluza del sur, 37 toneladas de merluza de cola y 5 toneladas de merluza de tres aletas; b) Segundo crucero: 32 toneladas de merluza de tres aletas, 17 toneladas de merluza de cola y 2 toneladas de merluza del sur; c) Tercer crucero: 3 toneladas de merluza del sur, 8 toneladas de merluza de cola y 6 toneladas de merluza de tres aletas. Las toneladas autorizadas se imputarán a las fracciones de las cuotas globales anuales de captura de dichos recursos reservadas para fines de investigación.

El Instituto designa como persona responsable de esta pesca de investigación a su Director Ejecutivo Subrogante, don Leonardo Guzmán Méndez.



VALPARAÍSO,

31

JUL 2014

MARÍA ANGELA BARBIERI BELLOLIO
Subsecretaria de Pesca y Acuicultura (S)

A N E X O 2

Presentaciones Taller de difusión
y discusión metodológica.

Taller de Entrega de Resultados

Estudio “Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en la aguas exteriores entre la X y XII Regiones”.

I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O	
PROGRAMA	
10:00 hrs <i>Bienvenida a los asistentes, antecedentes del proyecto y del crucero de evaluación (Alvaro Saavedra)</i>	11:25 hrs. <i>Composición de edad de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas (Vilma Ojeda).</i>
10:10 hrs <u><i>Exposición de metodologías y resultados del proyecto.</i></u>	<i>Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de cola, merluza del sur (Fernando Balbontín) y merluza de tres aletas (Eduardo Díaz).</i>
<i>Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas (Alvaro. Saavedra)</i>	<i>Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas en el área de estudio (Sebastián López).</i>
<i>Biomasa y distribución de merluza de cola y merluza del sur (Sergio Lillo)</i>	13:10 hrs <i>Discusión de resultados</i>
<i>Composición de tallas y proporción sexual de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas (Renato Céspedes).</i>	13:30 hrs <i>Fin Taller</i>
11:15 hrs. <i>Pausa para café y galletas</i>	
D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A	

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



Taller de entrega de Resultados Estudio

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

Convenio de desempeño 2014 entre la Subsecretaría de Economía y
Empresas de Menor Tamaño y el Instituto de Fomento Pesquero

Alvaro Saavedra
Marzo 2015

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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

OBJETIVO GENERAL

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

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la biomasa total y desovante (en peso), abundancia total y desovante (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio.
2. Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.
3. Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez, talla y edad de primera madurez y fecundidad de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación.

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

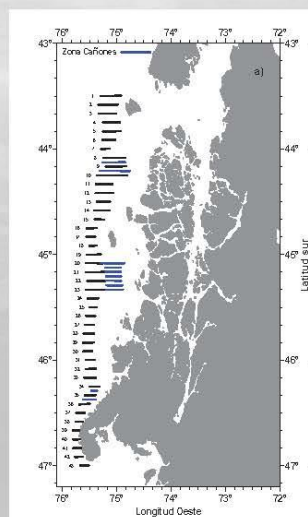
4. Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación en el área y período de estudio.
5. Determinar la composición e importancia de los principales ítems alimentarios de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio.
6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en la zona de estudio.

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

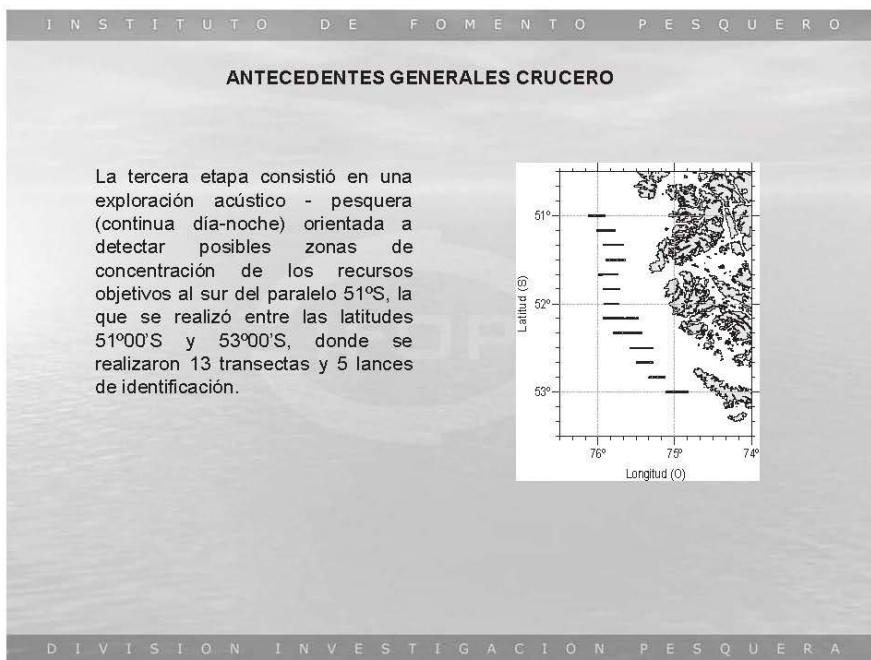
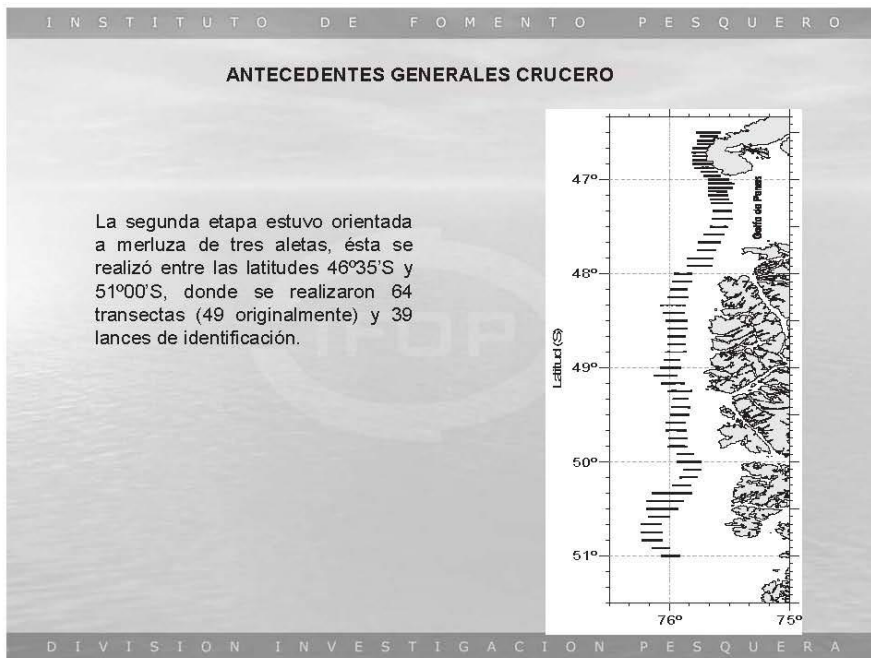
I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

ANTECEDENTES GENERALES CRUCERO

El estudio contempló un crucero de prospección acústica y pesquera a bordo del buque científico AGS 61 "Cabo de Hornos", el cual se dividió en tres etapas, la primera etapa, se orientó a la prospección hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en el área comprendida entre las latitudes 43°30'S y 47°00'S donde se efectuaron 43 transectas (nominales) y 34 lances de pesca de identificación.



D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A



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

EMBARCACIÓN
(2013-2014)

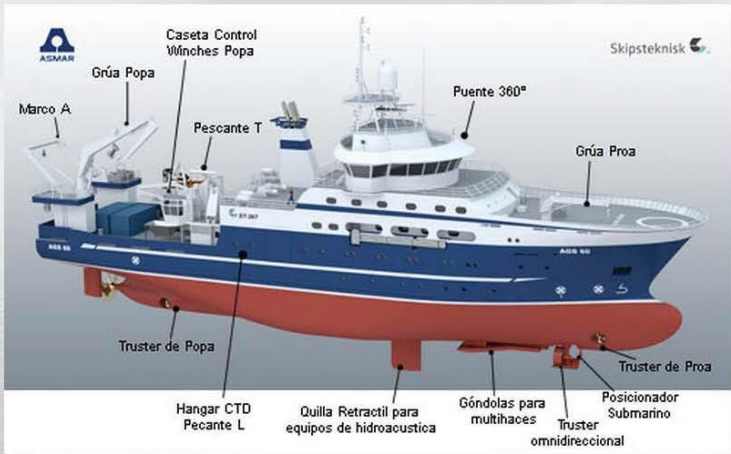
AGS 61 "Cabo de Hornos"
Eslora : 74 m
Manga: 15,6

Sistema eointegración marca Simrad, modelo EK-60, conectado a 6 transductores split beam de: 18, 38, 70, 120, 200 y 333 Khz




D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

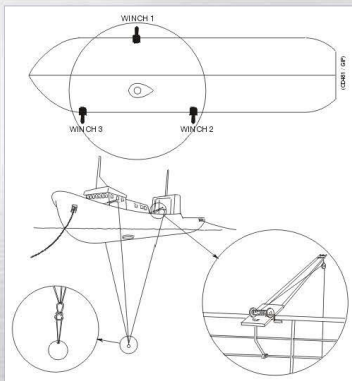
I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O



D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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

Calibración Ecosonda



Los transductores fueron sometidos a una limpieza para luego ser calibrados de acuerdo al procedimiento establecido por su fabricante (Simrad, 2003), procedimiento que consiste en medir las diferencias en las señales de intensidad de blanco (TS) y ecointegración (sA) provenientes de un blanco estándar colocado bajo el transductor y dentro del haz acústico, de fuerza de blanco conocida para cada frecuencia. Esta actividad se realizó el viernes 01 de agosto del 2014.

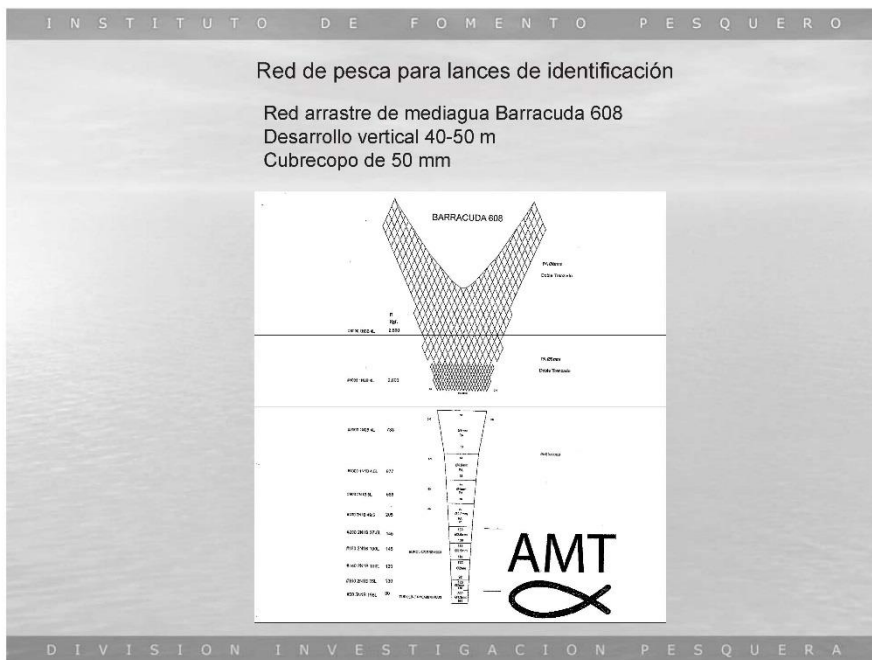
D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

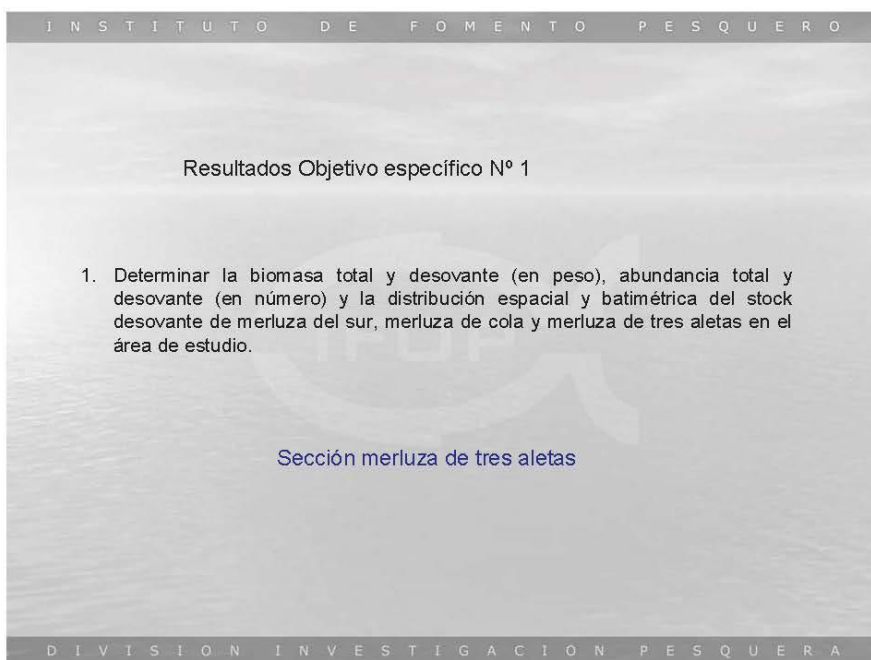
I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

Resultados calibración "AGS 61 Cabo de hornos"

Lugar	Valparaíso
Fecha	01/08/2014
Buque	AGS 61 cabo de Hornos
Ecosonda	Simrad ER 60
Transductor	ES38B
Profundidad esfera	20 m
Profundidad fondo	35 m
Frecuencia	38 KHz
Ganancia anterior (2013)	26,80 dB
Ganancia (calibración)	26,90 dB
TS esfera (Tungsteno)	-42,04 dB
Corrección s _A	-0,59 dB
Ancho de banda	2,43 KHz
Intervalo de muestreo	0,192 m
Coeficiente de absorción	9,3 dB/km
Velocidad del sonido	1500,6 m/s
2-way beam angle	-20,6 dB

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A





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

ANTECEDENTES

La merluza de tres aletas se encuentra declarada en estado y régimen de plena explotación (D.S N° 538/2000). De acuerdo a la nueva Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), la asignación de las cuotas industriales para este recurso se realiza mediante licencias transables de pesca (LTP).

A partir del 2001 y hasta el año 2013, el Consejo de Investigación Pesquera efectuó doce proyectos de investigación orientados a evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas, once mediante el Fondo de Investigación Pesquera (FIP), y uno (2006) mediante banco integrado de proyectos (BIP). A partir del 2014 se realiza como parte del Convenio de Desempeño entre la Subsecretaría de Economía y EMT y el IFOP.

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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

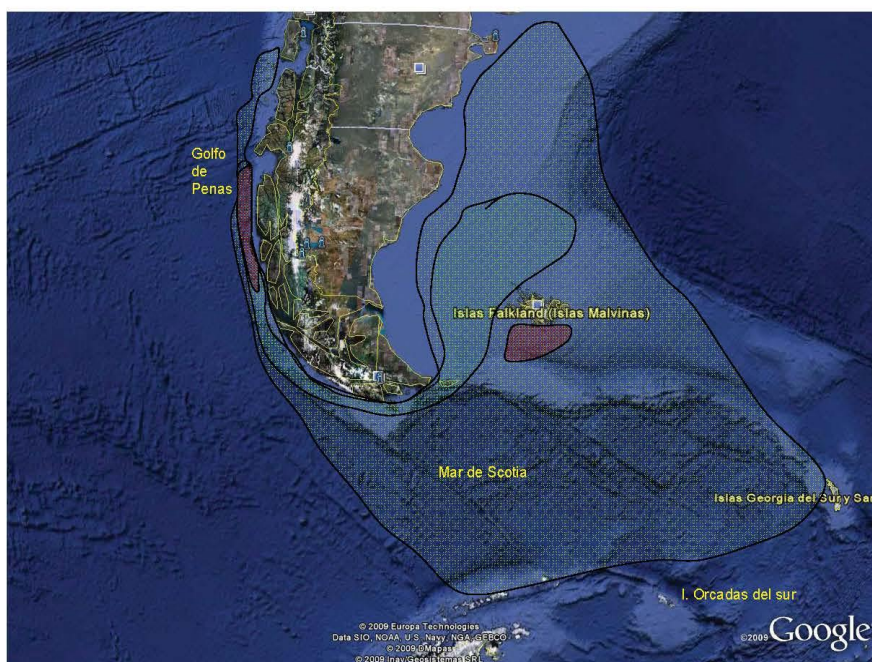
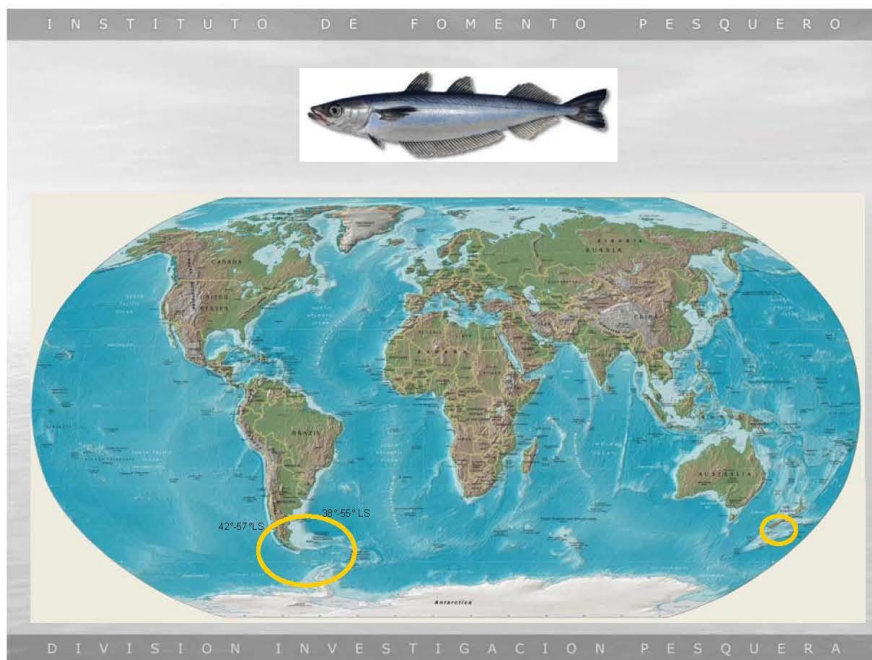


Antecedentes biológicos *Micromesistius australis* Norman, 1937

Clase	Actinopterygios (peces con aletas radiadas)
Orden	Gadiformes
Familia	Gadidae
Hábitat	Bentopelágico 50-900 m.
Alimentación	Crustáceos planctónicos (eufáusidos y anfípodos), ocupando los niveles 3-4 de la cadena trófica.
Longitud máxima (cm)	67 cm
Longitud promedio (cm)	51 cm
Longevidad (años)	23-30 años
Edad de primera madurez	3-4 años

Fuente: SubPesca

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A



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

ANTECEDENTES

Rendimientos mensuales (t/h) 1995-2013, buque surimero
zona sur exterior (47°00 – 57°00' LS)

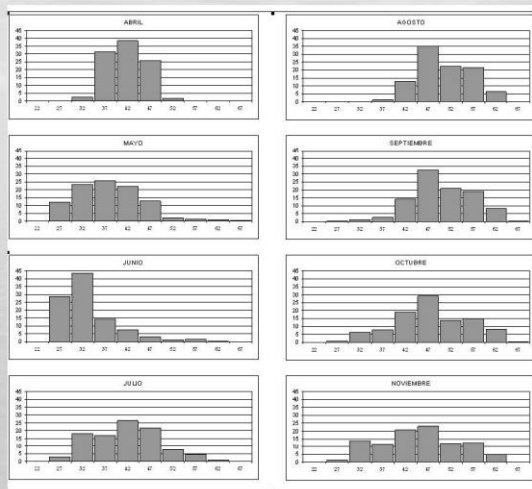
Mes	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Julio	13	31	50	29	28	20	19	18	14	7	11	10	11	7	9	3	10	1	2
Agosto	59	51	137	62	41	63	43	59	46	54	71	33	35	43	46	41	45	25	9
Septiembre	81	32	47	47	27	21	28	40	39	30	31	29	33	29	29	26	15	22	23
Octubre	17	26	21	19	18	21	24	20	1	23	18	18	22	16	10	9	7	9	40
Noviembre	8	29	14	8	10	8	14	-	-	-	-	-	-	6	7	5	-	6	5

Lillo *et al.*, 1994 postulan esquema dinámica espacial,
asociando la presencia del recurso a un pulso migratorio de
carácter reproductivo.

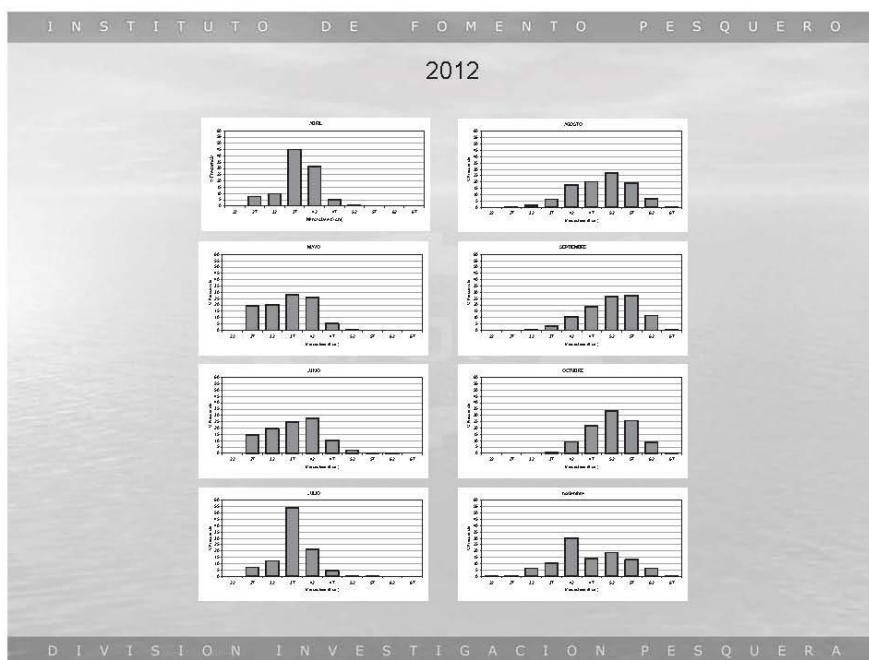
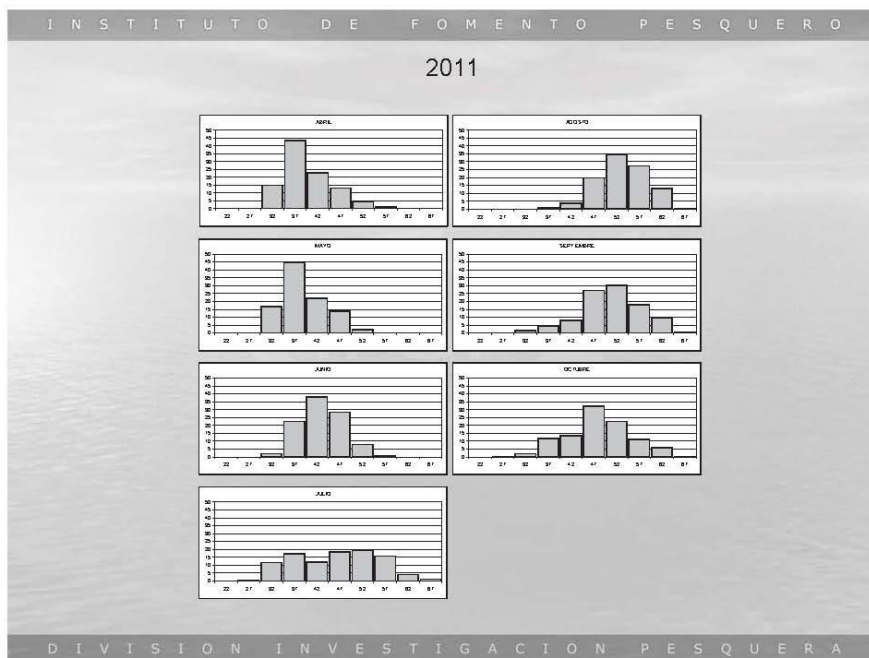
D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

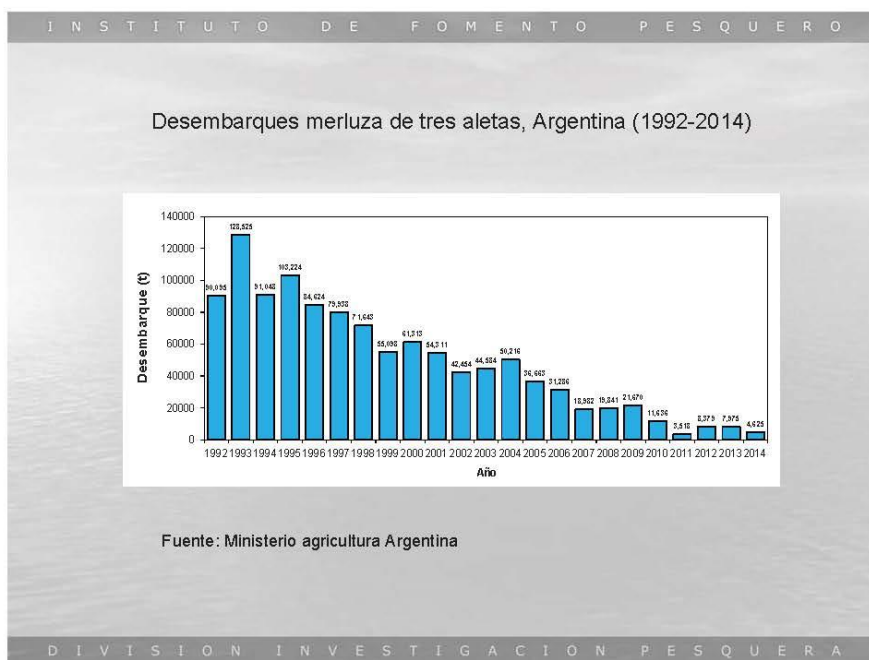
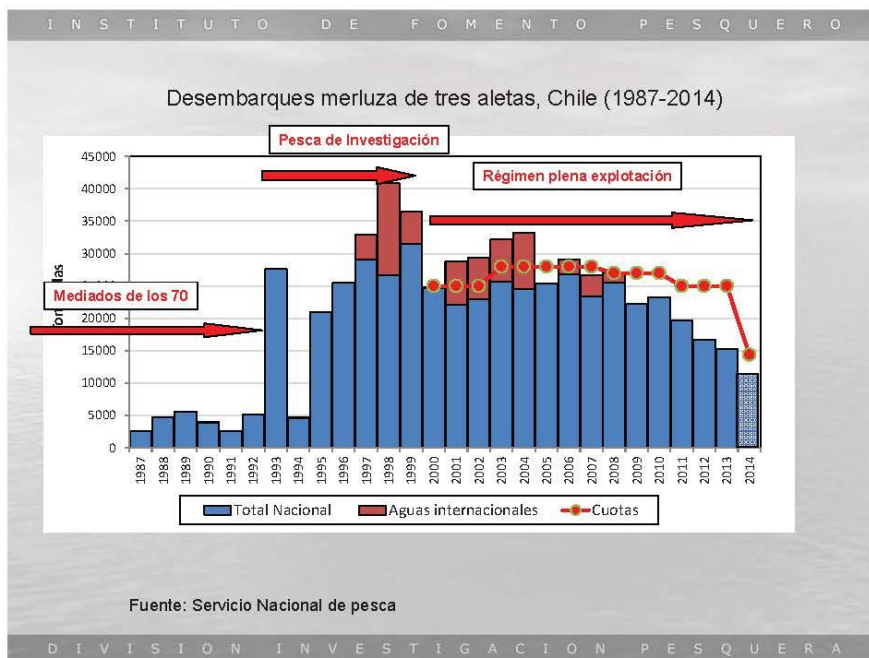
I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

2010



D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A





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

De acuerdo a los antecedentes históricos disponibles, se puede inferir que el mejor momento para hacer la evaluación hidroacústica es durante agosto, en el área de desove ubicado entre las latitudes 47°00' LS y 51°00' LS, no obstante se ha apreciado un retardo en la entrada del stock desovante los últimos tres años.

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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

Área

Plataforma y talud continental entre latitudes 47°S. y 51°S

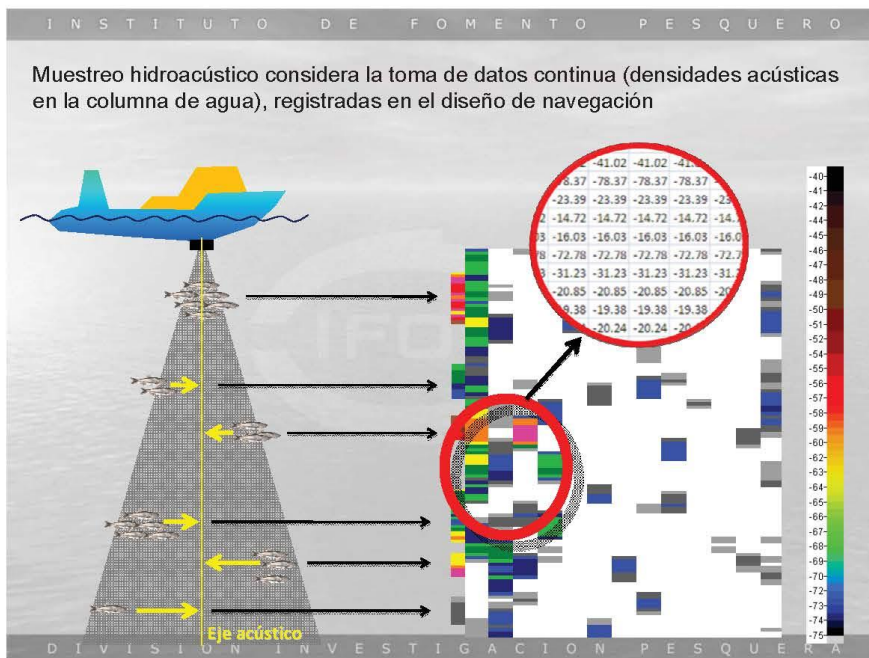
Período

19 Agosto – 4 septiembre

Diseño de muestreo

De tipo sistemático con 49 transectas perpendiculares a la costa y separadas cada 5 millas entre sí, realizadas en ambiente nocturno a una velocidad promedio 9 Kn. Al igual que el año anterior se realizaron transectas extras al norte del área de estudio, completando un total de 64 transectas.

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Los registros Acústicos tomados a bordo durante las transectas, lances y navegaciones incluyen en general:

Intensidad acústica, hora, profundidad del fondo, cardúmenes, umbrales de detecci3n, rangos batimétricos de registros acústicos y georeferenciación.

Los datos acústicos son almacenados en archivos magnéticos en discos duros externos de respaldo (seguridad) para su posterior análisis.

El procedimiento incluye un análisis exploratorio de datos para chequear la presencia de datos anómalos como posiciones erróneas, bloqueo de seña acústica por movimiento del buque (cabeceo/rolido), presencia de interferencias acústicas de otros sistemas, etc.

DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

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

- Mediante la información obtenida de los lances de pesca (composición de especies, muestreo de tallas por especie), podemos relacionar los registros acústicos con la especie insonificada, obteniendo así las herramientas para poder estimar abundancia y biomasa

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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

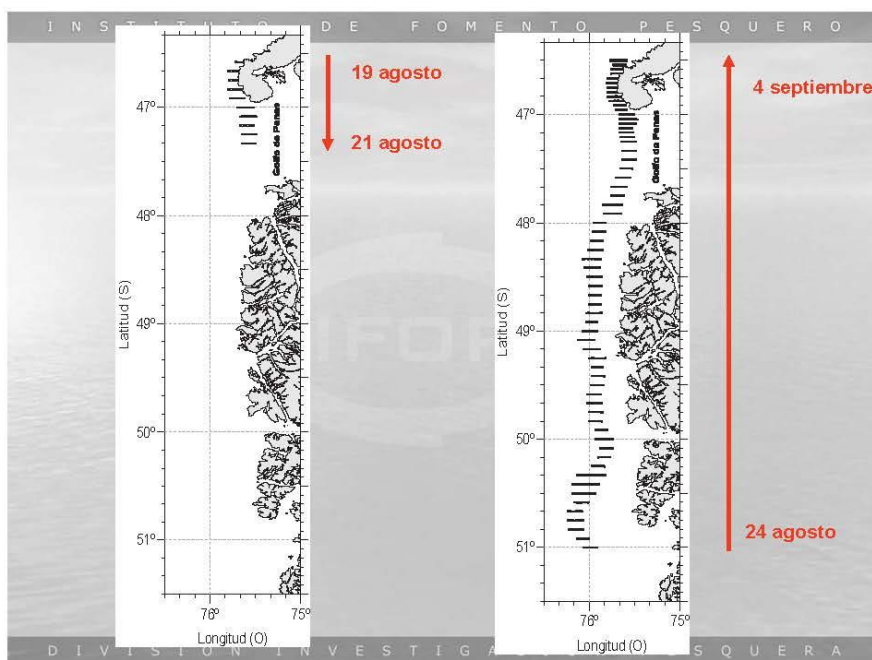
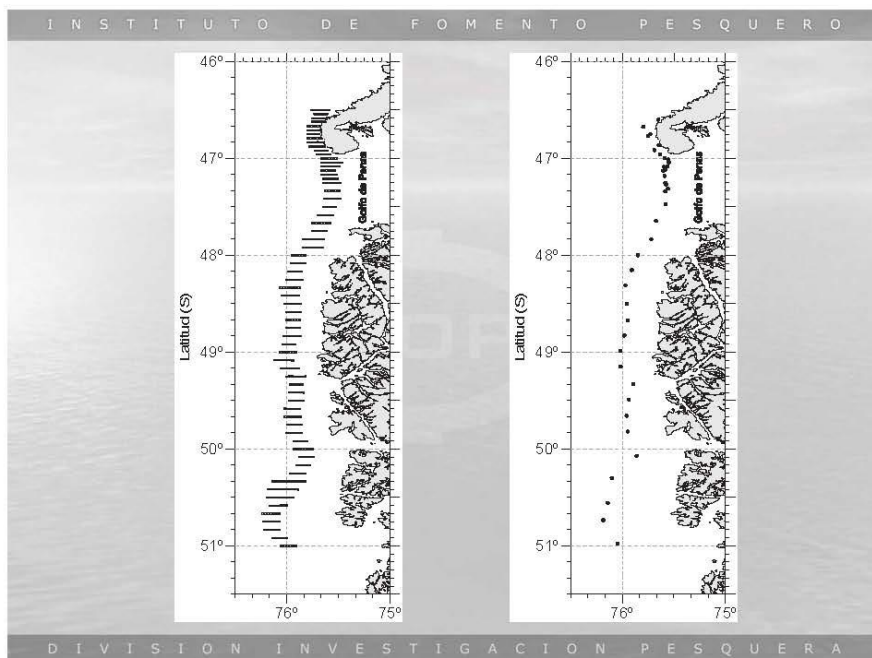
CRUCERO

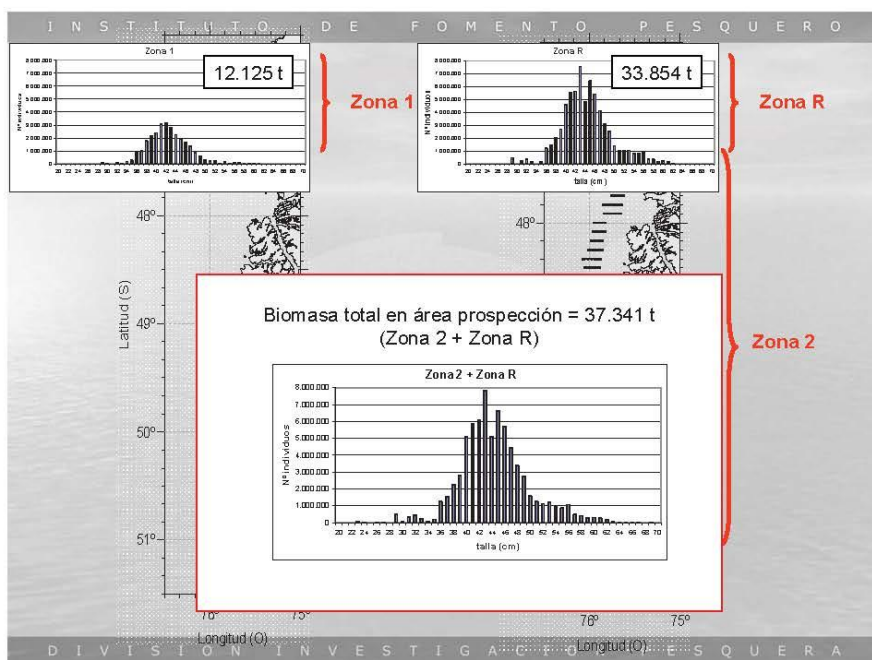
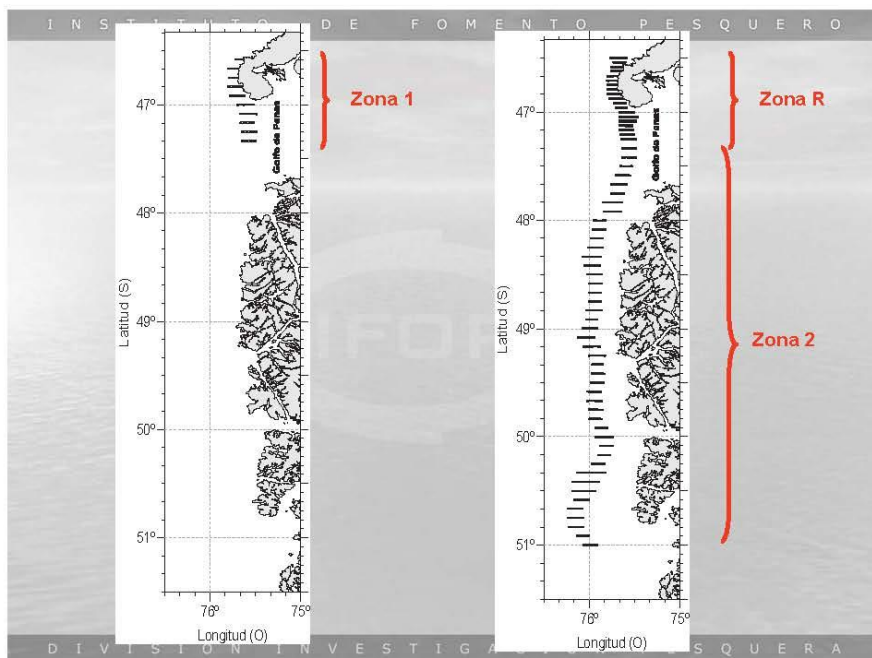
El crucero se realizó entre el 19 de agosto y 4 de septiembre entre las latitudes 46°35'S y 51°00'S, agregándose al igual que el año anterior una zona extra al norte del área de estudio.

Se realizaron 39 lances de pesca de identificación sumándose cuatro lances adicionales del crucero 1 en que se realizó muestreo biológico de m3A.

Al igual que el 2012 y 2013 se detectó una entrada tardía del recurso, a fines de agosto.

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A





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

Resultados Biomasa y Abundancia por zona y total

	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N*1000)	CV
Zona 1	12.125	0,158	28.096	0,158
Zona 2	3.487	0,264	5.880	0,264
Zona R	33.854	0,250	66.764	0,250
Zona 2 + Zona R	37.341	0,228	72.645	0,259

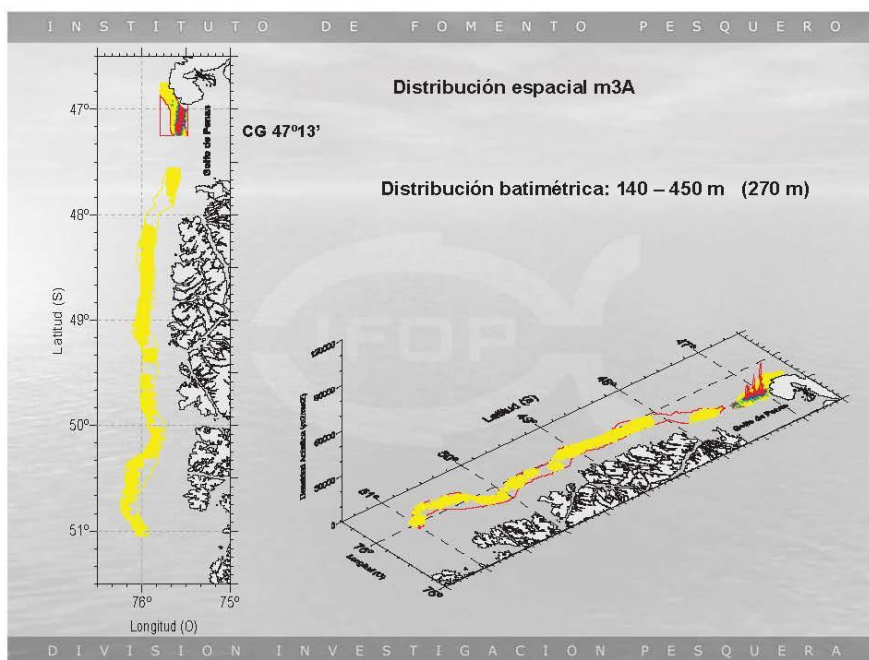
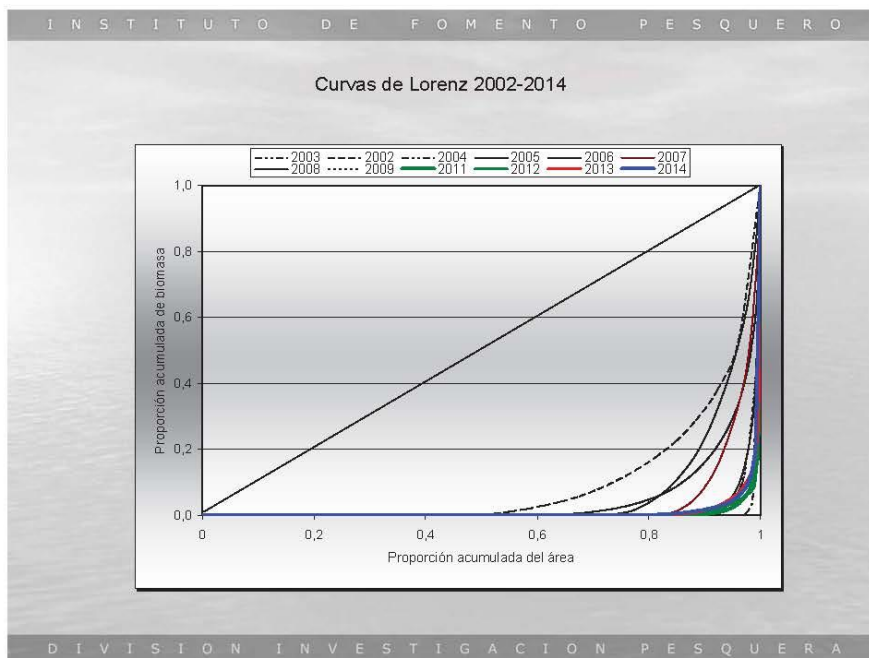
D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

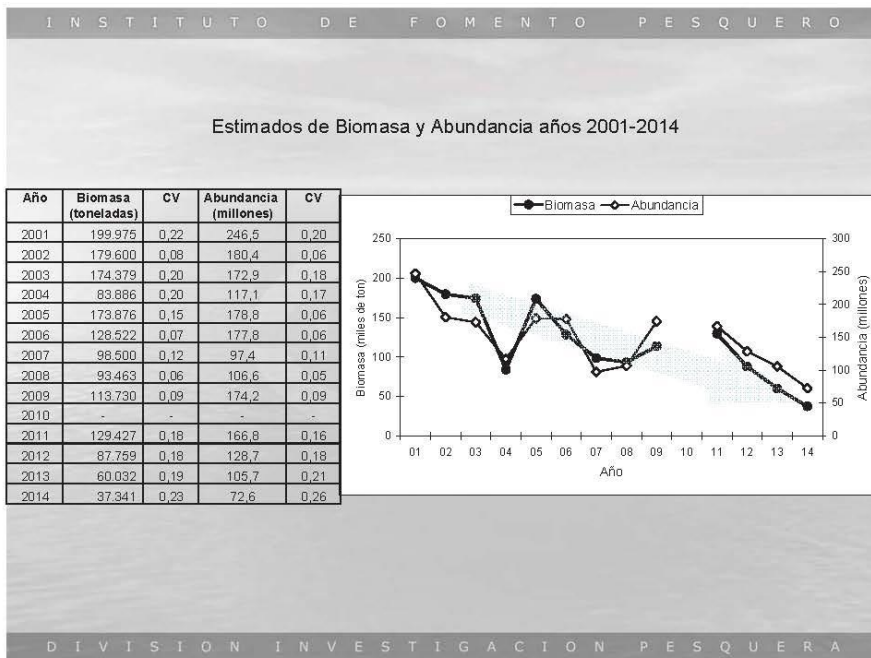
I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL STOCK

- Se estimó a partir de las densidades locales
- Se estimó el centro de gravedad (CGi) como indicador de la posición media de la distribución del stock de la merluza de tres aletas en el área de estudio y las curvas de Lorenz como indicador de la concentración del recurso.
- Se elaboran cartas de contornos

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A





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

CONCLUSIONES

1. Se estimó una biomasa total de 37.341 toneladas, mediante el método Geoestadístico con un intervalo de confianza entre 23.310 y 51.372 toneladas.
2. La abundancia del stock de merluza tres aletas se estimó en 72,645 millones de individuos con un intervalo de confianza entre 41,60 y 103,69 millones de ejemplares.
3. Los resultados implican una disminución del 33,1% en la biomasa y una disminución del 25,9% en la abundancia de merluza de tres aletas respecto al año anterior

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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

Resultados Etapa 3:

Zona 51°00' S – 53°00' S

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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

Área

Plataforma y talud continental entre latitudes 51°00'S y 53°00'S

Período

22 y 24 Agosto

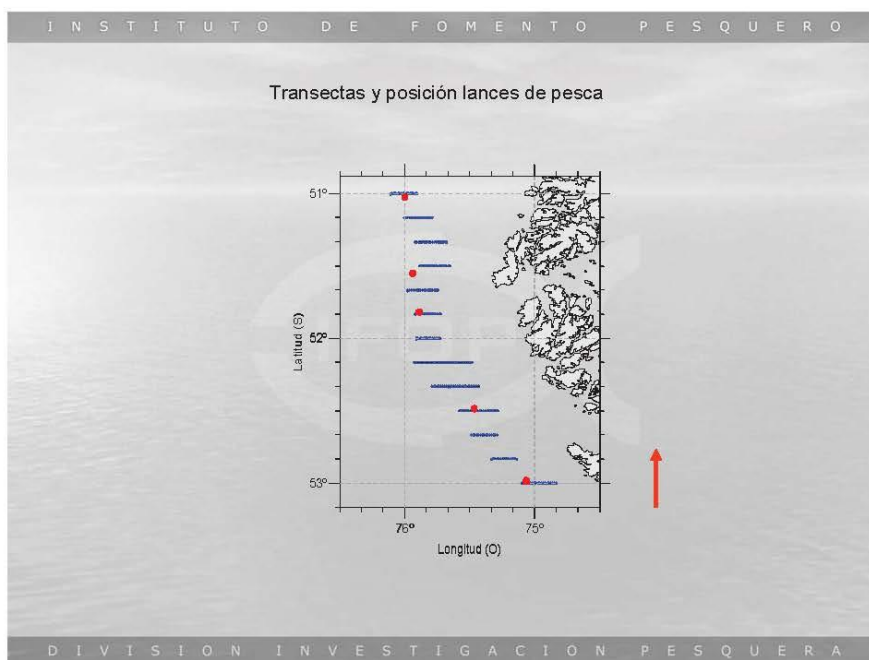
Diseño de muestreo

De tipo sistemático con 13 transectas perpendiculares a la costa y separadas cada 10 millas entre sí, realizadas en forma continua (día-noche) a una velocidad promedio 9 Kn.

Lances

Se realizaron 5 lances, con presencia de las tres especies en 4 de ellos

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A



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

Resultados lances de identificación

Captura (kg)					
Lance N°	Fecha	M. Cola	M. Austral	M. 3 aletas	Mictófidos
1	22-08-2014	19.7	65.1	1.9	
2	23-08-2014	89.4	22.9	27.3	
3	23-08-2014				
4	23-08-2014	26.6	3.9	9.8	4.8
5	24-08-2014	25.3	9.9	3.3	
		Total			
		86.72			
		139.65			
		45.07			
		38.44			

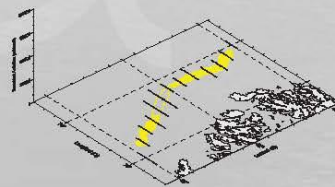
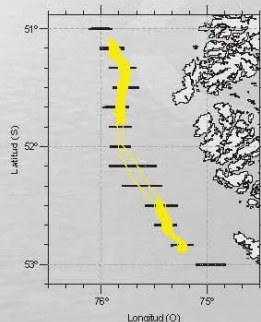
N° ejemplares					
Lance N°	Fecha	M. Cola	M. Austral	M. 3 aletas	Mictófidos
1	22-08-2014	22	22	2	
2	23-08-2014	172	9	88	
3	23-08-2014				
4	23-08-2014	51	2	26	494
5	24-08-2014	48	6	8	
		Total			
		46			
		269			
		573			
		62			

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

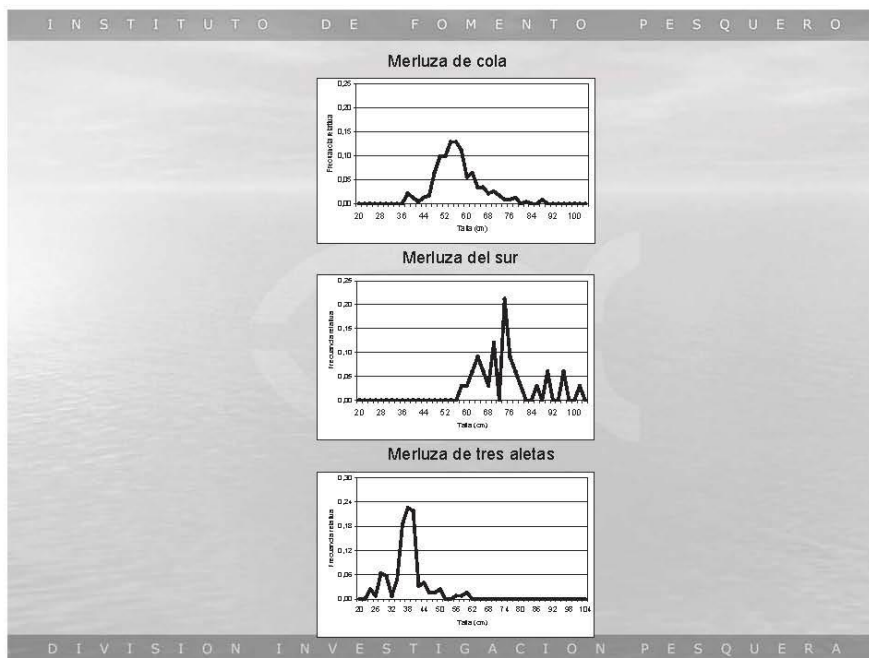
I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

Resultados Biomasa y Abundancia Etapa 3

Especie	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N°*1000)	CV
merluza de cola	1.681	0,190	3.328	0,190
merluza austral	645	0,375	238	0,375
merluza de tres aletas	474	0,554	1.726	0,554



D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

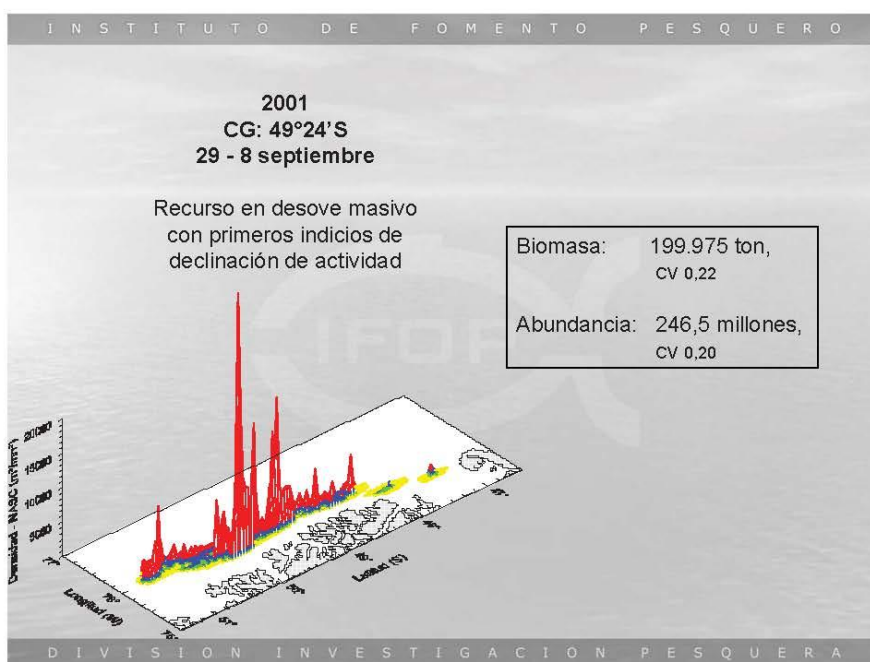


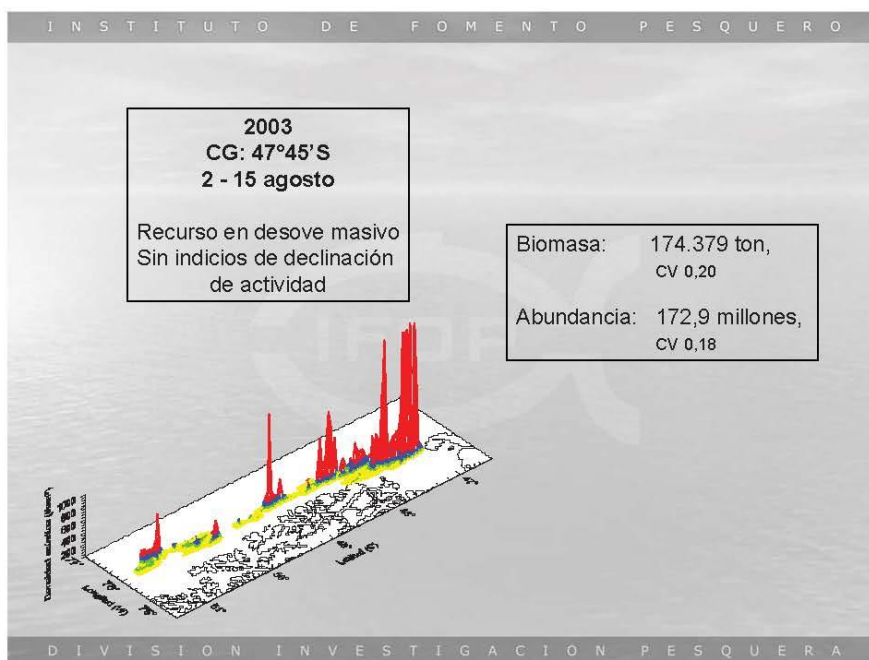
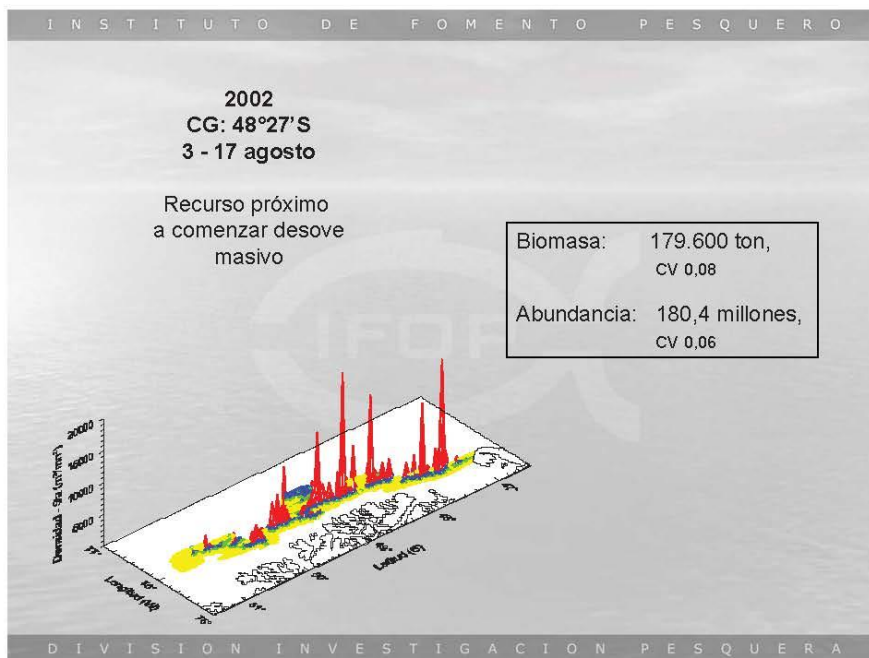
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

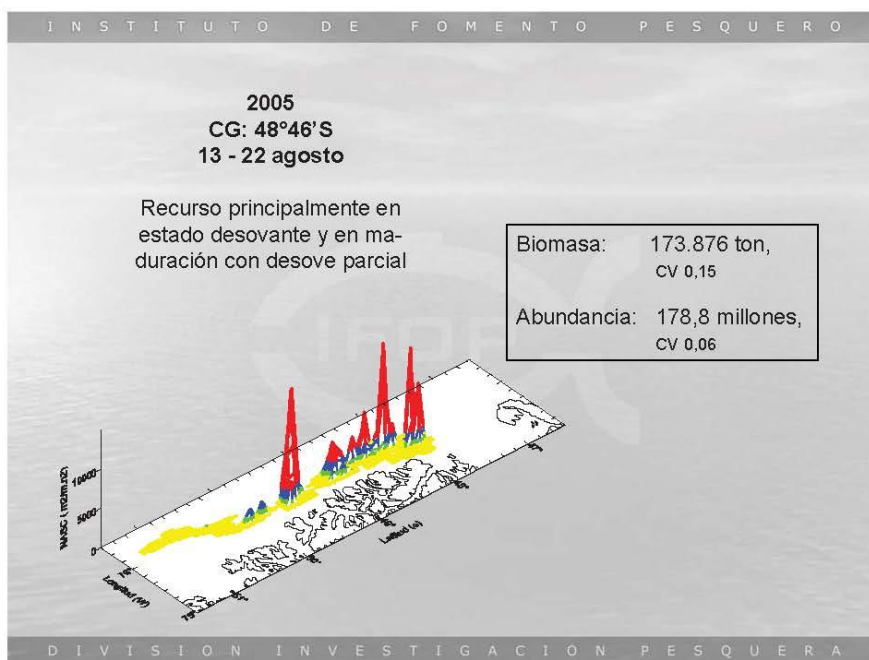
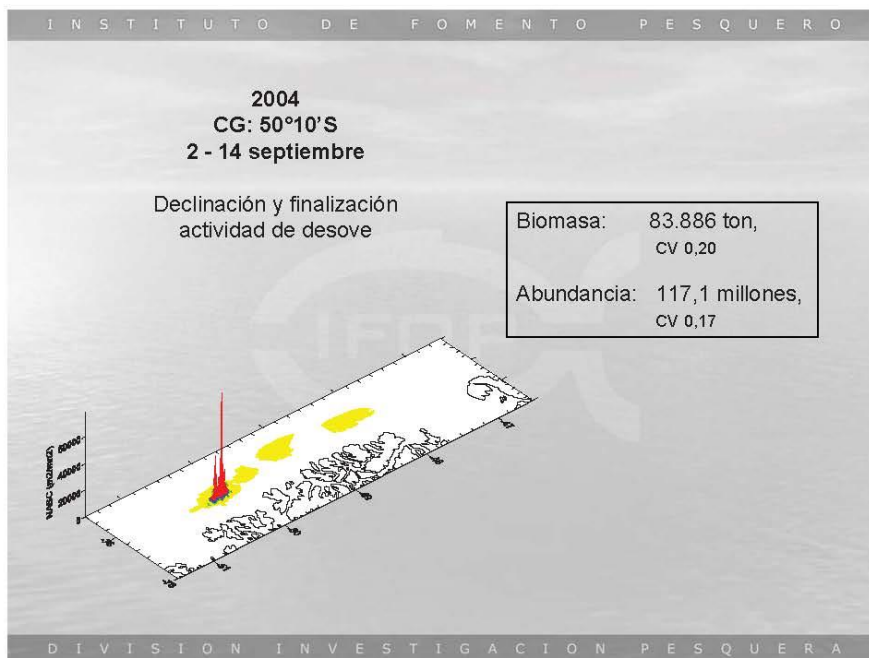
CONCLUSIONES

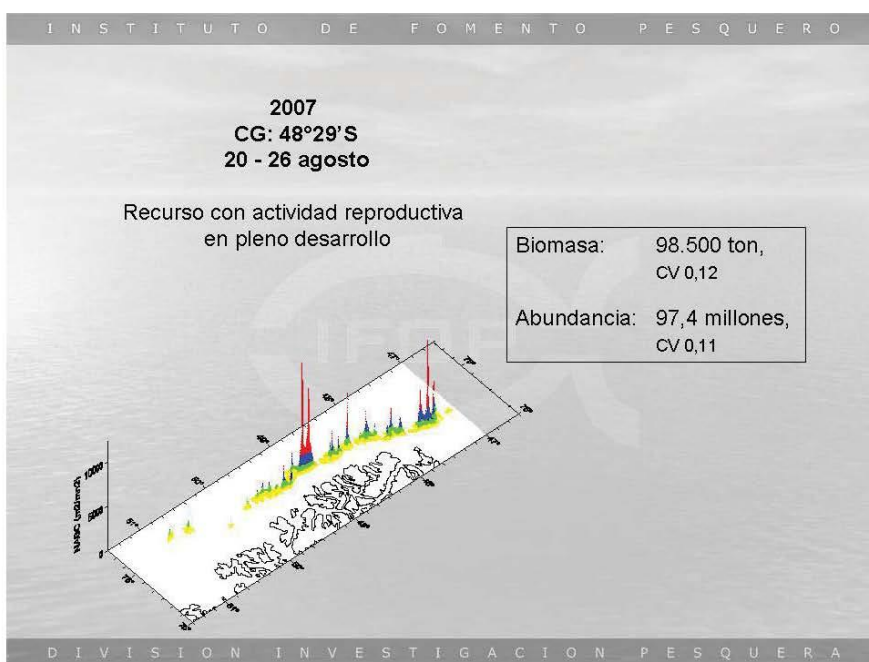
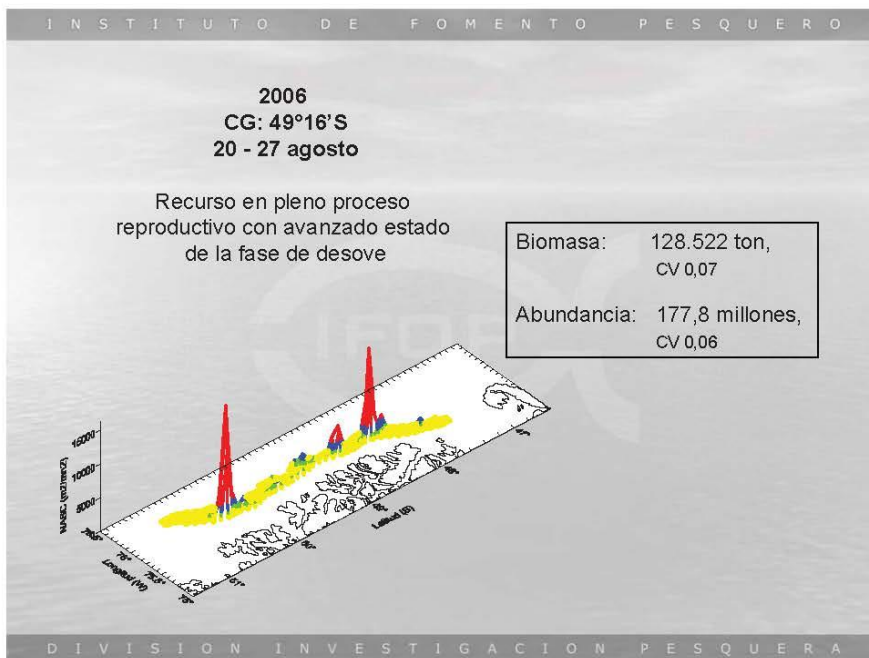
1. No se detectaron concentraciones importantes de los recursos objetivos al sur del paralelo 51°S, sólo presencia de éstos en bajas densidades.
2. Merluza de cola fue la de mayor presencia en la zona con una biomasa y abundancia con 1.681 t y 3,33 millones de individuos, respectivamente.

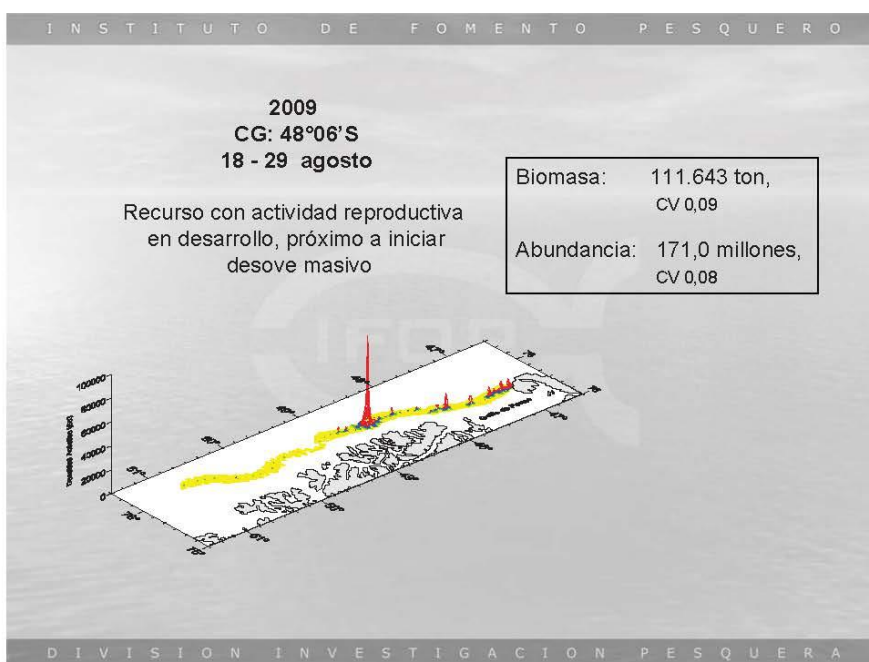
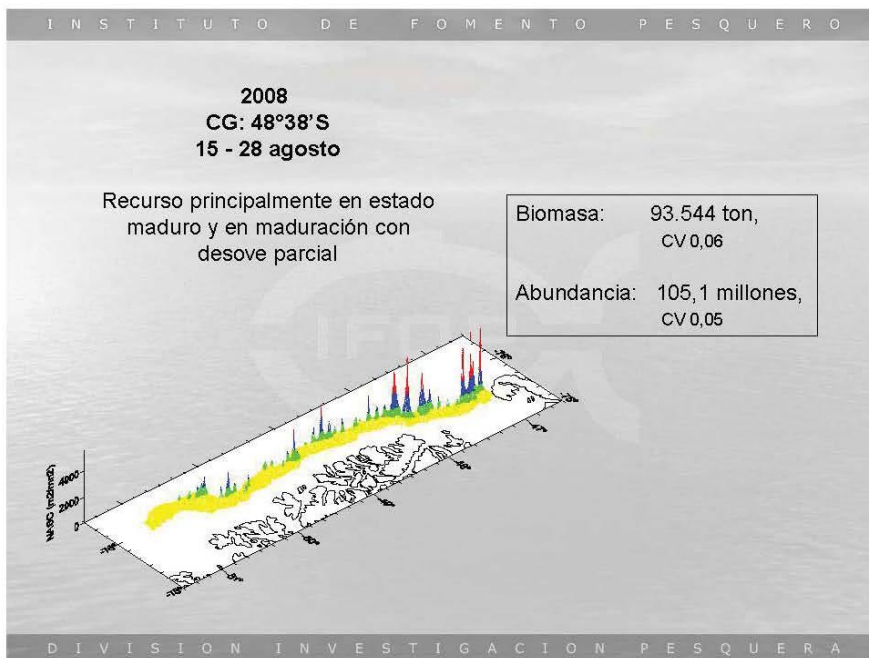
DIVISION INVESTIGACION PESQUERA

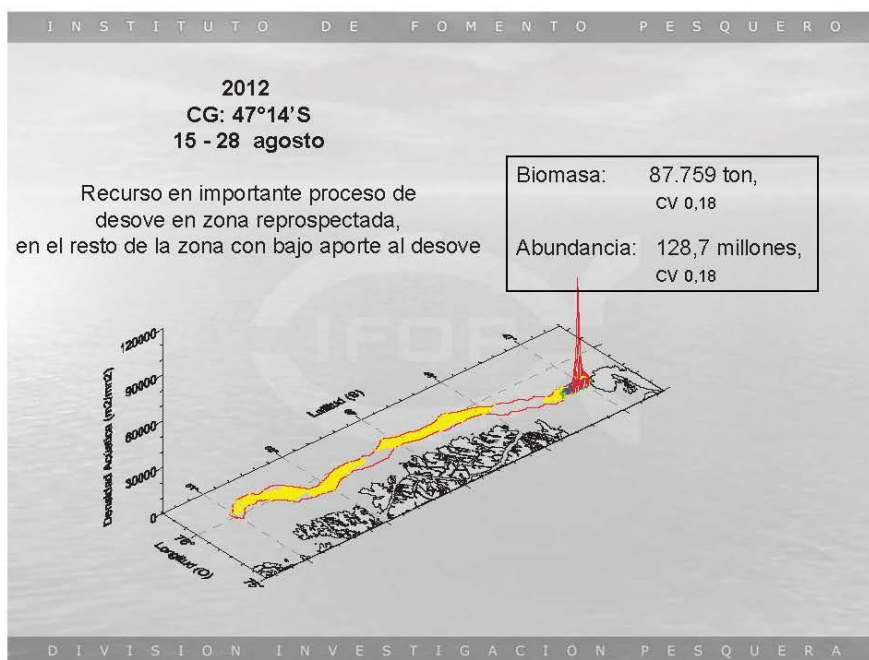
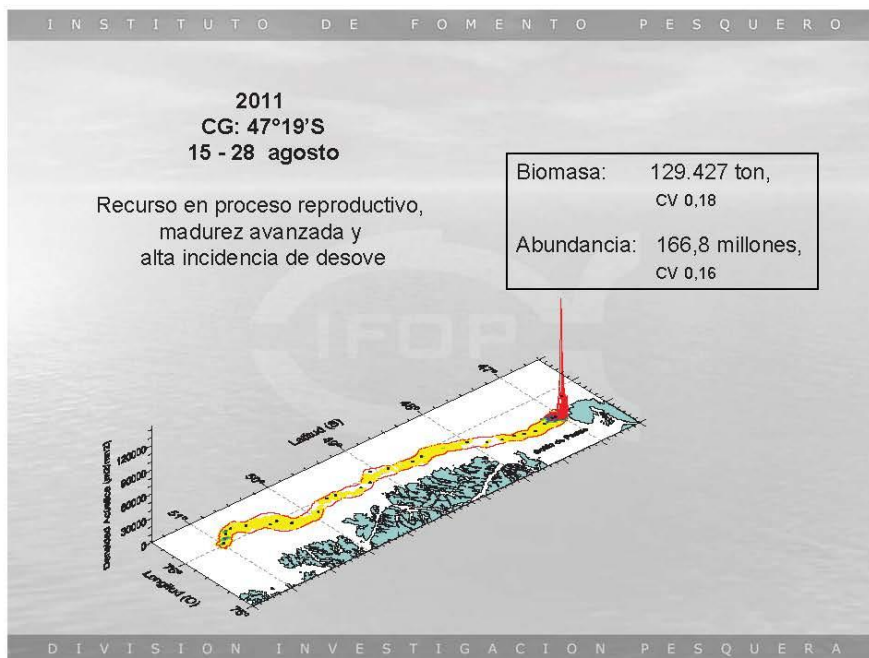


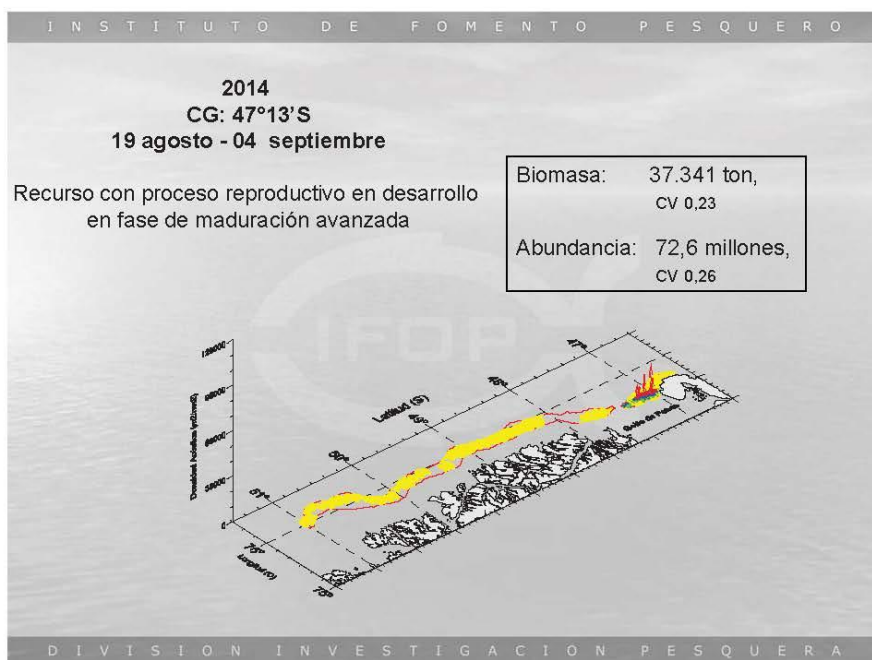
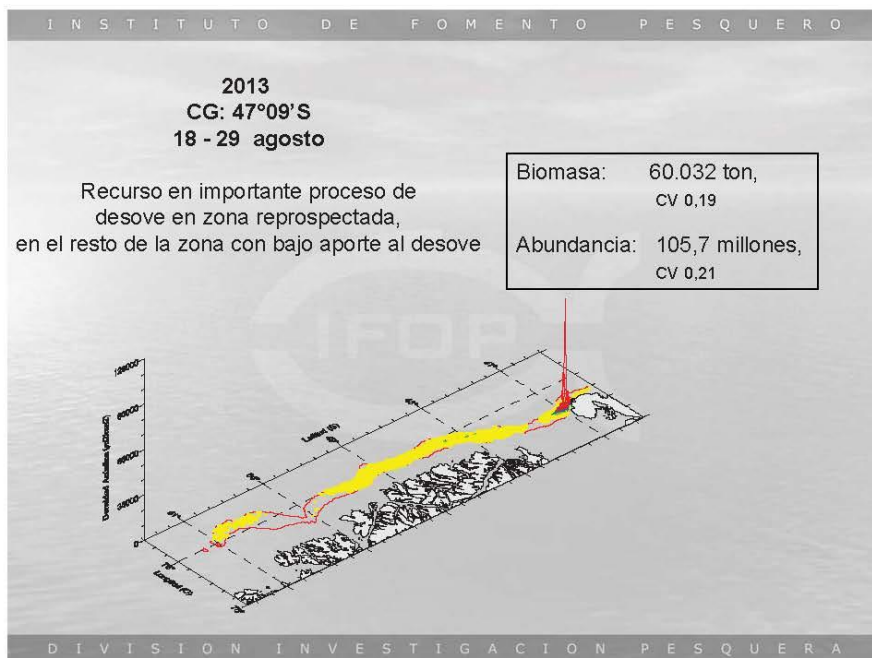


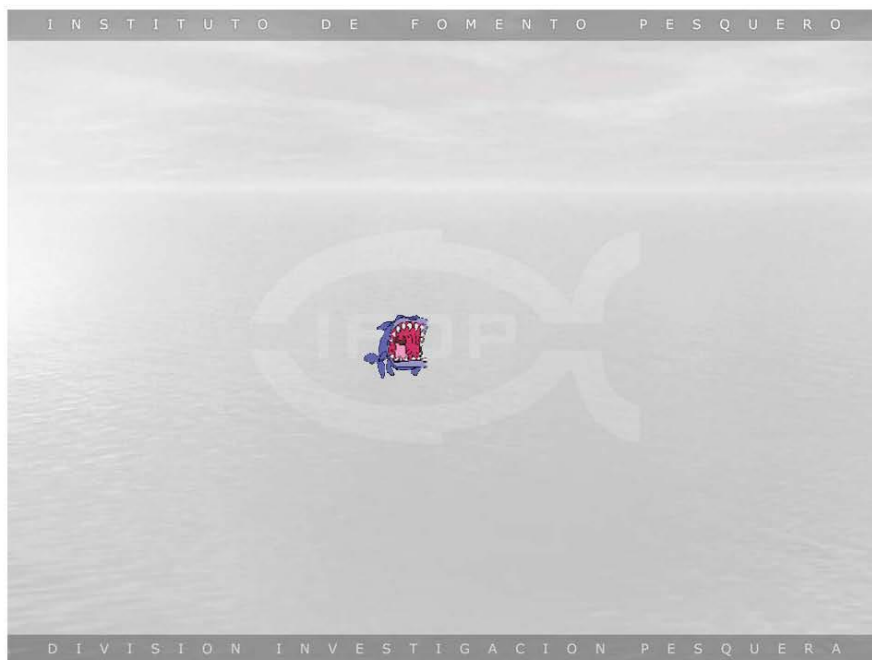








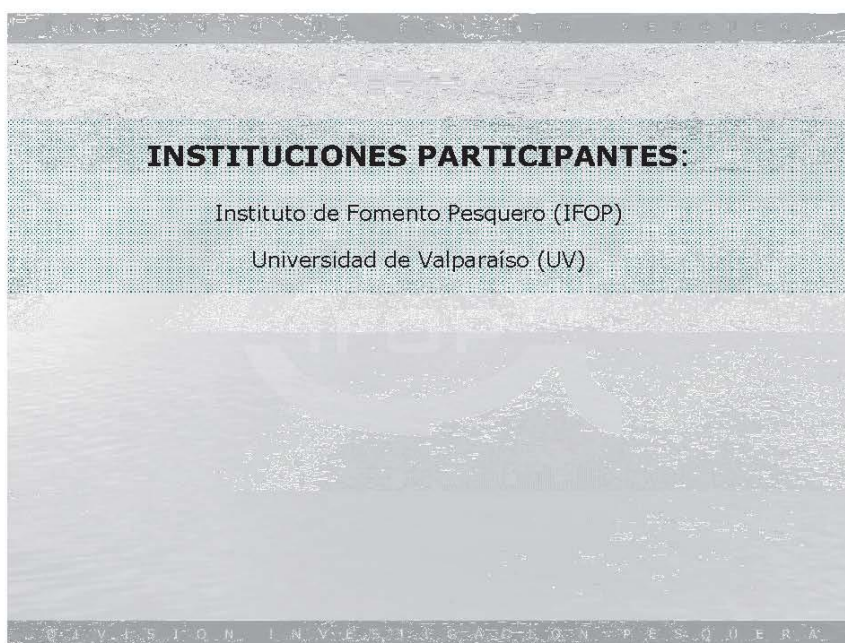






INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas



Objetivo general

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

OBJETIVOS ESPECIFICOS

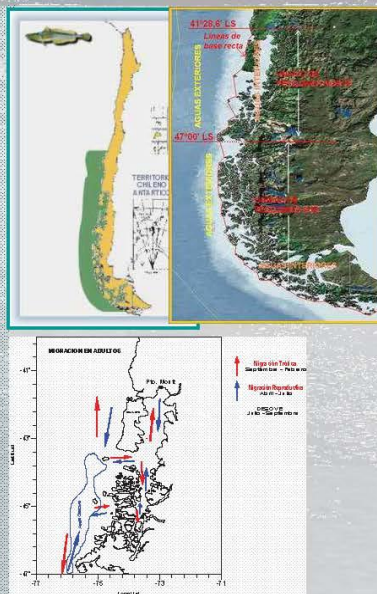
- 1 Determinar la biomasa total y desovante en peso (en peso), abundancia total y desovante (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante y total de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio (Tamaño de stock).
- 2 Estimar la composición de tallas, de edad y la proporción sexual del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial, latitudinal y batimétrica (Estructura demográfica).
- 3 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez, talla y edad de primera madurez y fecundidad de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los lances de identificación (Dinámica reproductiva).

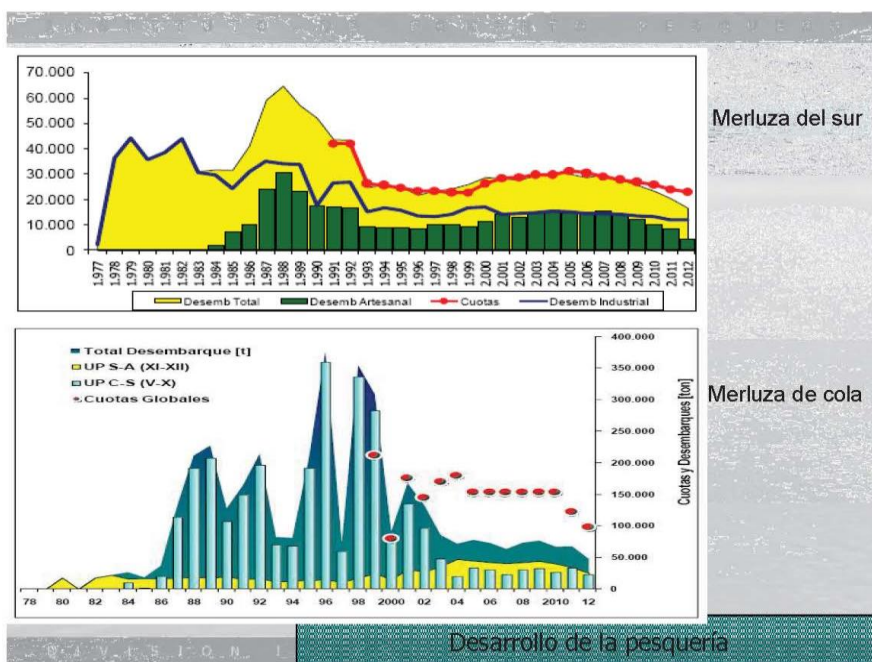
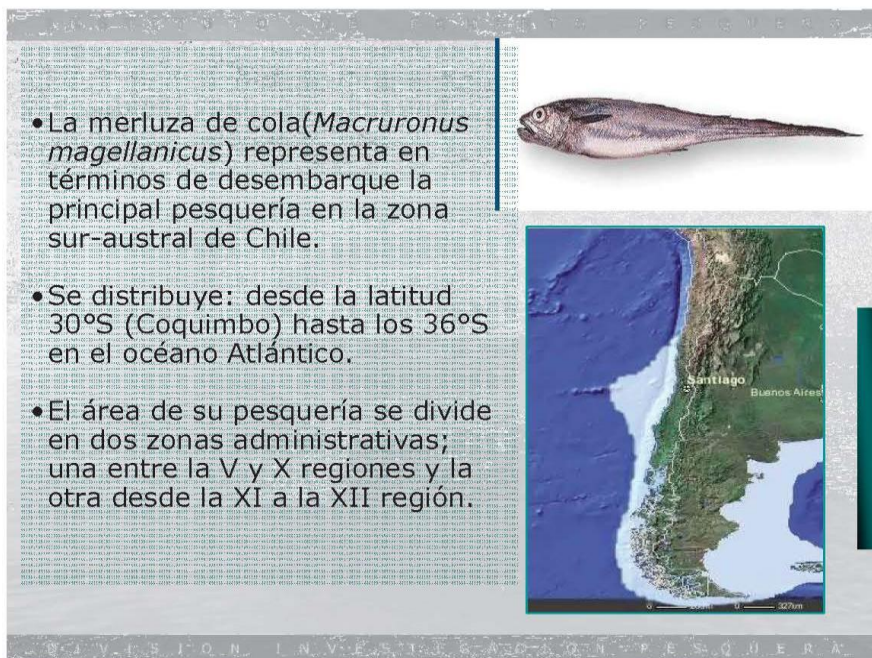
OBJETIVOS ESPECIFICOS

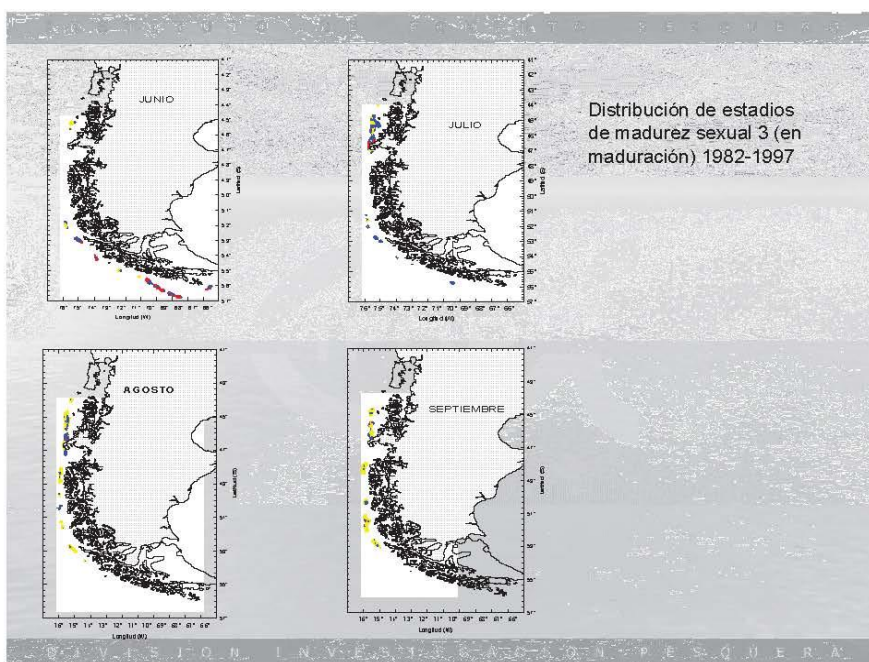
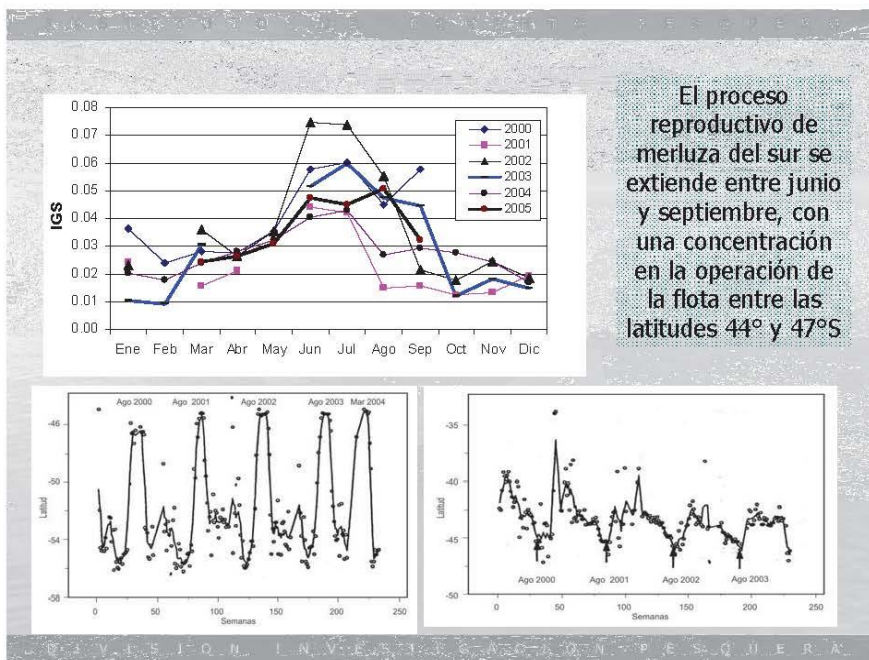
- 4 Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los lances de identificación en el área y período de estudio (Composición de especies).
- 5 Determinar la composición e importancia de los principales ítems alimentarios de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en el área de estudio (Dinámica trófica)
- 6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en el área de estudio.

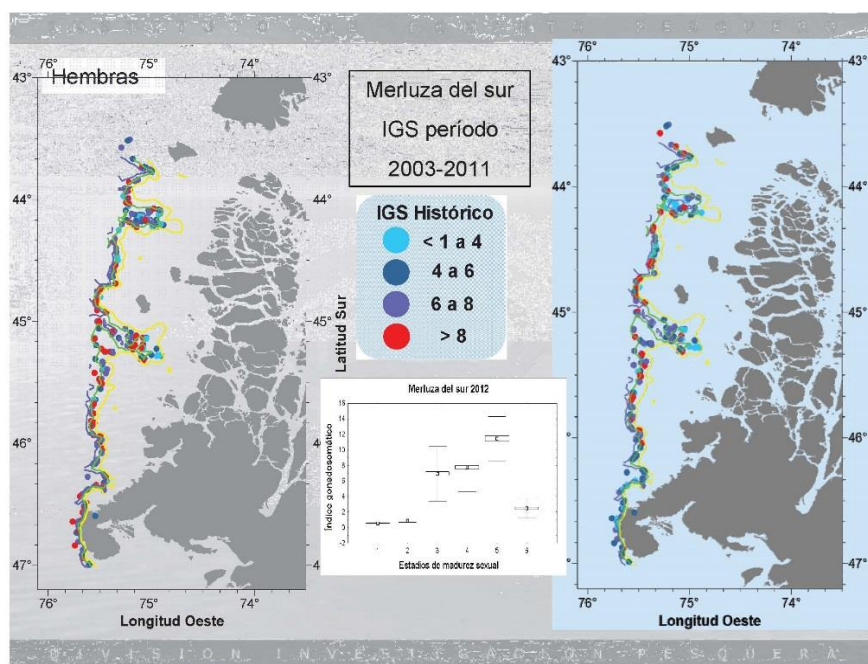
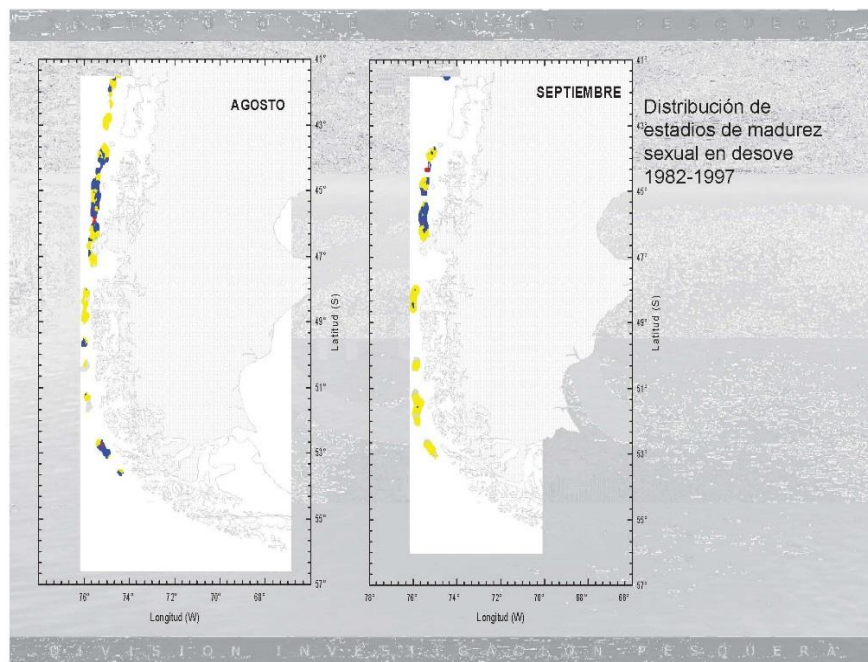
INTRODUCCION

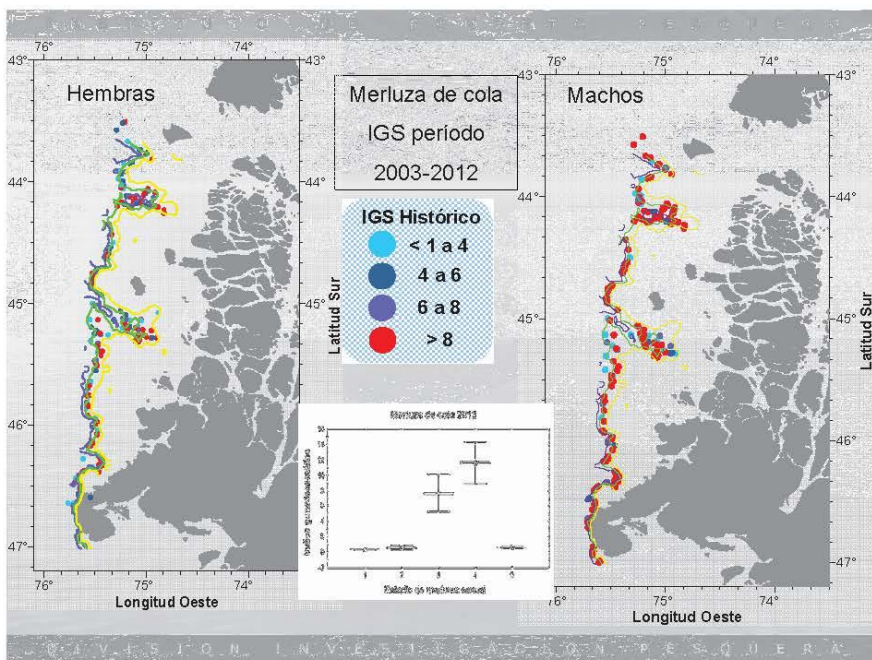
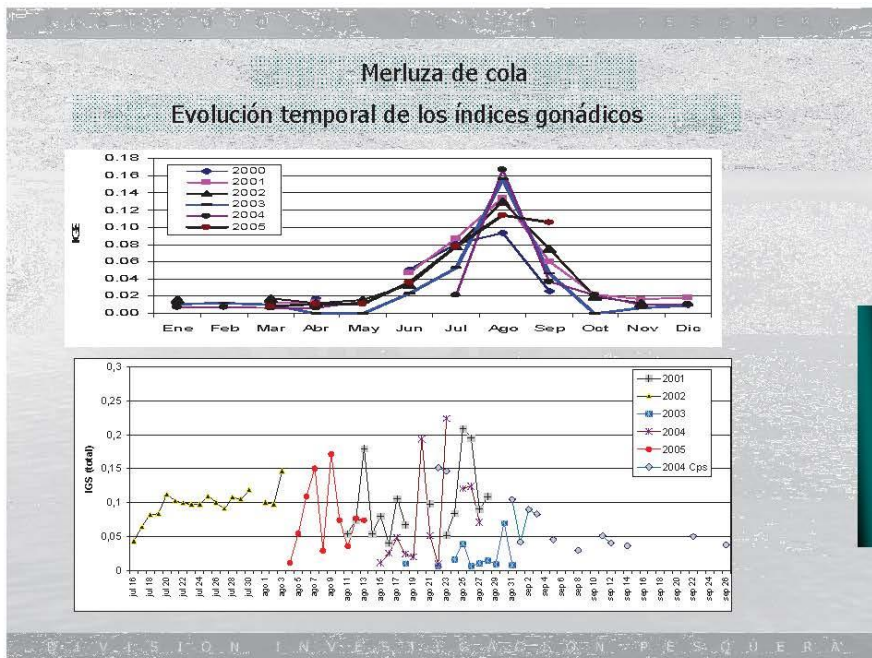
- La merluza del sur (*Merluccius australis*) y la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) sustentan una de las principales pesquerías en la zona sur-austral de Chile.
- La merluza del sur se distribuye: desde la latitud 36°S (Talcahuano) hasta los 38°S en el océano Atlántico.
- El área de su pesquería se divide en dos zonas administrativas; una norte (41°28,6 al 47° L.S) y otra sur desde el paralelo 47° al sur.
- La zona de aguas interiores es de exclusiva actividad artesanal y se encuentra regionalizada (X, XI y XII regiones)

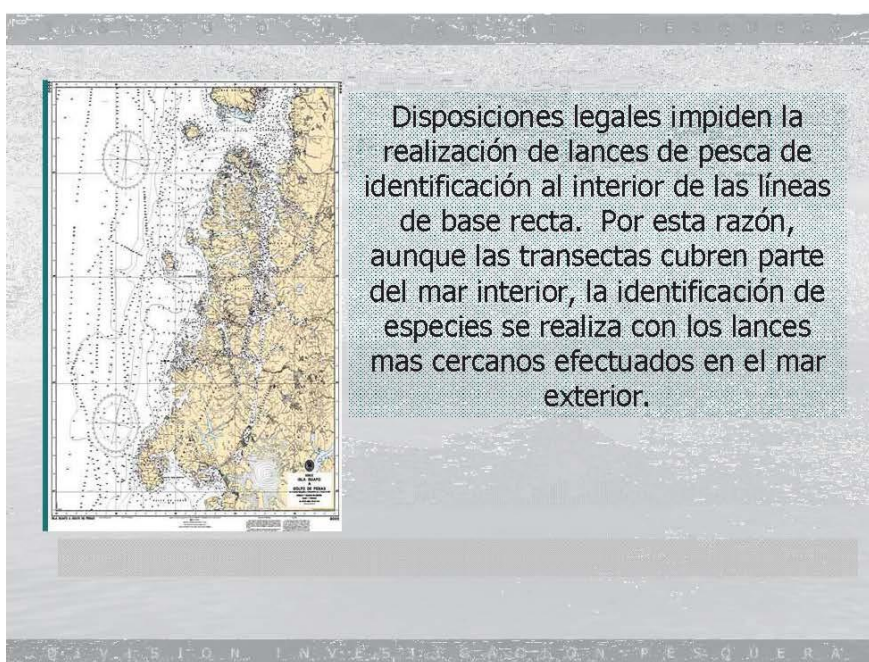
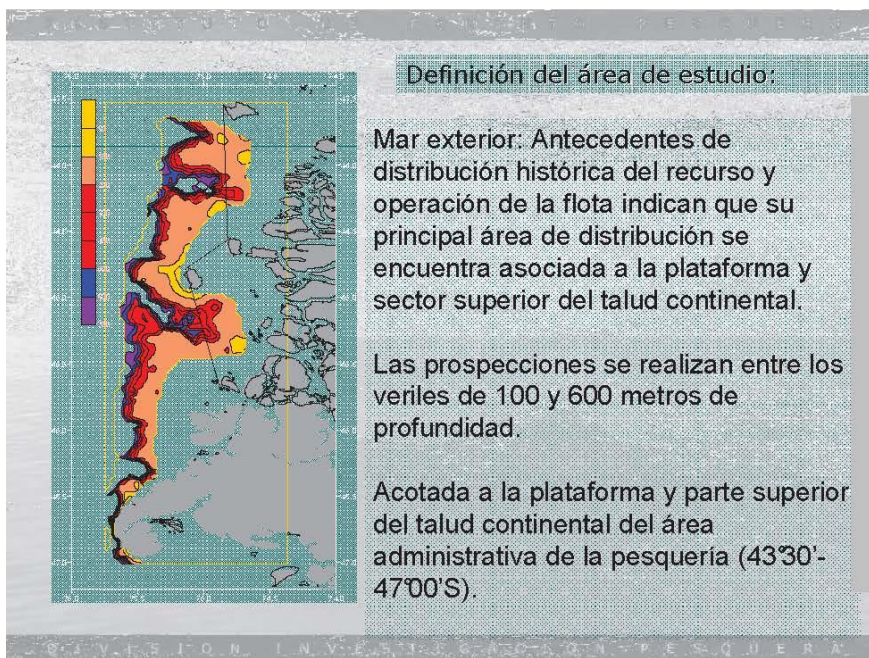




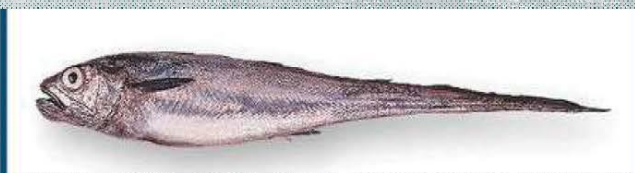
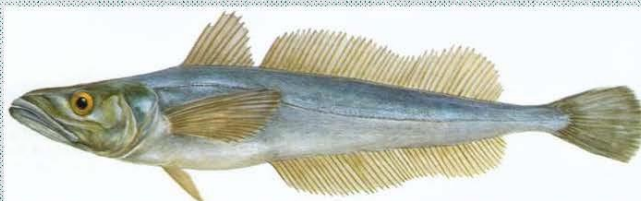








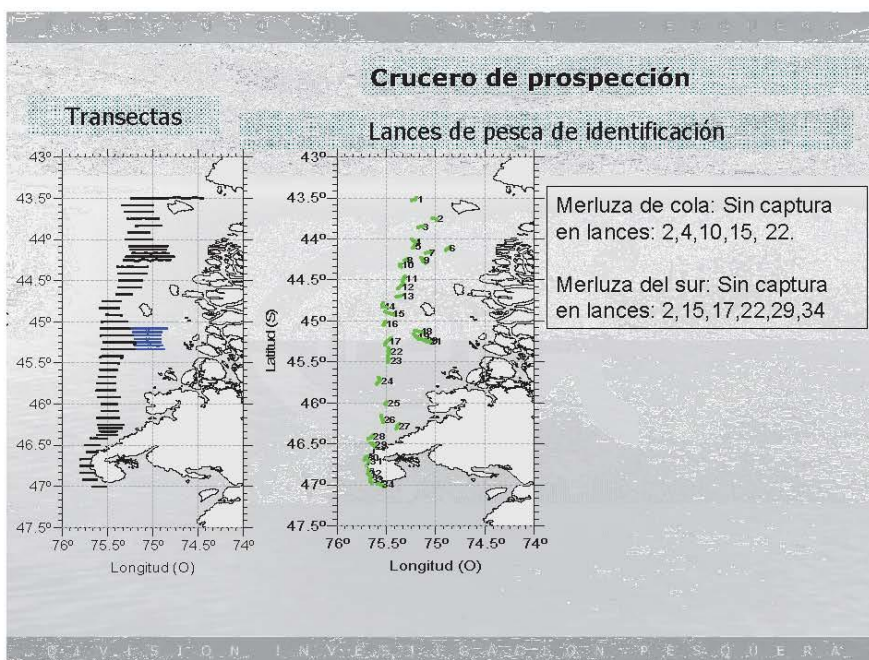
Objetivo 1: Determinar la biomasa total y desovante en peso (en peso), abundancia total y desovante (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante y total de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de estudio



METODOLOGIA

Las técnicas acústicas se emplean para evaluar un recurso en las escalas espacial y temporal en términos de:

- Tamaño del stock (Biomasa/abundancia)
- Estructura demográfica (Talla/edad/sexo)
- Distribución y comportamiento



Capturas por lance crucero 2014

Lance	Fecha	Merluza del sur	Merluza de cola	Merluza de tres aletas	Brotula	Calamar	Capturas por tipo					Jasa	Machado	Remora	Total
							Cojiroba molada	Cojiroba Pluma	Congrio	Granchero					
1	03/08/2014	500	30				2				3				503
2	03/08/2014														134
3	04/08/2014	710	230												940
4	04/08/2014	270	30			0.1	100						0.2		370
5	04/08/2014	630	150												780
6	04/08/2014	500	40												540
7	04/08/2014	10					200							10	210
8	04/08/2014	100	100												200
9	04/08/2014	80													80
10	04/08/2014	200	20												220
11	04/08/2014	100	10												110
12	04/08/2014	100	10												110
13	04/08/2014	80	80												160
14	04/08/2014	10	10												20
15	04/08/2014	10	10												20
16	04/08/2014	100	10												110
17	04/08/2014	100	10												110
18	04/08/2014	100	10												110
19	04/08/2014	100	10												110
20	04/08/2014	100	10												110
21	04/08/2014	100	10												110
22	04/08/2014	100	10												110
23	04/08/2014	100	10												110
24	04/08/2014	100	10												110
25	04/08/2014	100	10												110
26	04/08/2014	100	10												110
27	04/08/2014	100	10												110
28	04/08/2014	100	10												110
29	04/08/2014	100	10												110
30	04/08/2014	100	10												110
31	04/08/2014	100	10												110
32	04/08/2014	100	10												110
33	04/08/2014	100	10												110
34	04/08/2014	100	10												110
35	04/08/2014	100	10												110
36	04/08/2014	100	10												110
37	04/08/2014	100	10												110
38	04/08/2014	100	10												110
39	04/08/2014	100	10												110
40	04/08/2014	100	10												110
41	04/08/2014	100	10												110
42	04/08/2014	100	10												110
43	04/08/2014	100	10												110
44	04/08/2014	100	10												110
45	04/08/2014	100	10												110
46	04/08/2014	100	10												110
47	04/08/2014	100	10												110
48	04/08/2014	100	10												110
49	04/08/2014	100	10												110
50	04/08/2014	100	10												110
51	04/08/2014	100	10												110
52	04/08/2014	100	10												110
53	04/08/2014	100	10												110
54	04/08/2014	100	10												110
55	04/08/2014	100	10												110
56	04/08/2014	100	10												110
57	04/08/2014	100	10												110
58	04/08/2014	100	10												110
59	04/08/2014	100	10												110
60	04/08/2014	100	10												110
61	04/08/2014	100	10												110
62	04/08/2014	100	10												110
63	04/08/2014	100	10												110
64	04/08/2014	100	10												110
65	04/08/2014	100	10												110
66	04/08/2014	100	10												110
67	04/08/2014	100	10												110
68	04/08/2014	100	10												110
69	04/08/2014	100	10												110
70	04/08/2014	100	10												110
71	04/08/2014	100	10												110
72	04/08/2014	100	10												110
73	04/08/2014	100	10												110
74	04/08/2014	100	10												110
75	04/08/2014	100	10												110
76	04/08/2014	100	10												110
77	04/08/2014	100	10												110
78	04/08/2014	100	10												110
79	04/08/2014	100	10												110
80	04/08/2014	100	10												110
81	04/08/2014	100	10												110
82	04/08/2014	100	10												110
83	04/08/2014	100	10												110
84	04/08/2014	100	10												110
85	04/08/2014	100	10												110
86	04/08/2014	100	10												110
87	04/08/2014	100	10												110
88	04/08/2014	100	10												110
89	04/08/2014	100	10												110
90	04/08/2014	100	10												110
91	04/08/2014	100	10												110
92	04/08/2014	100	10												110
93	04/08/2014	100	10												110
94	04/08/2014	100	10												110
95	04/08/2014	100	10												110
96	04/08/2014	100	10												110
97	04/08/2014	100	10												110
98	04/08/2014	100	10												110
99	04/08/2014	100	10												110
100	04/08/2014	100	10												110
Capturas totales		2440	240	2680	10	0.1	200	3	20	20	14	0.2	20		2970
Proporción (%)		83.3	8.3	90.0	0.3	0.0	6.7	0.1	0.7	0.7	0.5	0.0	0.7		100.0

I. C. N. I. N. V. E. S. T. I. G. A. C. I. O. N. E. S. P. E. S. Q. U. E. R. A.

DISEÑO DE MUESTREO:

TRANSECTAS:

- **Dirección:** Este-Oeste, perpendicular al sentido de la batimetría del área (Prospección).
- **Intensidad de muestreo:** Se utilizó una distancia entre transectas de 5 millas náuticas. Esto permite alcanzar un coeficiente de variación esperado del muestreo acústico del 15%.
- **Profundidad de muestreo:** Se muestrea la columna de agua desde 5 metros de la quilla del buque hasta el fondo, con una profundidad máxima de 500 metros.
- **Período de la prospección:** Se desarrolló durante el periodo de concentración reproductiva del recurso (1 al 15 de agosto). La prospección se realiza durante las horas de oscuridad, aprovechando la migración nocturna de los recursos, lo que favorece su disponibilidad a los equipos acústicos.
- **Frecuencia(s) de ecosonda:** 38 KHz.

LANCES DE PESCA DE IDENTIFICACIÓN: Se realizan paralelo a la prospección.

Distribución de los lances de pesca: Se efectúan sobre los fondos de la plataforma continental.

Sistema de Pesca: Arrastre de mediagua. La red está armada con una malla de 50 mm en el copo, lo que permite aumentar su capacidad de retención (disminuir su selectividad) y lograr aumentar el rango de selección de talla de los ejemplares capturados.

**Datos
acústicos**

• **Transectas y lances de pesca:** Registros acústicos georeferenciados que incluyen intensidad acústica, hora, profundidad del fondo, cardúmenes, umbrales de detección, rangos batimétricos de registros acústicos.

• **Almacenamiento:** Los datos de transectas y lances de pesca son almacenados en archivos magnéticos para su posterior análisis.

• **Procesamiento:**

a) Se efectúa un análisis exploratorio de datos para chequear la presencia de datos anómalos como posiciones erróneas, bloqueo de señal acústica por movimiento del buque (cabeceo/rolido), presencia de interferencias acústicas de otros sistemas.

Datos acústicos	• b) Identificación de especies: Se efectuó a partir de una inspección de los ecogramas. Se separan los dispersantes calificados como ictioplancton (sector superficial) o recursos pelágicos. Se incorporan la información de composición de especie proveniente de los lances de pesca de identificación e información auxiliar como presencia de embarcaciones operando en la zona. • c) Asignación de especies: Se asigna mediante la estimación de la proporción acústica la cual plantea, que la contribución de especie (E_i) a las unidades de ecointegración (E_m), es proporcional a su aporte en la captura (w_i) y su coeficiente de dispersión acústica (σ_i). $E_j = \frac{w_j * \bar{\sigma}_j * E_m}{\sum (w_j * \bar{\sigma}_j)}$
----------------------------	--

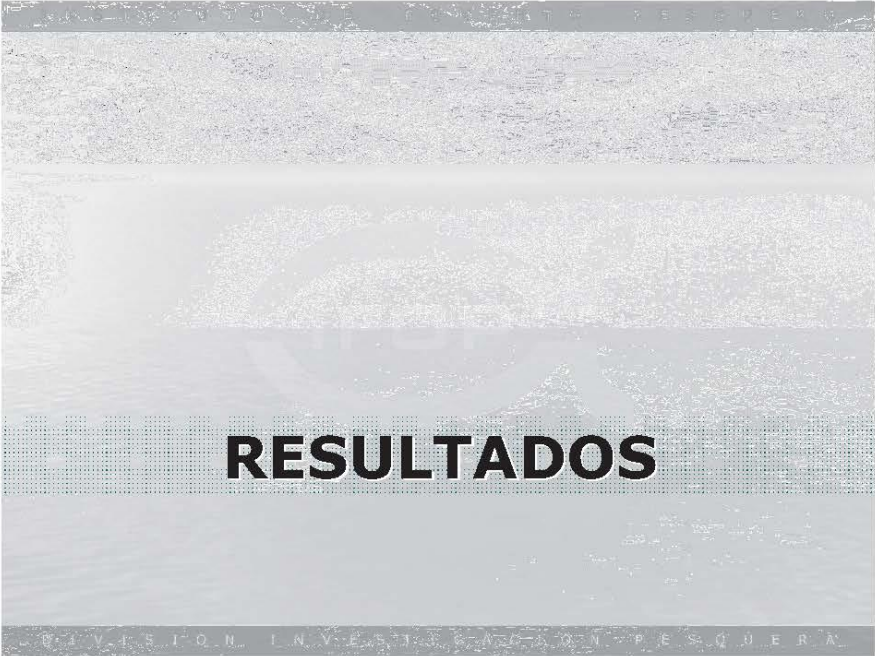
Lances de pesca de identificación (Información)	• Bitácoras del lance: Posición, esfuerzo en horas de arrastre y área barrida, estrato batimétrico y zona. • Capturas: Cantidad y composición específica de la captura. • Muestreos: Estructura de talla, proporción sexual, mediciones de talla, sexo, estructura reproductiva. • Recolecta: Se extraen y almacenan debidamente etiquetados: otolitos para estimación de la estructura de edades, ovarios para estimación del estado reproductivo y estómagos para el análisis de trofodinámica del recurso.
---	--

- La biomasa de merluza del sur se estimó utilizando la relación descrita para esta especie (Lillo *et al.*, 1996): $TS = 20 \cdot \log(L) - 68,1$.
 - Diferentes resultados de estimaciones de fuerza de blanco realizadas en diferentes especies del género *Merluccius* presentan una convergencia a una relación de dependencia cuadrática de la fuerza de blanco con la longitud ($20 \cdot \log(L)$) con un término independiente en torno a -68.
- | | | |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Svellingen y Ona (1999) | <i>M. capensis</i> | $20,0 \cdot \log(L) - 67,9$ |
| MacClatchie <i>et al.</i> (2003) | <i>M. australis</i> | $20,6 \cdot \log(L) - 67,4$ |
| Traynor <i>et al.</i> (1996) | <i>M. productus</i> | $20,0 \cdot \log(L) - 68,0$ |
| MacLennan (2000) | <i>M. gayi peruanus</i> | $20,0 \cdot \log(L) - 67,6$ |
| Kieser <i>et al.</i> (1998) | <i>M. productus</i> | $20,0 \cdot \log(L) - 68,0$ |
- Así, la relación utilizada durante los estudios, se enmarca dentro de los resultados esperados para esta especie.
 - Para la merluza de cola se utilizó la relación descrita para esta especie (Lillo *et al.*, 2005): $TS = 20,2 \cdot \log(L) - 73,1$.

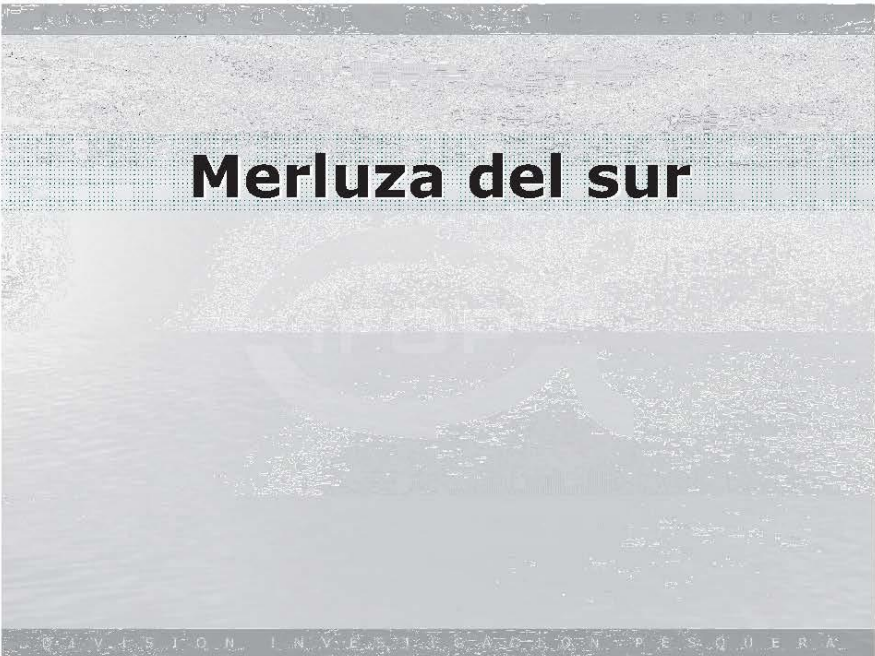
La distribución espacial se estimó a partir de las densidades locales para la elaboración de un mapa.

Se estimó el centro de gravedad latitudinal de la distribución.

Se estimó el Índice de Gini para medir el grado de concentración del recurso.



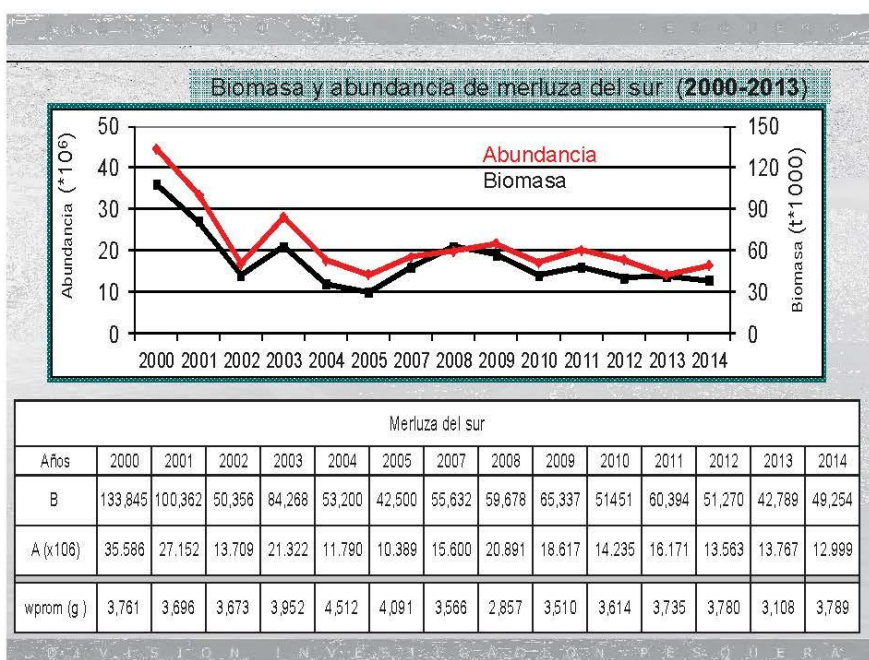
RESULTADOS

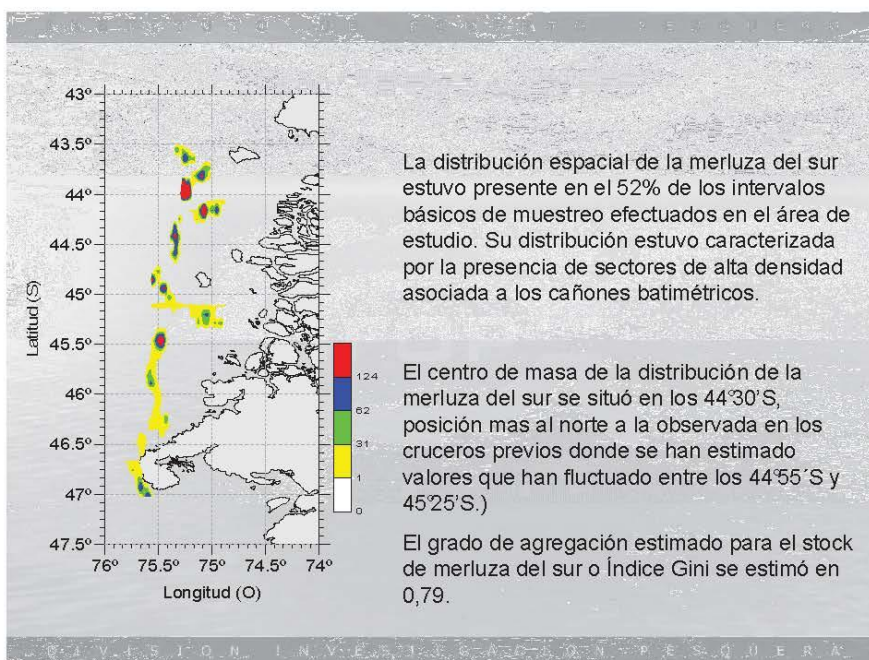
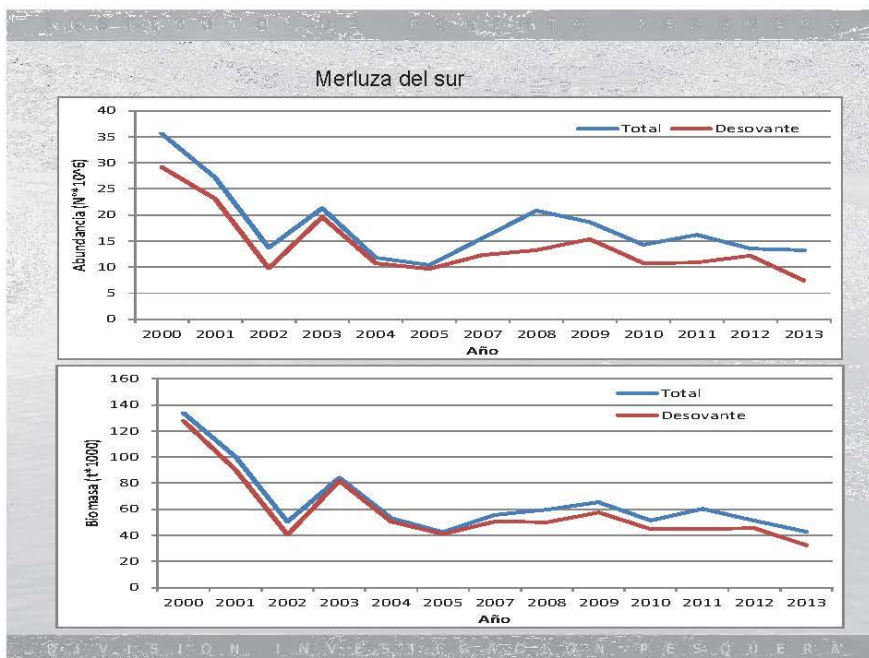


Merluza del sur

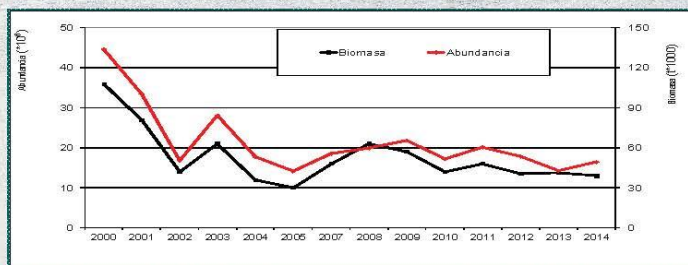
Estimados de biomasa y abundancia de merluza del sur			
Método	Area (mn ²)	Biomasa (t)	Densidad (t*mn ⁻²)
Geoestadístico	1.110	49.254 (D=90,7%) [39.403– 59.104]	44,3
Razón	1.369	52.150 [41.031 – 63.268]	47,0

Sexo	Abundancia (N°)
Machos	4.899.016
Hembras	7.920.870
Total	12.819.885





Consideraciones



- Después de haber presentado una disminución paulatina desde el año 2000 al 2005, el stock de merluza del sur tuvo una leve recuperación, pero aún se mantiene en niveles deprimidos en comparación al comienzo de la década pasada.
- Se mantiene el área de distribución con centros de gravedad estimados en las cercanías de la isla Guamblin, que parece ser el sector de mayor concentración de este recurso durante el proceso reproductivo.

RESULTADOS

Merluza de cola

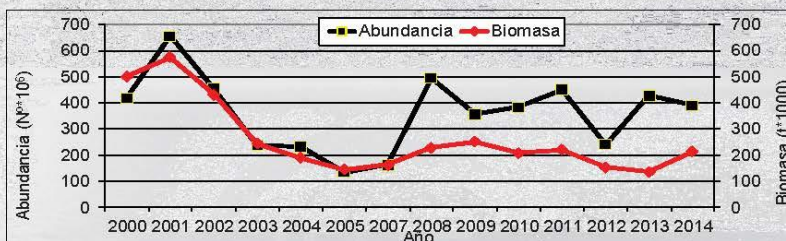
Estimados de biomasa y abundancia de merluza de cola

Método	Area (mn ²)	Biomasa (t)	Densidad (t*mn ⁻²)
Geoestadístico	1.440	213.799 (70,5% D*) [201.250-226.347]	148,4
Razón	1.440	203.587 [114.881-154.827]	141,3

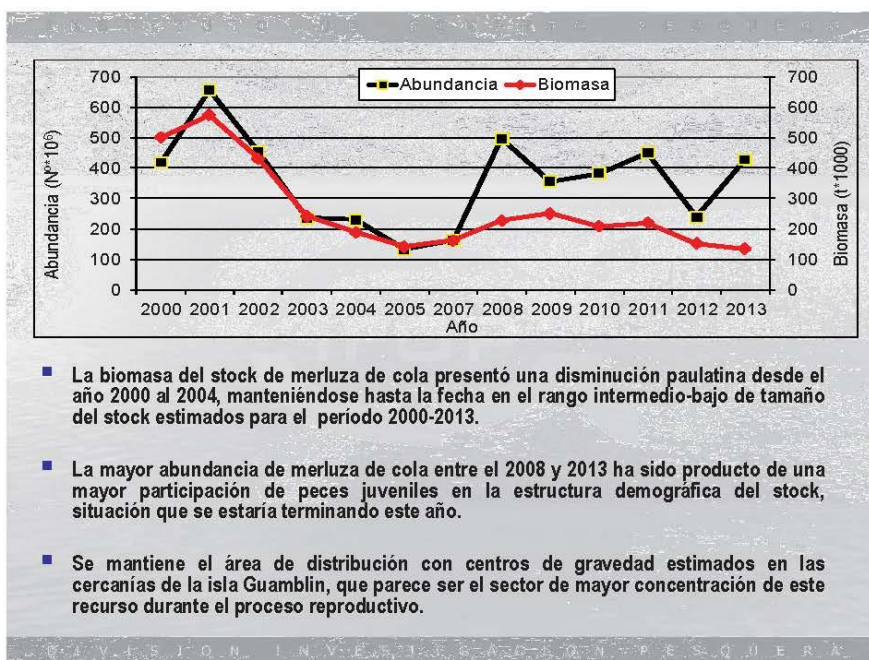
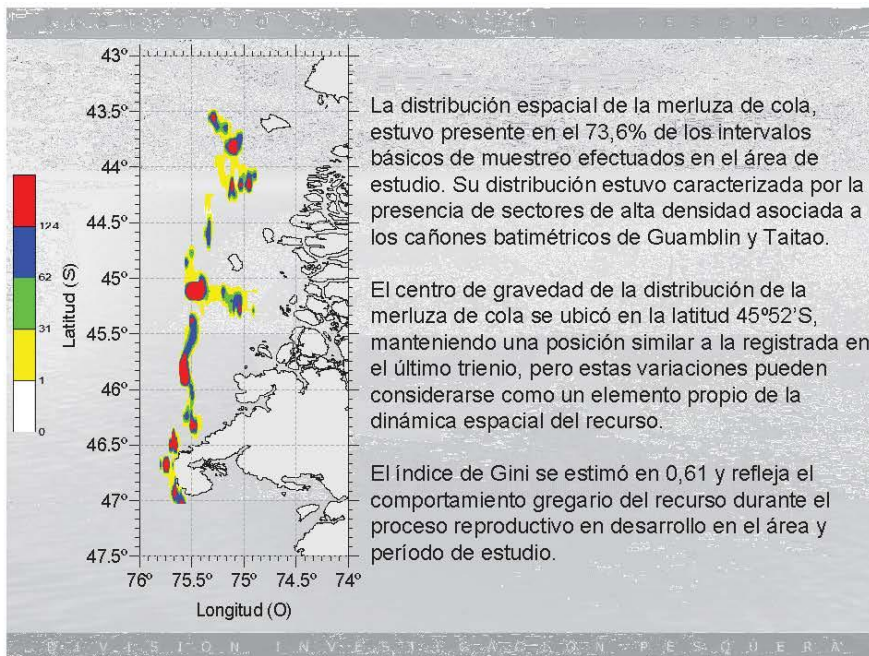
Sexo	Abundancia (N°)
Hembras	214.991.777
Machos	175.152.383
Total	390.144.161

(*) Ojiva 2013)

Abundancia y biomasa de merluza de cola



Merluza de cola													
Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
B (t)	501.252	574.415	431.900	242.784	188.800	148.000	162.779	229.775	251.481	208.276	220.887	158.680	134.854
A (x10 ³)	418.123	655.591	453.283	237.281	230.703	133.330	161.136	584.205	355.579	382.738	451.096	239.634	428.108
wprom (g)	1,199	876	953	1,023	818	1,095	1,010	393	707	544	490	662	315

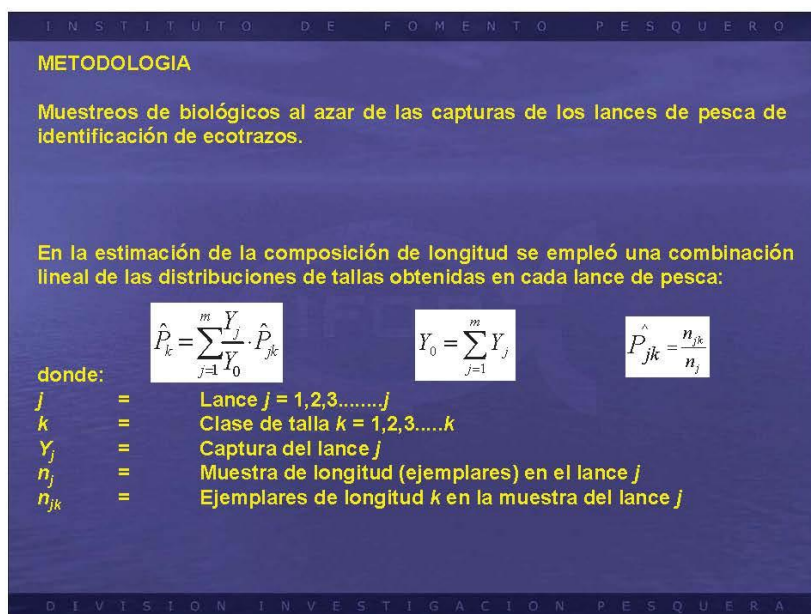
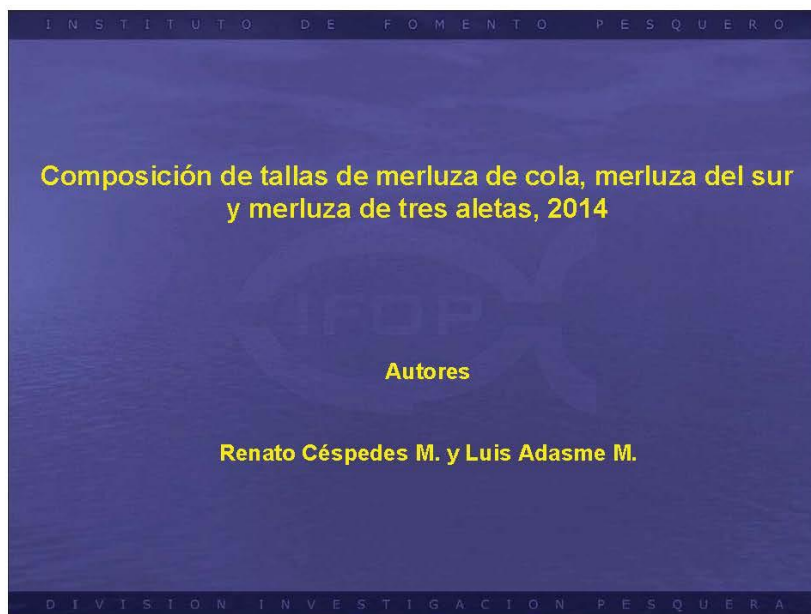






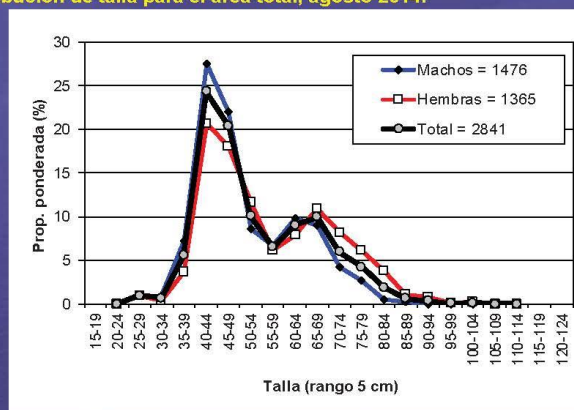
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Composición de tallas de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas, 2014.



MERLUZA DE COLA

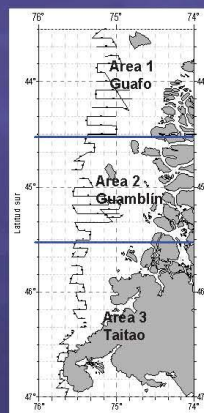
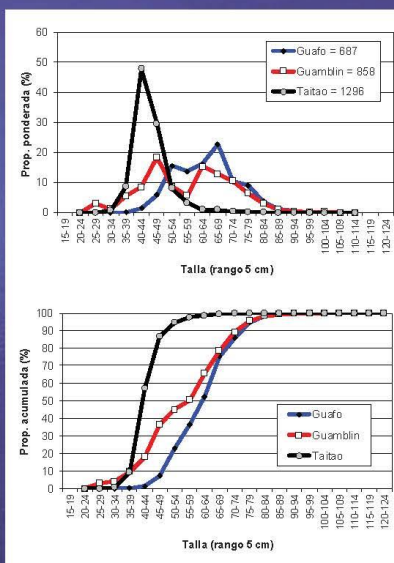
Distribución de talla para el área total, agosto 2014.



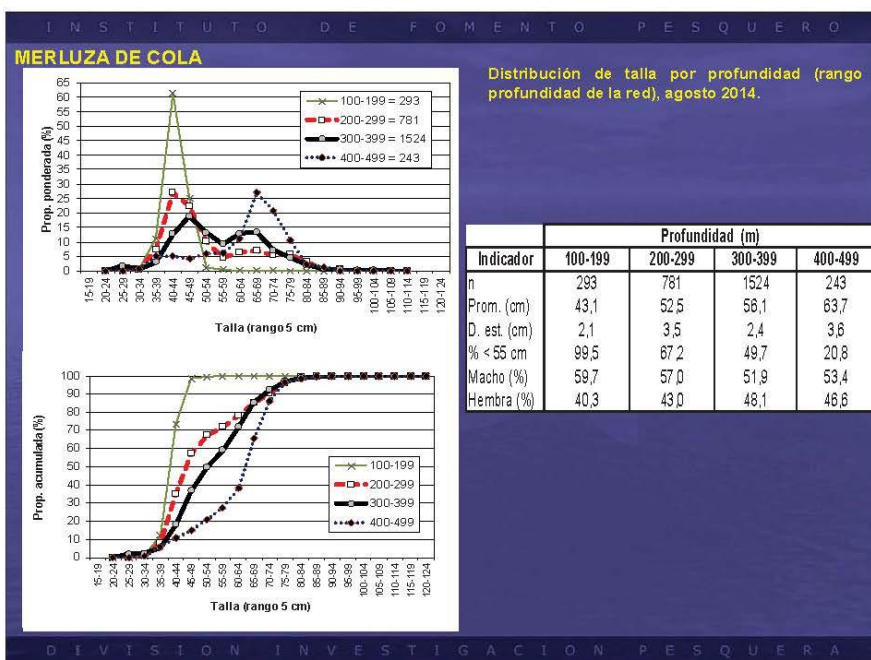
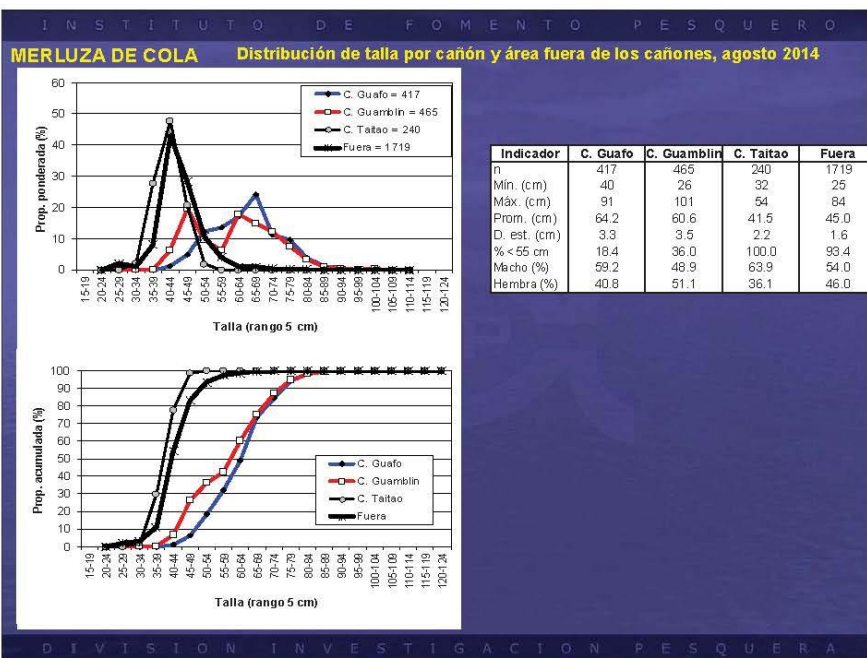
Indicador	Macho	Hembra	Total
n	1476	1365	2841
Min. (cm)	25	25	25
Máx. (cm)	86	101	101
Prom. (cm)	51,0	55,9	53,2
D. est. (cm)	2,1	2,5	1,7
% < 55 cm	67,0	55,1	61,6

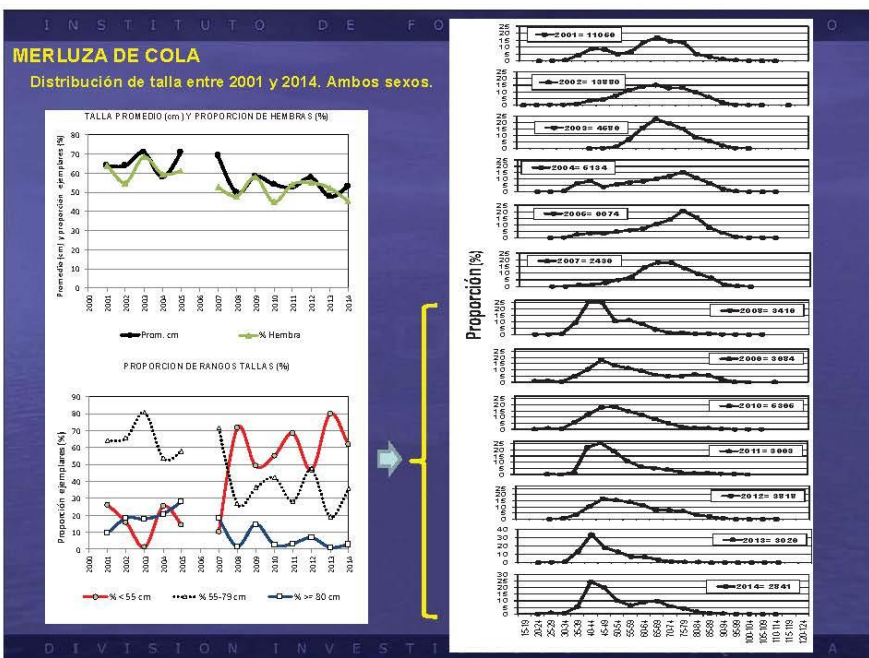
MERLUZA DE COLA

Distribución de talla por área, agosto 2014



Indicador	Guafo	Guambin	Taitao
n	687	858	1296
Min. (cm)	39	25	32
Máx. (cm)	91	101	84
Prom. (cm)	63,4	57,3	44,9
D. est. (cm)	3,2	3,3	1,4
% < 55 cm	22,8	44,9	94,4
Macho (%)	56,6	48,9	57,3
Hembra (%)	43,4	51,1	42,7





CONCLUSION

Merluza de cola

La estructura de talla de merluza de cola del a3o 2014 registr3 una moda principal de juveniles entre 34 y 54 cm y otra moda secundaria de ejemplares adultos entre 60-74 cm, con una presencia juvenil en 62%.

En la proporci3n sexual los machos predominaron levemente (55 %) respecto de las hembras.

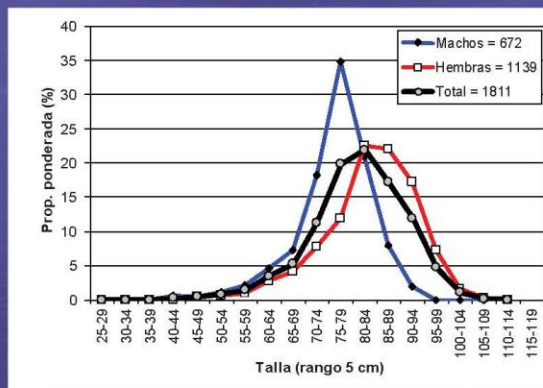
En general, la estructura de talla durante el a3o 2014 registr3 un gradiente latitudinal, aumentando la presencia de juveniles al aumentar la latitud en el 3rea de estudio.

La distribuci3n de talla de merluza de cola entre los a3os 2008 a 2014 ha registrado una alta presencia de juveniles, no registrada en los a3os 2001 a 2007 (predominio de la fracci3n adulta).

La distribuci3n de mayor presencia de juveniles en los 3ltimos siete a3os de estudio caracteriza a un per3odo con los menores registros de biomasa del recurso.

MERLUZA DEL SUR

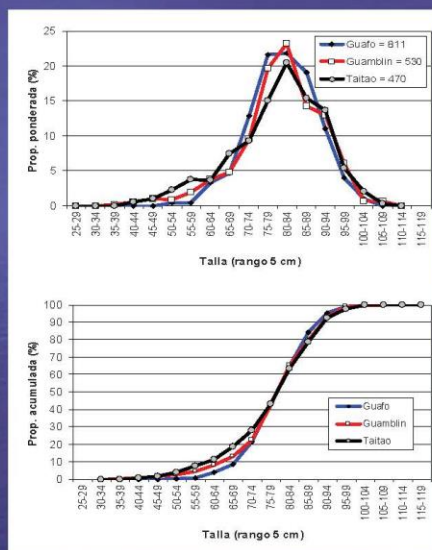
Distribución de talla para el área total, agosto 2014.



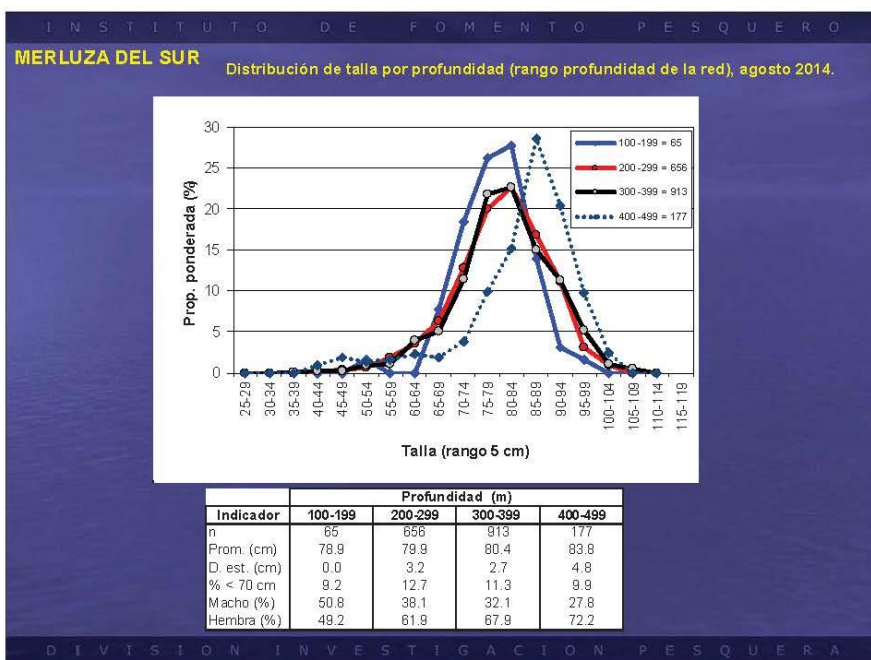
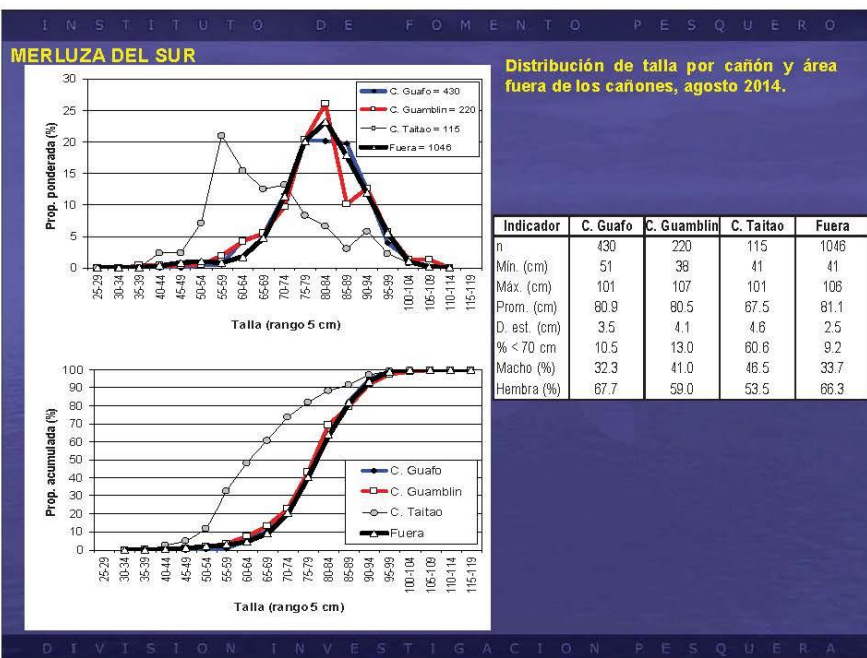
Indicador	Macho	Hembra	Total
n	672	1139	1811
Mín. (cm)	41	38	38
Máx. (cm)	93	107	107
Prom. (cm)	75.8	83.1	80.5
D. est. (cm)	3.2	2.6	2.1
% < 70 cm	16.2	9.1	11.7

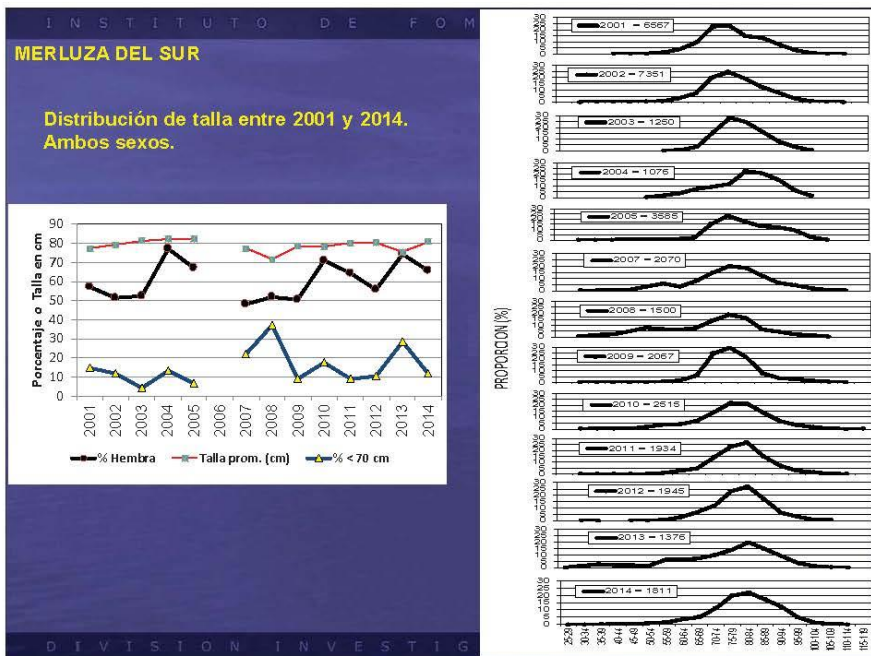
MERLUZA DEL SUR

Distribución de talla por área, agosto 2014



Indicador	Guafo	Guambín	Taitao
n	811	530	470
Mín. (cm)	51	38	41
Máx. (cm)	103	107	106
Prom. (cm)	80.9	80.4	79.6
D. est. (cm)	3.0	3.5	3.7
% < 70 cm	8.7	13.0	18.6
Macho (%)	37.5	36.1	23.3
Hembra (%)	62.5	63.9	76.7





CONCLUSION

Merluza del sur

La estructura de talla de merluza del sur en el año 2014 registró una forma unimodal, con una moda principal de adultos entre 70 y 89 cm, y escasa presencia de juveniles (12%).

En la proporción sexual las hembras predominaron respecto de los machos.

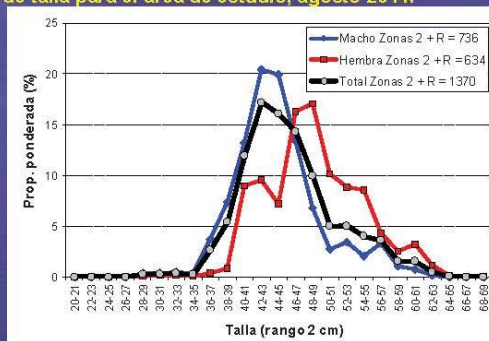
La estructura de talla adulta del año 2014 se registró relativamente homogénea en toda el área de estudio.

La estructura de talla de merluza del sur entre el 2001 y 2014 mantuvo la composición adulta, sobre la base de una moda principal entre los 70 y 89 cm, distribución que caracteriza la concentración del recurso en el área y período de desove, en donde los últimos cinco años (2010 – 2014) ha aumentado el predominio de las hembras.

DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

MERLUZA DE TRES ALETAS

Distribución de talla para el área de estudio, agosto 2014.

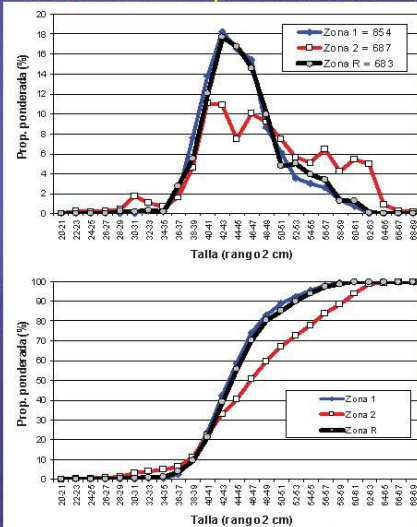


Indicador	Macho Zonas 2 + R	Hembra Zonas 2 + R	Total Zonas 2 + R
n	736	634	1370
Mín. (cm)	23	23	23
Máx. (cm)	62	69	69
Prom. (cm)	44.5	48.6	45.8
D. est. (cm)	2.0	2.9	1.8
% < 35 cm	1.3	0.5	1.0

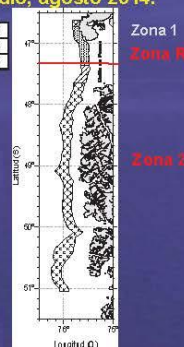
Zona 2	47°20' - 51°00' LS	Lances Crucero2	7 al 26	entre 24 y 31/ago/2014
Zona R	46°30' - 47°20' LS	Lances Crucero2	27 al 39	entre 31/ago y 4/sep/2014

MERLUZA DE TRES ALETAS

Distribución de talla para las diferentes zonas en el área de estudio, agosto 2014.



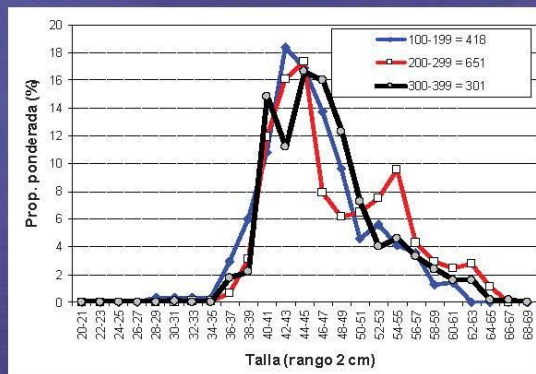
Zona 1	46°50' - 47°20' LS
Zona 2	47°20' - 51°00' LS
Zona R	46°50' - 47°20' LS



Indicador	Zona 1	Zona 2	Zona R
n	854	687	683
Mín. (cm)	23	29	23
Máx. (cm)	61	69	62
Prom. (cm)	45.1	48.1	45.6
D. est. (cm)	2.2	1.9	1.8
% < 35 cm	0.4	4.4	0.8
Macho (%)	77.5	38.0	72.4
Hembra (%)	22.5	62.0	27.6

MERLUZA DE TRES ALETAS

Distribuci3n de talla por profundidad (rango profundidad de la red) en la en la Zona 2 + Zona R, agosto 2014.



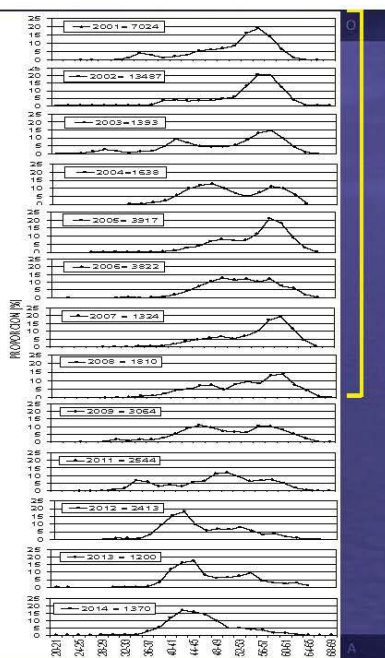
Indicador	100-199	200-299	300-399
n	418	651	301
Mín. (cm)	28	23	31
Máx. (cm)	81	89	87
Prom. (cm)	45.6	45.6	46.7
D. est. (cm)	2.2	2.4	2.9
% < 35 cm	1.0	2.7	0.1
Macho (%)	77.1	61.9	43.7
Hembra (%)	22.9	38.1	56.3

MERLUZA DE TRES ALETAS

Distribuci3n de talla entre 2001 y 2014. Ambos sexos.

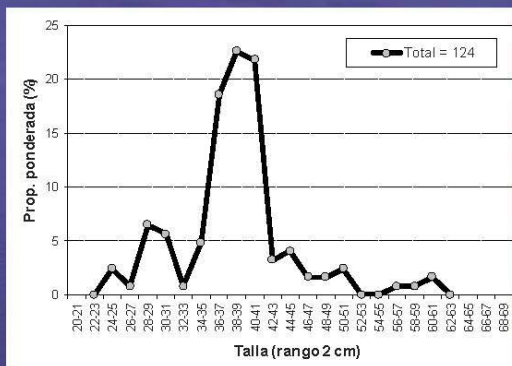
Año	Talla prom. (cm)	Desv. est. (cm)	< 35 cm (%)	Prop. Sexual %	
				Macho	Hembra
2001	50.0	6.8	3.8	54	46
2002	49.9	7.8	3.5	53	47
2003	46.8	8.7	7.0	56	44
2004	53.0	6.0	0.5	49	51
2005	54.0	1.9	0.3	52	48
2006	52.6	0.6	0.5	42	58
2007	53.9	2.0	0.5	49	51
2008	51.9	2.5	1.0	53	47
2009	49.4	1.7	3.4	69	31
2011	49.5	1.6	5.0	58	42
2012	45.7	2.3	1.7	36	64
2013	47.8	2.6	0.1	49	51
2014	45.8	1.8	1.0	67	33

Año	20-33 cm (%)	34-49 cm (%)	>= 50 cm (%)
2001	1.6	32.5	65.9
2002	0.6	22.4	77.0
2003	6.4	36.9	56.7
2004	0.0	53.7	46.1
2005	0.3	22.3	77.4
2006	0.4	37.9	61.7
2007	0.5	24.4	75.2
2008	0.8	33.6	65.6
2009	2.9	47.8	49.3
2011	2.9	46.7	50.4
2012	1.6	68.8	29.6
2013	0.1	63.1	36.8
2014	1.0	77.7	21.3



MERLUZA DE TRES ALETAS

Distribución de talla de merluza de tres aletas del Crucero III de exploración entre los 51°00' y 53°00' S, 22 al 28 de agosto de 2014. B/C Cabo de Hornos (ago., 2014).



Indicador	Total
n	124
Mín. (cm)	24
Máx. (cm)	60
Prom. (cm)	38.4
D. est. (cm)	2.6
% < 35 cm	17.7
Macho (%)	59
Hembra (%)	41

CONCLUSION

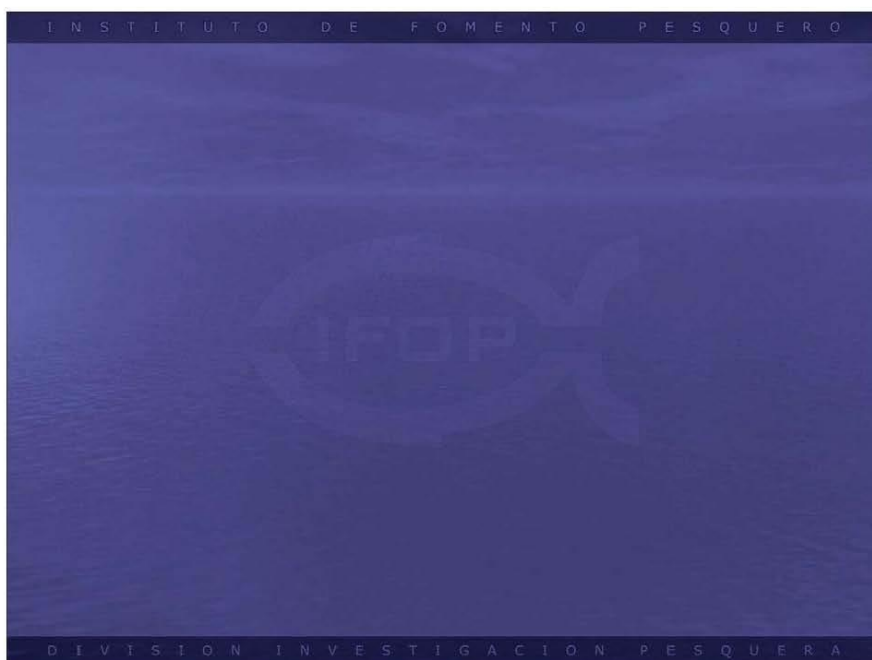
Merluza de tres aletas

La estructura de talla de merluza de tres aletas en el año 2014 fue principalmente e individuos adultos, con una talla promedio de 46 cm y escasa presencia de juveniles (1% < 35 cm).

La estructura de talla adulta del año 2014 se registró una moda principal entre los 40-49 cm.

Entre los años del 2001 al 2014 se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas superiores a 50 cm (66% en el 2001 a 21% en el 2014), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (32% en el 2001 a 78% en el 2014).

Lo anterior ha sido una característica similar que se ha registrado en los tres últimos años 2012, 2013 y 2014, período que el recurso se ha concentrado hacia fines del mes de agosto y con las menores de biomásas desovante observadas en el área y período de estudio





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

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

 **EVALUACIÓN DEL STOCK DESOVANTE DE MERLUZA DEL SUR, MERLUZA DE COLA Y MERLUZA DE TRES ALETAS, EN LAS AGUAS EXTERIORES ENTRE LA X Y XII REGIONES.**

EDAD MERLUZA DEL SUR (*Merluccius australis*)

EDAD MERLUZA DE COLA (*Macruronus magellanicus*)

EDAD MERLUZA DE TRES ALETAS (*Micromesistius australis*)

Sección Edad y Crecimiento – Sección Estadística
División Investigación Pesquera
IFOP

Marzo 2015

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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

Objetivos específicos

- OE1: Determinar la edad de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas
- OE2: Construir claves talla-edad
- OE3: Determinar la composición de la abundancia por grupo de edad de la biomasa
- OE4: Estimar edad de madurez 50%

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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

➤ OE1: Determinar la edad de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas

Crucero de Stock desovante
Muestreo
BIT
LON
BIO

Preparación de las muestras
otolitos sagitta

Merluza del sur:
Un otolito del par es seccionado transversalmente
El otro se emplea entero hidratado

Merluza cola: otolitos enteros hidratados, pulido, teñido

Merluza de tres aletas: otolitos enteros hidratados, pulido, teñido

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

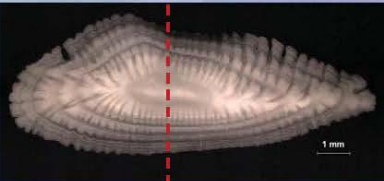
I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

Análisis de Otolitos merluza del sur

Otolito izquierdo

Rostro

Dorsal

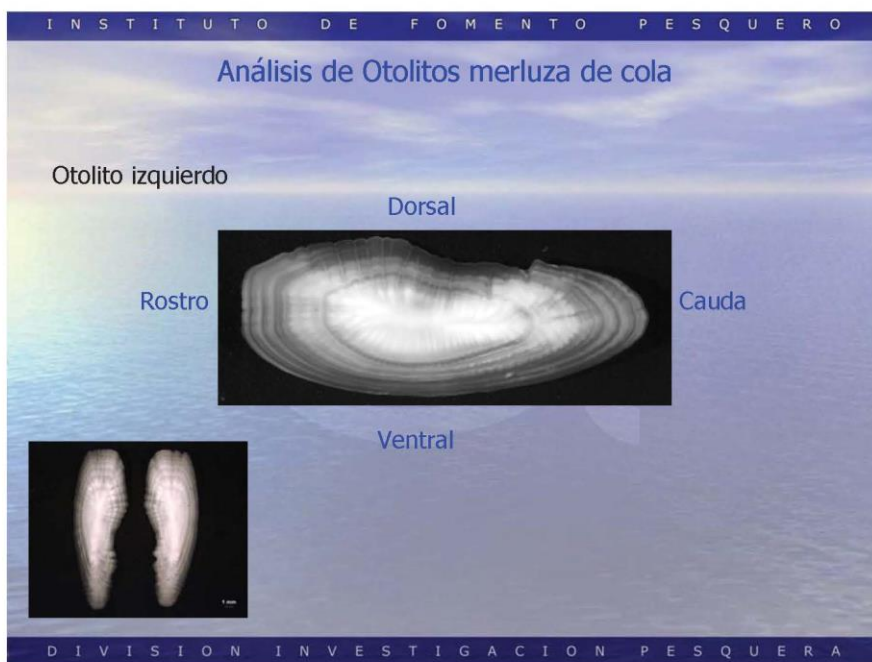


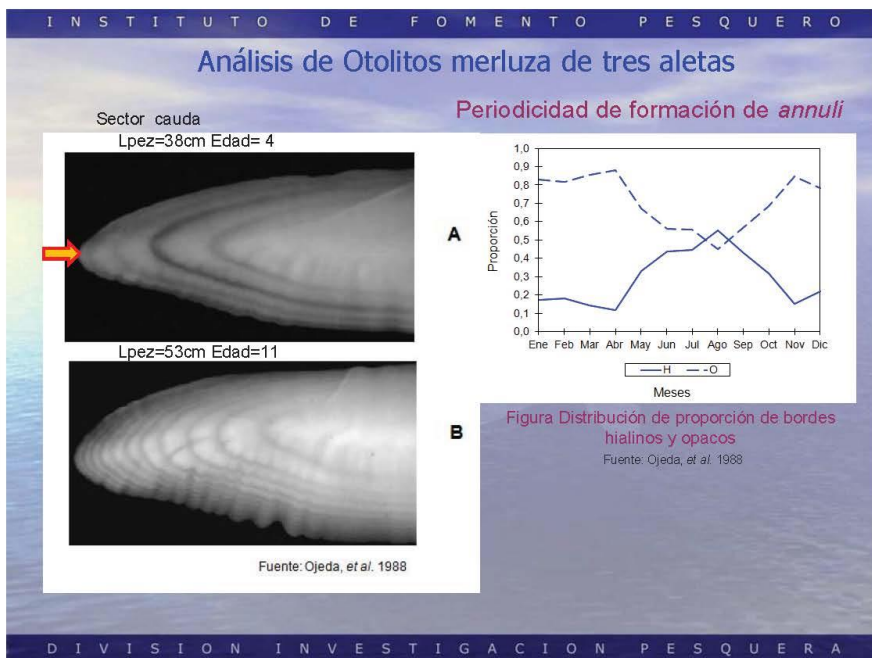
Cauda

Ventral

1 mm

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

➤ OE2: Construir claves talla-edad

a) Estimador de la clave talla-edad
La clave edad - talla, cuenta con la clasificaci3n de las lecturas de cada otolito por grupo de edad y de ello se estima cada probabilidad seg3n:

$$\hat{p}(e / K = k) = \hat{q}_{ske} = \frac{n_{ske}^*}{n_{sk}^*}$$

b) Estimador de la varianza del estimador

$$\hat{V}(\hat{q}_{ske}) = \frac{1}{n_{sk}^* - 1} \hat{q}_{ske} [1 - \hat{q}_{ske}]$$

donde:

- $\hat{p}_{se}$ Estimador de la proporci3n para el sexo "s" y grupo de edad "e"
- $\hat{p}_{sk}$ Estimador de la proporci3n de peces para el sexo "s" y la talla "k"
- $\hat{q}_{ske}$ Estimador de la proporci3n de peces para el sexo "s" y la talla "k", clasificados en el grupo de edad "e"
- n_{ske}^* N3mero de peces del sexo "s" y la talla "k" que pertenecen al grupo de edad "e"
- n_{sk}^* N3mero de peces del sexo "s" y de la talla "k" en la muestra

DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

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

➤ **OE3: Determinar la composición de la abundancia por grupo de edad de la biomasa**

c) Estimador de la abundancia en número por grupo de edad $\hat{N}_{se}$ $\hat{N}_{se} = \hat{N}_s \hat{p}_{se}$

d) Estimador de la varianza de $\hat{N}_{se}$ $\hat{V}(\hat{N}_{se}) = \hat{N}_s^2 \hat{V}(\hat{p}_{se}) + \hat{p}_{se}^2 \hat{V}(\hat{N}_s) - \hat{V}(\hat{N}_s) \hat{V}(\hat{p}_{se})$

e) Estimador de la estructura de edad de la captura $\hat{p}_{se}$ $\hat{p}_{se} = \sum_{k=1}^K \hat{q}_{ske} \hat{p}_{sk}$

f) Estimador de la varianza de $\hat{p}_{se}$
La varianza del estimador, bajo el supuesto de que se haya realizado una distribución proporcional de los ejemplares de la muestra a través de las clases de talla (Kimura, 1977), está dado por el estimador:

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

donde:
 $\hat{N}_s$ Estimador de la abundancia en número para el sexo "s"
 $\hat{N}_{se}$ Estimador de la abundancia en número para el sexo "s" y grupo de edad "e"

D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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

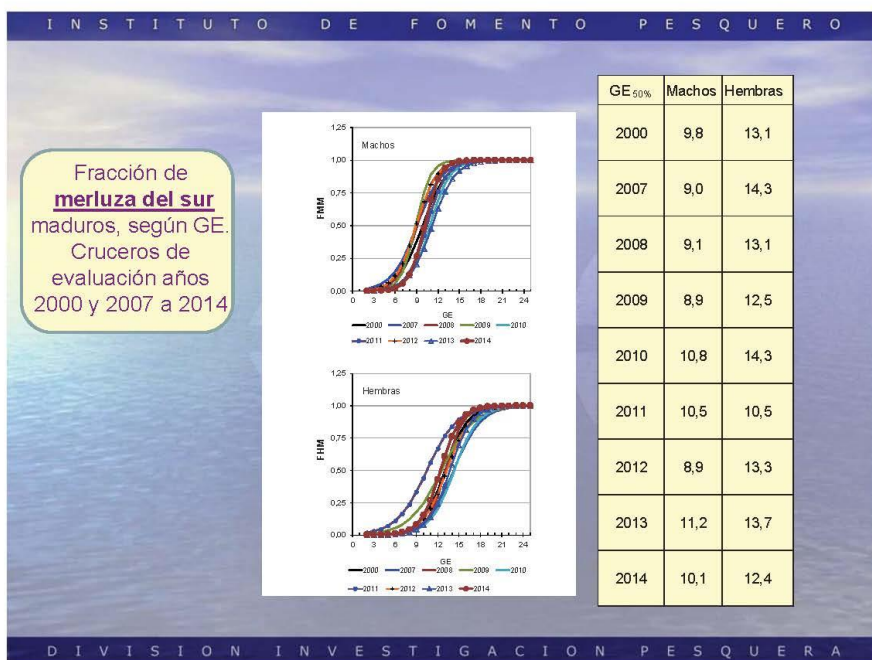
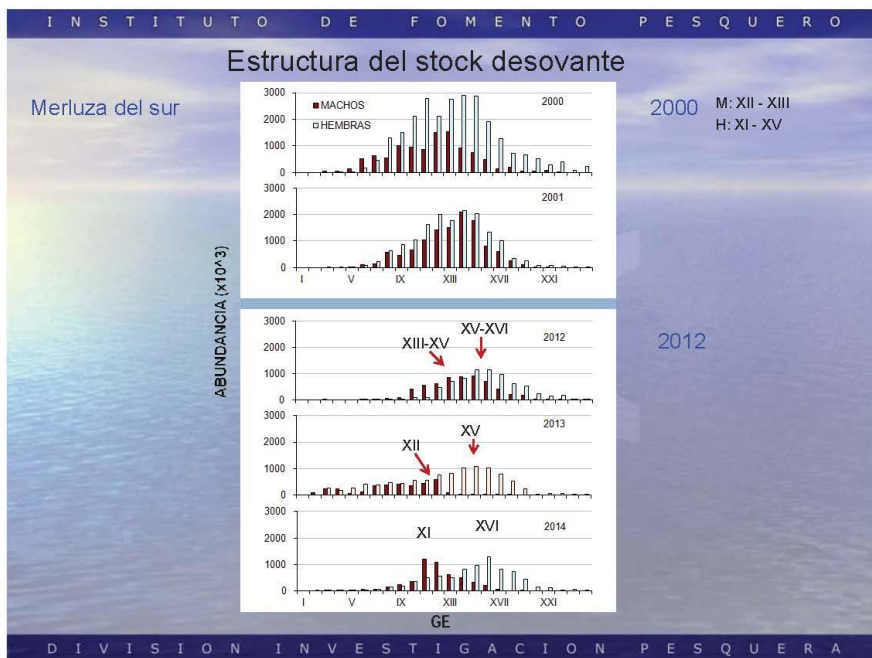
➤ **OE4: Estimar edad de madurez 50%**

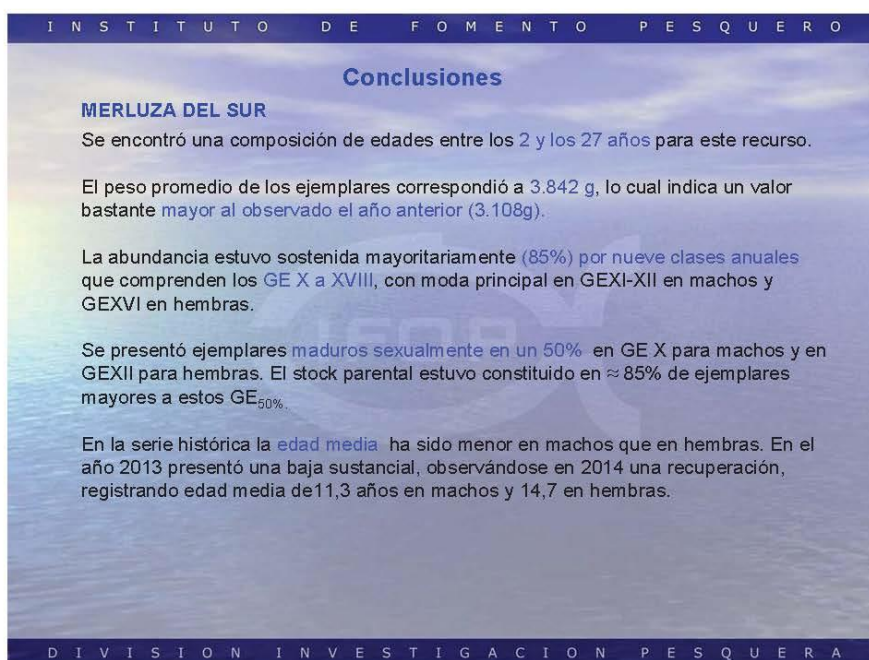
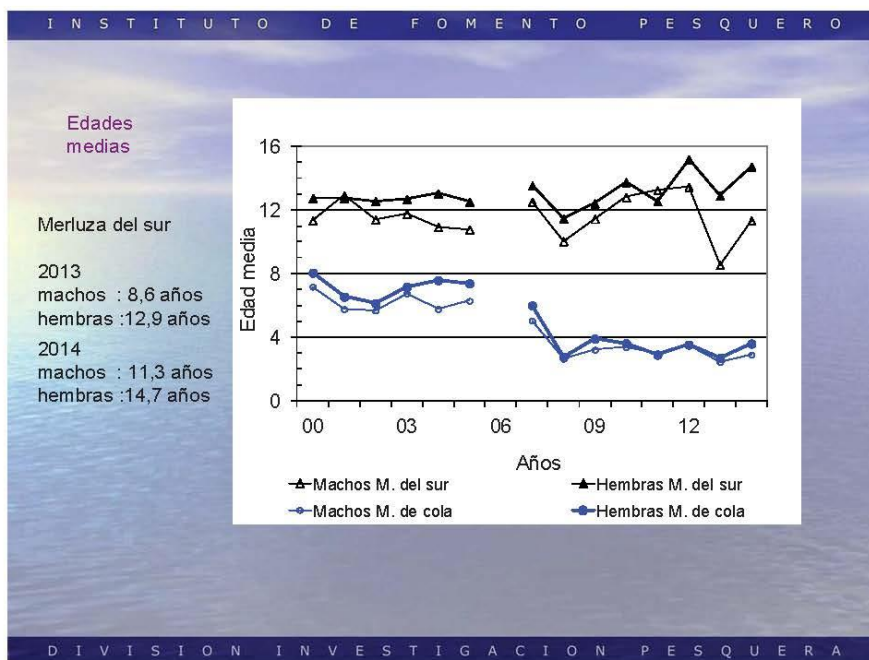
La estimación de la edad media de madurez ($GE_{50\%}$) y de la ojiva de madurez se realiza mediante el método de máxima verosimilitud.

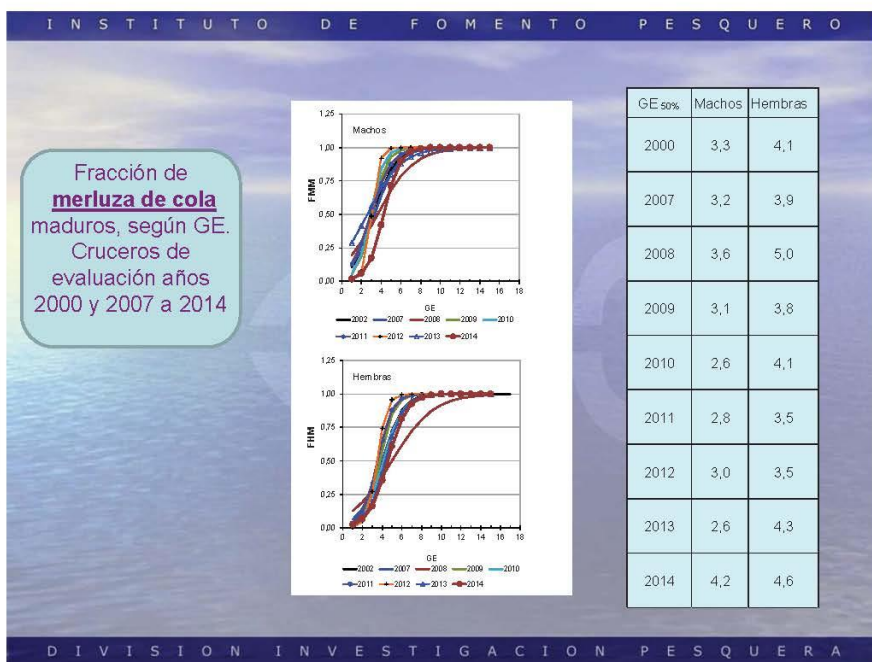
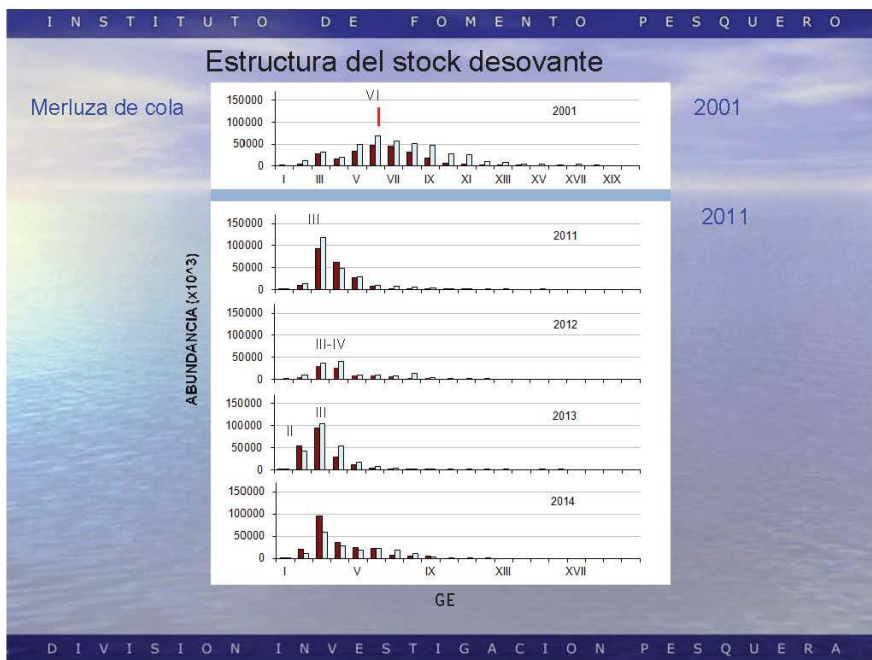
$$P(GE) = \frac{1}{[1 + \exp(b_0 + b_1 * GE)]}$$

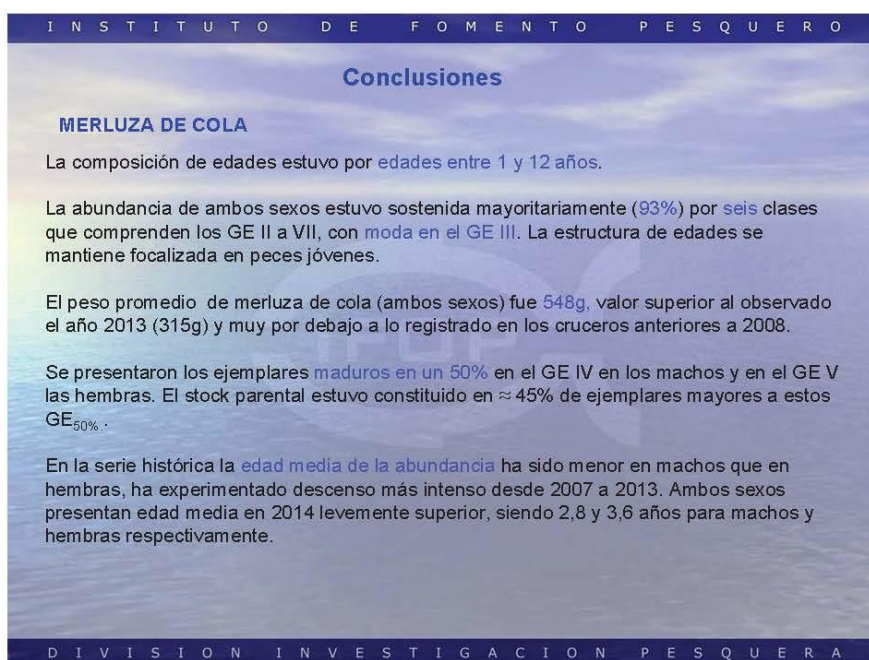
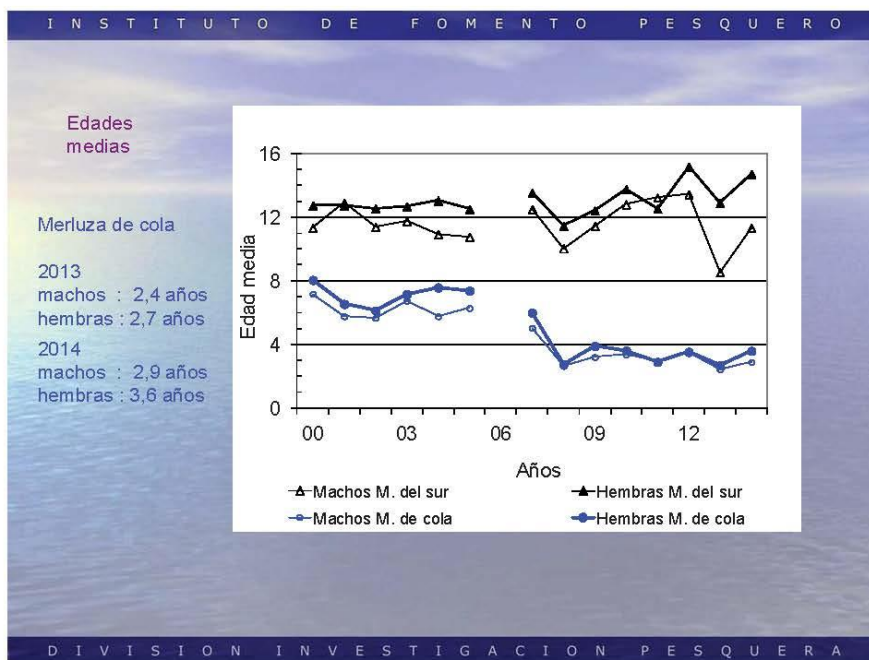
Se emplea la observación macroscópica de las gónadas que se realiza en observación de campo.
Se consideran sexualmente inmaduros los peces en EMS I y II.

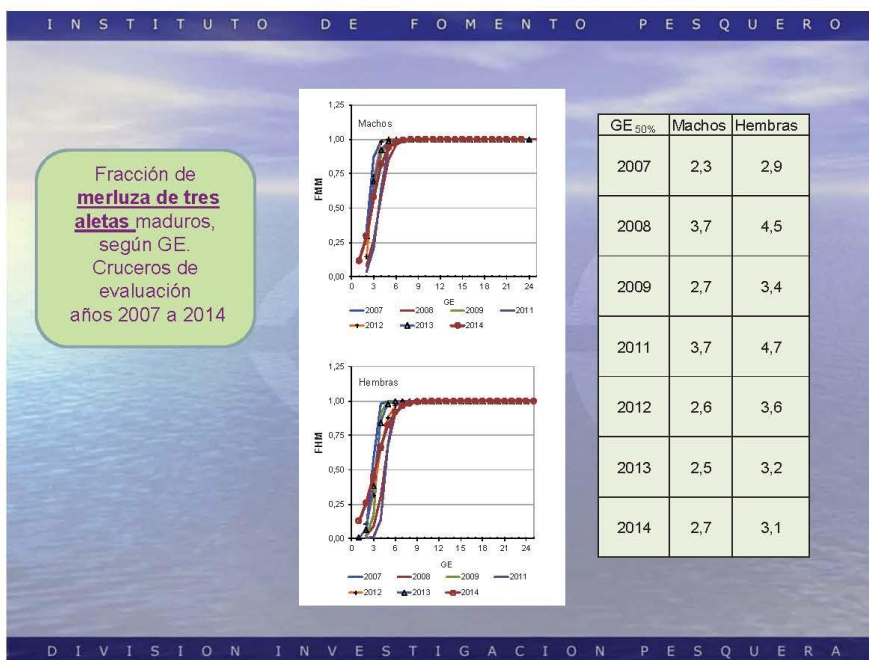
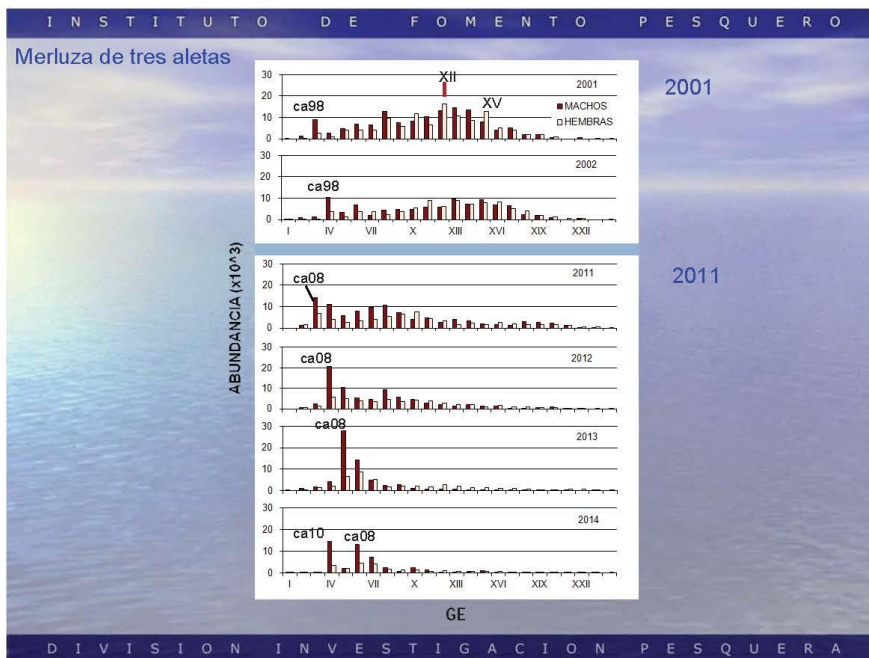
D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

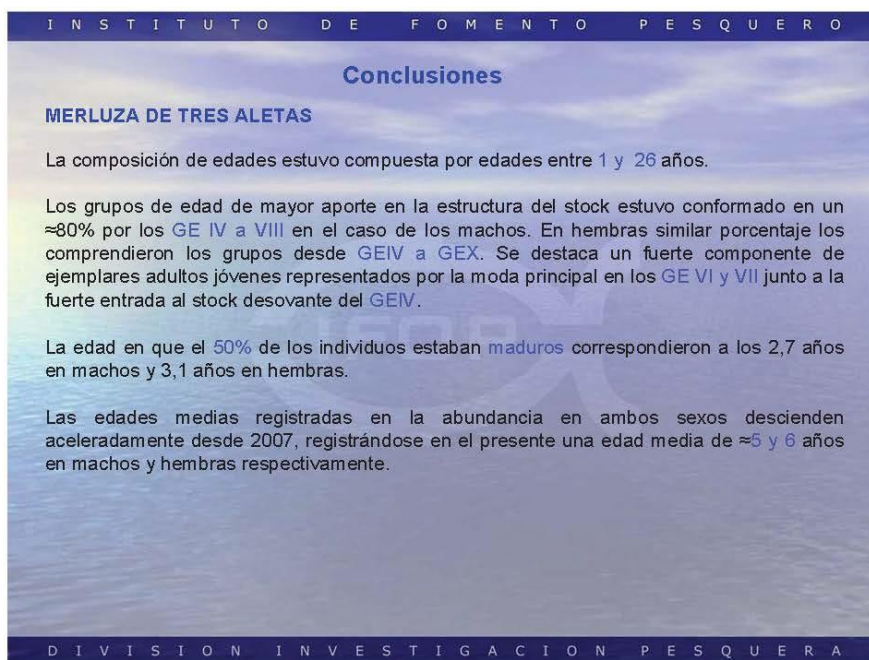
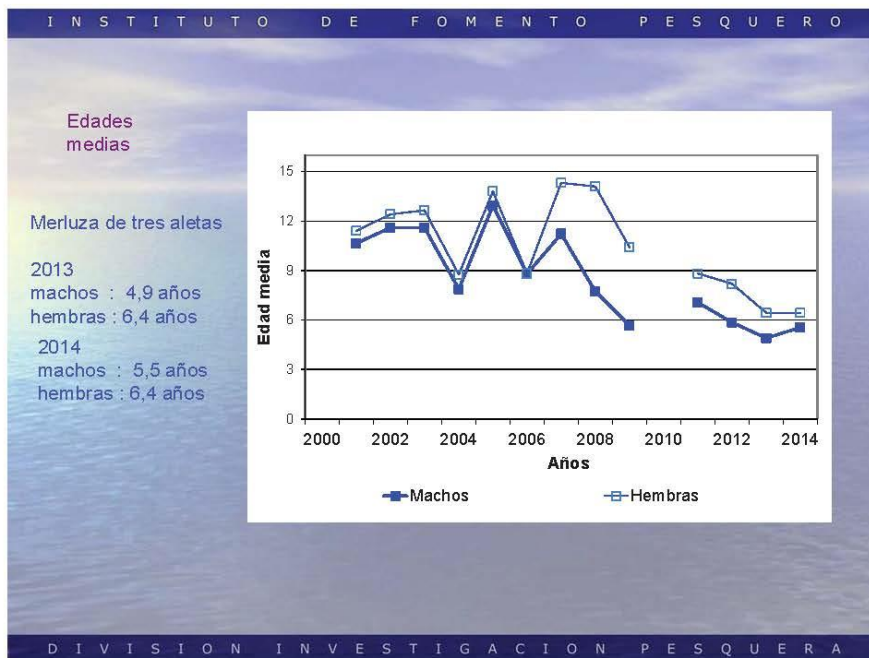






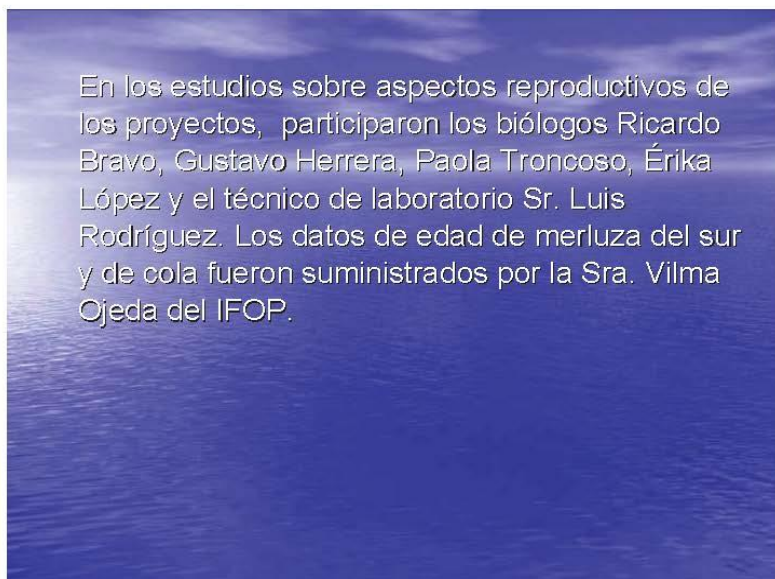








**Taller de presentación de resultados
Proyecto IFOP 2014
Instituto de Fomento Pesquero
Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de
merluza de cola y merluza del sur.**



Objetivo

Comparar los cambios temporales producidos en los siguientes aspectos del proceso reproductivo de la merluza del sur y merluza de cola:

- Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual
- Valores del índice gonadosomático.
- Talla media (50%) de madurez sexual y edad media de madurez.
- Fecundidad en relación al peso del cuerpo y fecundidad promedio.

MATERIAL Y MÉTODOS

- Período de muestreo: desde 08 al 19 de agosto de 2014.
- Área de muestreo: entre las latitudes 43° 30' y 47° 00'.
- Se obtuvieron 949 gónadas de merluza del sur y 1057 de merluza de cola, de las cuales 889 y 847 se analizaron en el laboratorio, respectivamente.
- Talla media (50%) de madurez sexual método de máxima verosimilitud (Welch & Foucher 1988).
- Talla inicial de madurez sexual: incremento relativo del IGS.
- Fecundidad : en merluza del sur, medición y conteo de ovocitos antes de su hidratación; en merluza de cola, conteo de los ovocitos justo antes de completar su hidratación.
- Histología: tinción con hematoxilina y eosina.

Estadios de madurez sexual en la merluza de cola (EMS):

- (1) Virginal
- (2) Inmaduro
- (3) En maduración
- (4) Maduro
- (5) En regresión

EMS en la merluza del sur:

- (1) Virginal
- (2) Inmaduro
- (3) En maduración
- (4) En maduración, desove parcial reciente
- (5) Maduro
- (6) En regresión

- En cada una de las hembras se determinó el EMS midiendo el diámetro de los ovocitos, junto con las características macroscópicas del ovario.



RESULTADOS

MERLUZA DE COLA

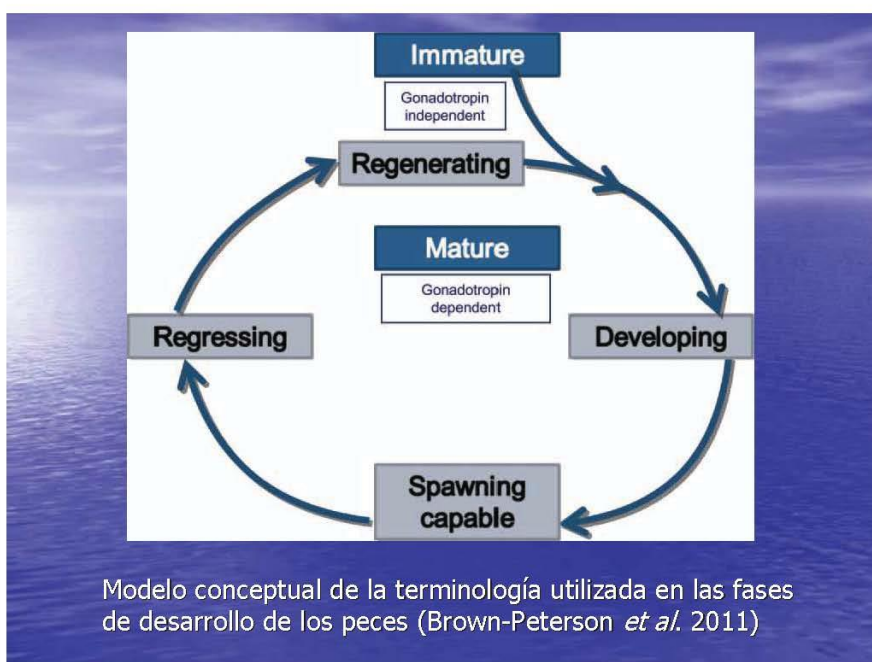
Estadios de madurez sexual (EMS) en la merluza de cola.

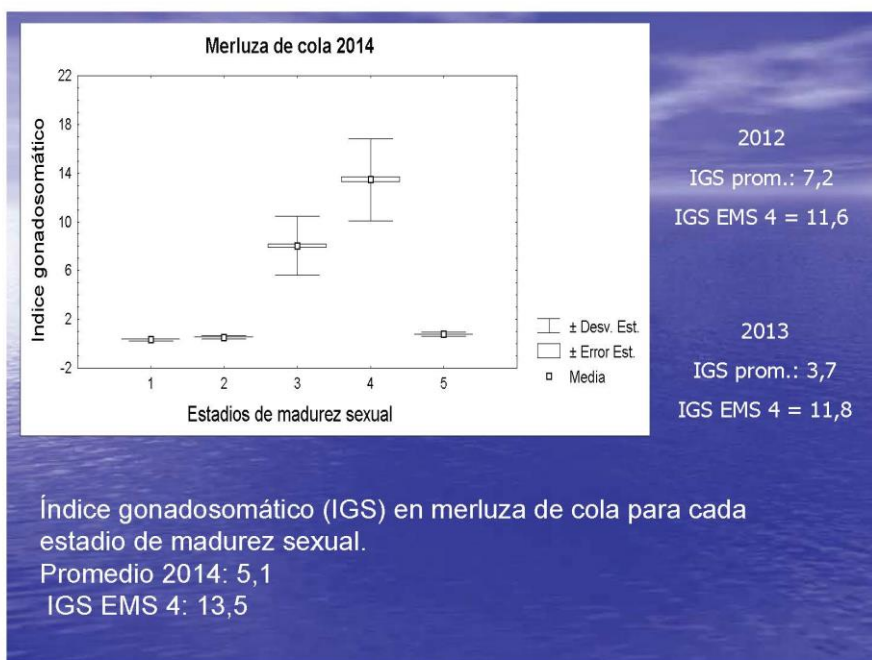
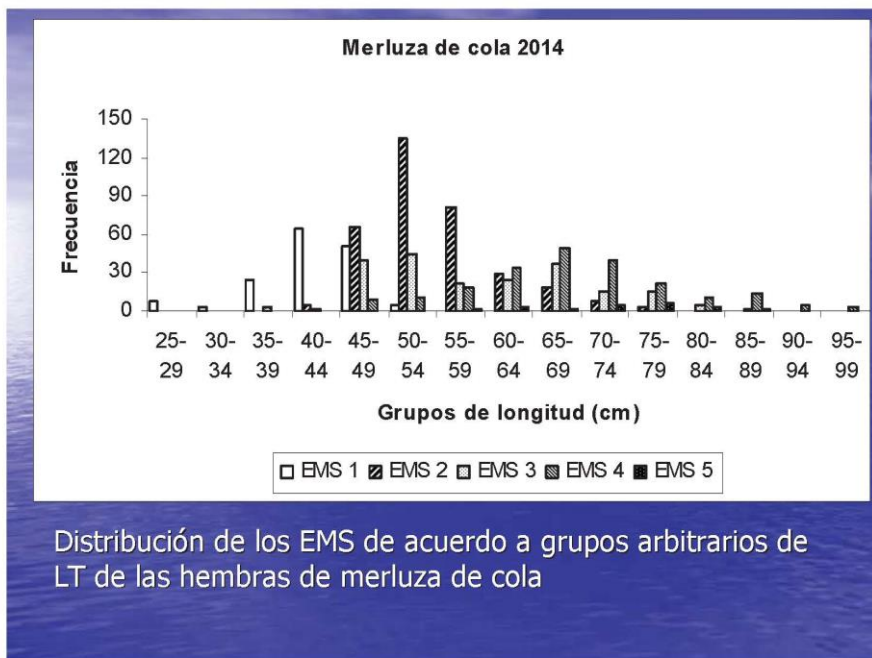


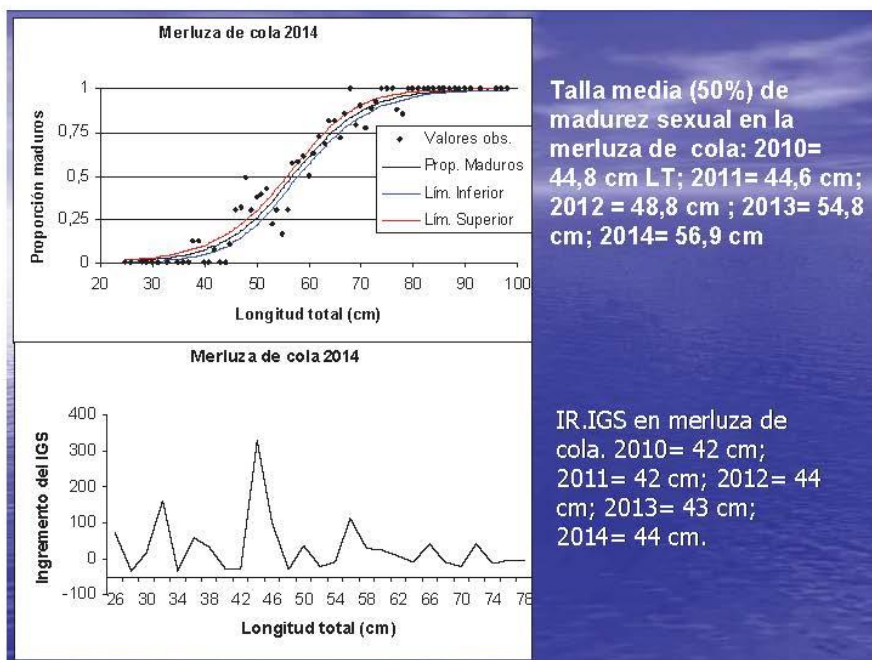
2014: porcentaje de hembras en maduración, en desove y desovadas igual a 47%.

2013: 63%

2008: 84%

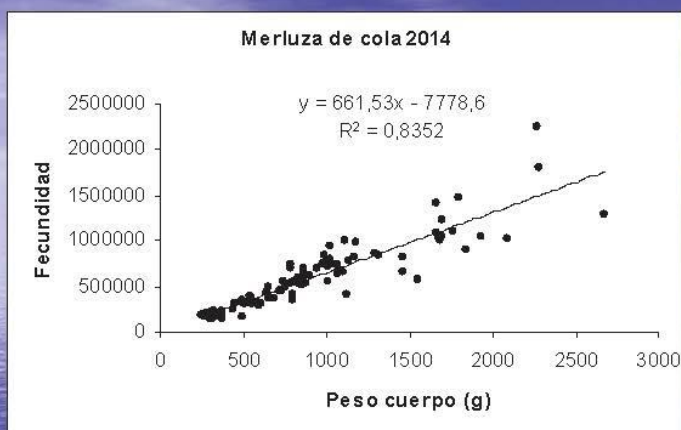






• Proporción de individuos inmaduros y maduros en las distintas tallas consideradas (análisis visual): a los 48 cm la proporción de individuos maduros fue 0,49 para luego observar una disminución de esa proporción, para luego aumentar y alcanzar a 0,57 a los 57 cm LT.

- Edad media de madurez con ajuste a un modelo logístico general: grupo de edad 4,0 al igual que el 2013. El 2012 fue 3,3.
- Estimación edad de primera de madurez sexual por el método del IR.IGS: grupo de edad 3.



Fecundidad de merluza de cola 2014

Fecundidad promedio basada en 100 observaciones $\pm$ la desviación estándar: 575.736 ± 382.817 ovocitos.

Fecundidad promedio y fecundidad de la muestra total calculada en estudios realizados en merluza de cola

Año	Fecundidad promedio	Fecundidad muestra total	Fuente
Ago - sep 1996	444.798	Sin datos	Chong (2000)
Ago 2001	261.593	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2002)
Jul-ago 2002	701.431	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2003)
Ago 2003	363.041	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2004)
Ago - sep 2004	375.906	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2005)
Ago 2005	631.421	630.982	Córdova <i>et al.</i> (2006)
Ago 2007	625.709	630.230	Lillo <i>et al.</i> (2008)
Ago 2008	440.123	424.380	Lillo <i>et al.</i> (2009)
Ago 2009	615.807	436.687	Lillo <i>et al.</i> (2010)
Ago 2010	581.604	391.639	Lillo <i>et al.</i> (2011)
Ago 2011	642.409	414.678	Lillo <i>et al.</i> (2012)
Ago 2012	642.146	445.380	Lillo <i>et al.</i> (2013)
Ago 2013	440.610	325.483	Saavedra <i>et al.</i> (2014)
Ago 2014	575.736	508.524	Presente estudio

RESULTADOS

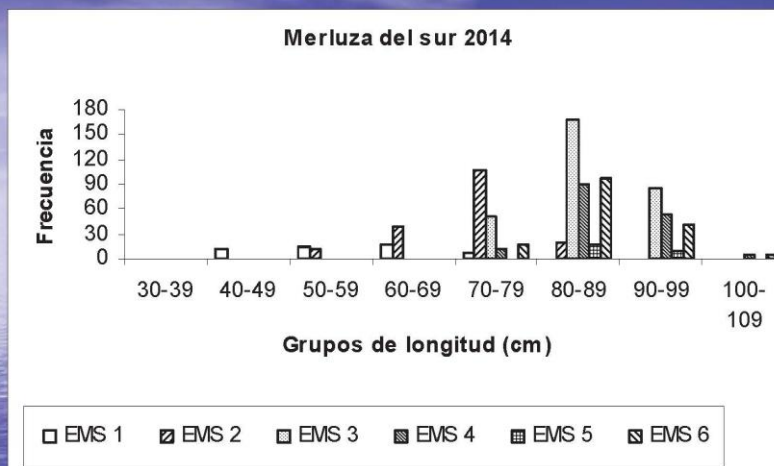
MERLUZA DEL SUR

Estadios de madurez sexual (EMS) en la merluza del sur

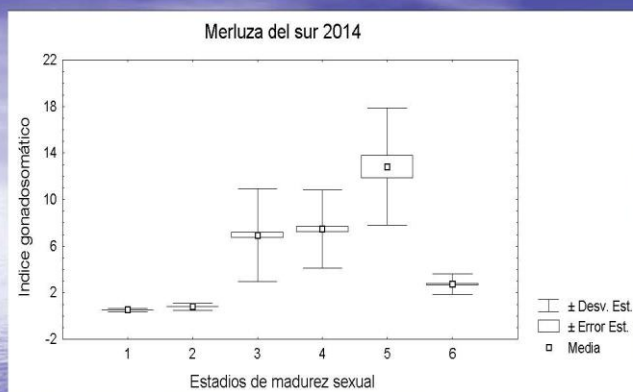


2014: porcentaje de hembras en maduración, en desove y desovadas igual a 74%.

2009 al 2013:
74% a 79%



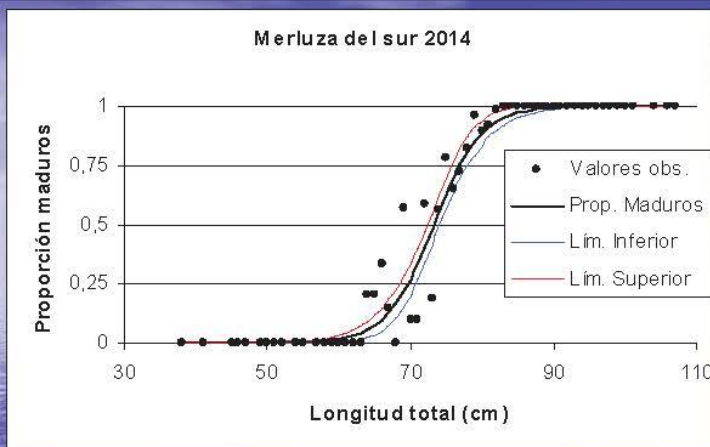
EMS de acuerdo a grupos arbitrarios de LT en la merluza del sur



2012
IGS prom. 5,9
IGS EMS 5 = 11,5

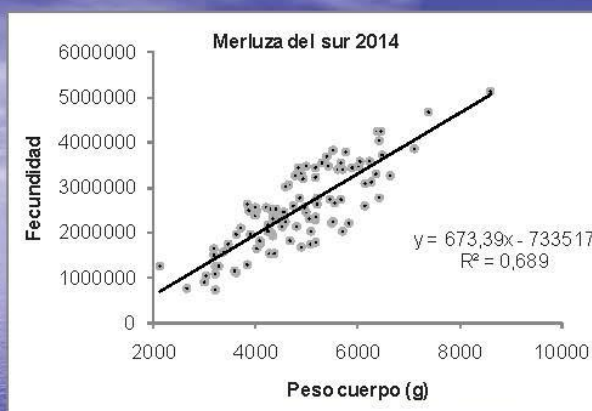
2013
IGS prom. 3,7
IGS EMS 5 = 10,3

Promedio del índice gonadosomático (IGS) en merluza del sur para cada estadio de madurez sexual.
Prom. 2014: 4,8
EMS 5: 12,8



Talla media de madurez sexual en la merluza del sur: 2010= 71,9 cm LT; 2011= 71,4 cm; 2012 = 73,3 cm; 2013= 71,8 cm; 2014= 73,3 cm.

La edad media de madurez correspondió al grupo de edad 10,4.



Fecundidad modal de merluza del sur 2014
Fecundidad modal promedio $\pm$ la desviación estándar basada en 99 observaciones: $2.528.297 \pm 902.252$ ovocitos; y la fecundidad media de la muestra total alcanzó a 2.182.975 ovocitos.

Fecundidad de la merluza del sur, 1991 a 2014

Año	Fecundidad modal	Fecundidad muestra total	Fuente
Ago 1991	1.616.930	Sin datos	Balboa y Bravo (1993)
Ago-sep. 1994	709.840	Sin datos	Lillo et al. (1995)
Ago-sep. 1996	1.320.675	Sin datos	Lillo et al. (1996)
Ago 2000	2.373.530	Sin datos	Aguiar et al. (2001)
Ago 2001	1.465.447	Sin datos	Lillo et al. (2002)
Jul-ago 2002	2.027.825	Sin datos	Lillo et al. (2003)
Ago 2003	1.357.123	Sin datos	Lillo et al. (2004)
Ago-sep 2004	1.499.355	Sin datos	Lillo et al. (2005)
Ago 2006	1.120.057	1.875.207	Carrova et al. (2006)
Ago-sep 2007	2.475.969	2.363.533	Lillo et al. (2008)
Ago 2009	2.000.497	2.105.513	Lillo et al. (2009)
Ago 2009	1.632.462	2.098.111	Lillo et al. (2010)
Ago 2010	1.236.131	1.708.447	Lillo et al. (2011)
Ago 2011	3.102.105	2.118.824	Lillo et al. (2012)
Ago 2012	2.217.147	2.096.196	Lillo et al. (2013)
Ago 2013	2.415.476	2.215.894	Saavedra et al. (2014)
Ago 2014	1.528.297	2.182.975	Presente estudio

CONCLUSIONES

> En la merluza del sur, el rango de tallas de las hembras fue de 38 a 107 cm LT, con un porcentaje total de hembras en maduración, en desove y desovadas de 74%. En la merluza de cola el rango de tallas fue de 24 a 98 cm LT, siendo ese porcentaje de hembras igual a 47%.

> Mediante el examen microscópico como también mediante examen histológico, se confirma en merluza de cola la presencia de hembras inmaduras reincidentes, de diferentes longitudes. Este estadio de madurez no es detectable en un examen macroscópico.

En la merluza de cola la talla media de madurez fue 56,9 cm LT. La proporción de individuos inmaduros y maduros en las distintas tallas consideradas mostró que a los 48 cm la proporción de individuos maduros fue 0,49; luego esa proporción disminuyó, para posteriormente aumentar y alcanzar a 0,57 a los 57 cm LT. La talla de primera madurez calculada mediante el IR.IGS dio un valor de 44 cm LT.

La edad media de madurez en la merluza de cola por el modelo logístico dio una estimación para el grupo de edad igual a 4,3; la estimación por IR.IGS dio 3,0 años.

➤ En la merluza del sur, la talla media de madurez fue de 73,3 cm LT y en términos del grupo de edad fue 10,4 años.

Mientras en la merluza del sur la talla media de madurez no ha experimentado grandes variaciones temporales, en la merluza de cola el proceso de maduración gonadal presenta un patrón diferente en los últimos años, pudiendo una parte de la población probablemente madurar a una diferente tasa que el resto de ella que se captura regularmente en las pescas de investigación.

➤ En la merluza de cola, la fecundidad fue de 575.736 ovocitos; la fecundidad promedio de la muestra total fue 506.524 ovocitos, valores comparables a estimaciones de años anteriores.

En la merluza del sur, el 2014 la fecundidad modal fue de 2.528.297 ovocitos y la fecundidad promedio de la muestra total fue 2.182.975 ovocitos. La fecundidad modal fue ligeramente más alta que las estimaciones de otros años.



Índice gonadosomático, estadios de madurez, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas



Índice gonadosomático, estadios de madurez, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas

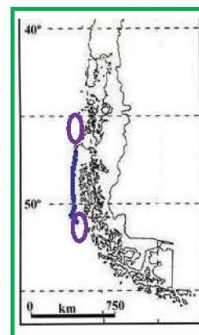
Eduardo Díaz Ramos

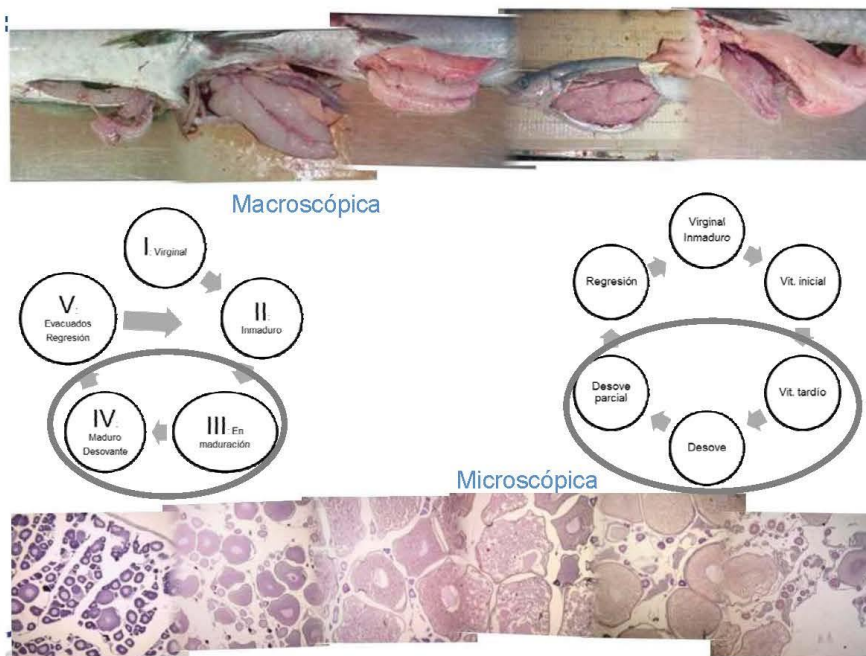
Taller Presentación de Resultados

Marzo 2015

METODOLOGIA

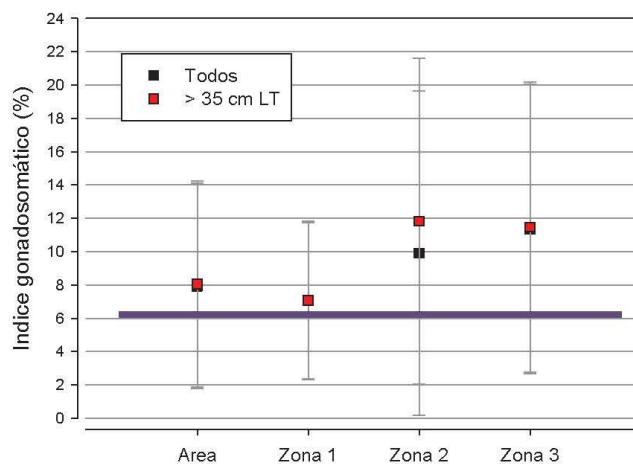
Procesaron 1.637 ejemplares (machos: 967; hembras: 670)	En 31 lances identificación (46° - 51° S)
Amplitud tamaños	Machos: 24 y 62 cm LT Hembras: 23 y 69 cm LT
Ovarios: 648	Análisis microscópico (histología)
Análisis Resultados:	• <u>Taitao:</u> 45°30' - 47°29' • <u>Golfo Penas – Ladrillero:</u> 47°30' - 48°59' • <u>Trinidad – Concepción:</u> 49°00' - 51°00'
• Área global prospección • Zonas	
Análisis 95 ejemplares (machos: 54; hembras: 41) Ovario: 37 fijados	<u>Zona III exploratoria (51° - 53° S)</u> • 5 lances • Machos: 24 y 50 cm LT • Hembras: 25 y 60 cm LT
Análisis 270 ejemplares (machos: 186; hembras: 84) Ovario: 81 fijados	<u>Zona norte (45° - 47° S)</u> • 6 lances • Machos: 29 y 58 cm LT • Hembras: 39 y 60 cm LT



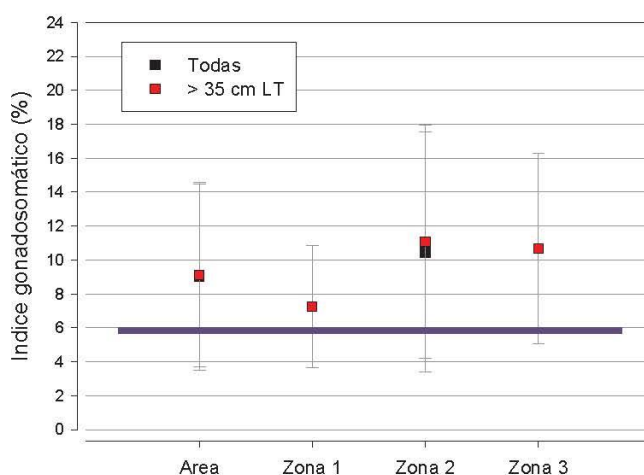


RESULTADOS

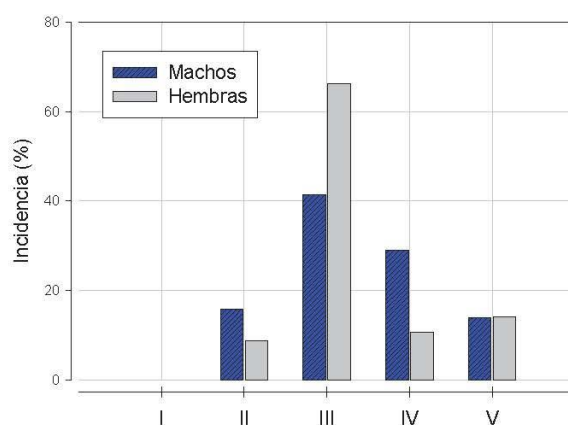
• Índice gonadosomático: machos



● Índice gonadosomático: hembras



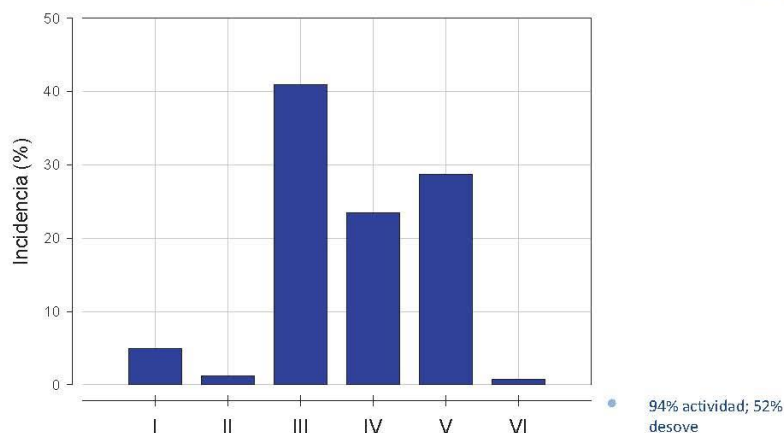
● Estadios macroscópicos de madurez



I: Virginal; II: Inmaduro; III: En maduración; IV: Maduro; V: Evacuados

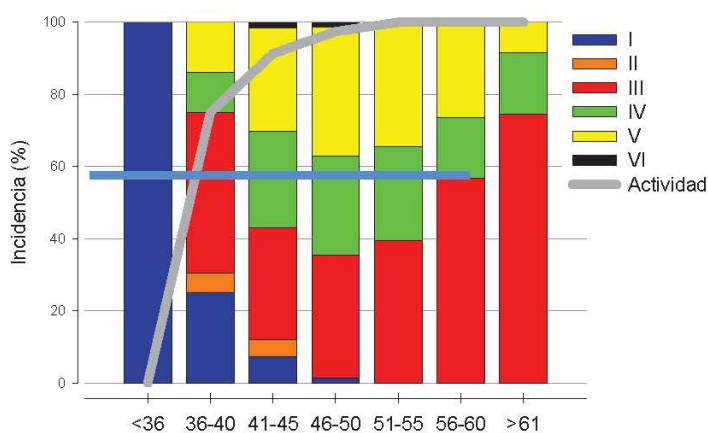
I: Virginal; II: Inmaduro; III: En maduración; IV: Desovante; V: En regresión.

Fases microscópicas madurez ovárica



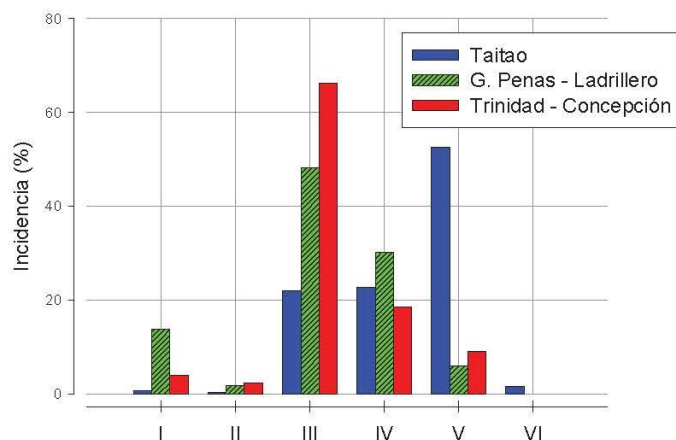
I: Virginal e inmaduro; II: D. inicial; III: D. tardío; IV: En desove; V: Desove parcial; VI: En regresión

Fases microscópicas por grupos tallas; actividad



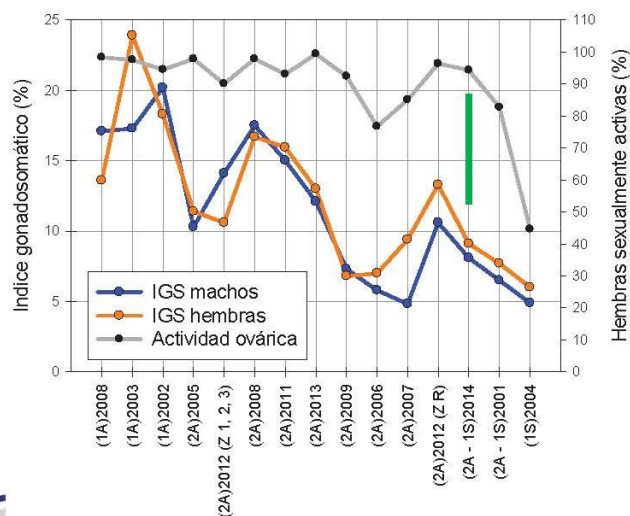
I: Virginal e inmaduro; II: D. inicial; III: D. tardío; IV: En desove; V: Desove parcial; VI: En regresión

Fases microsc3picas madurez ov3rica por zonas

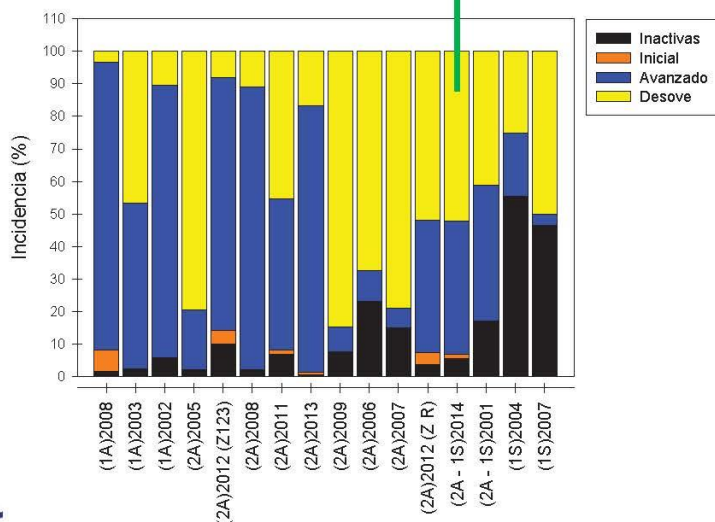


I: Virginal e inmaduro; II: D. inicial; III: D. tardio; IV: En desove; V: Desove parcial; VI: En regresi3n

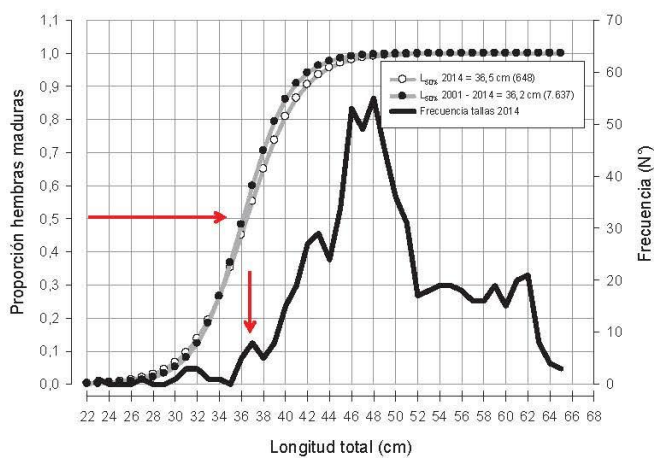
An3lisis hist3rico: IGS (> 35 cm) y actividad ov3rica



● Análisis histórico: fases ováricas microscópicas

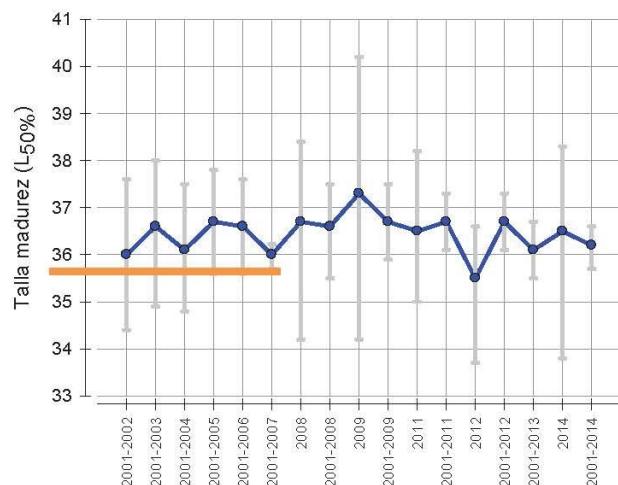


● Ajuste ojiva de madurez a la talla

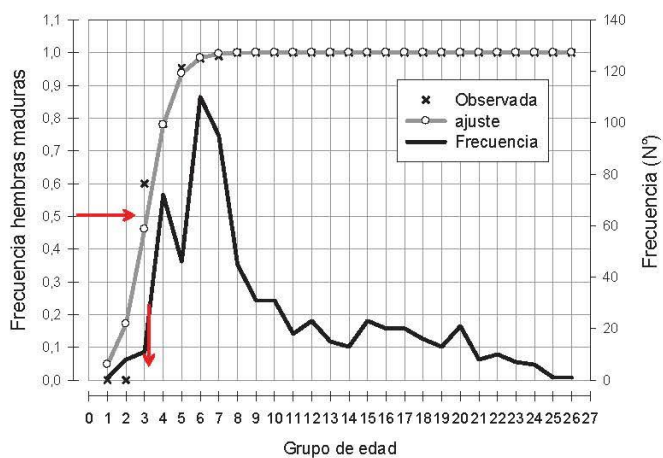


2014	648	23 y 69 cm
2001 - 2014	7.637	22 y 69 cm

• Talla madurez ($L_{50\%}$) hembras: evaluaciones 2001 - 2014

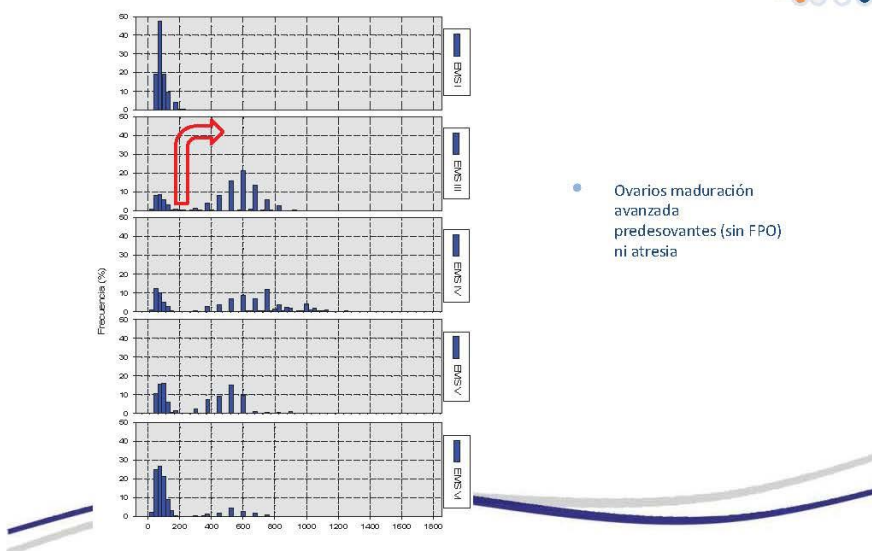


• Ajuste ojiva de madurez a grupo de edad

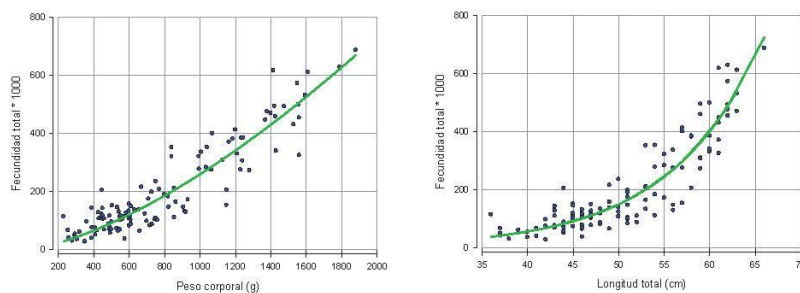


2014	640	1 y 26 años
$E_{50\%}$	3,1 años	

● Fecundidad total: selecci3n de hembras



● Fecundidad total

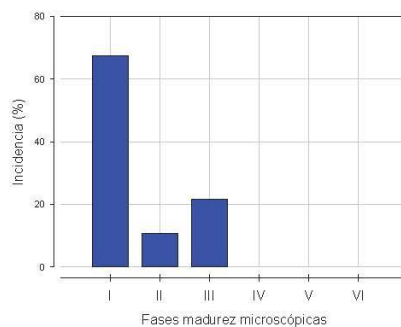
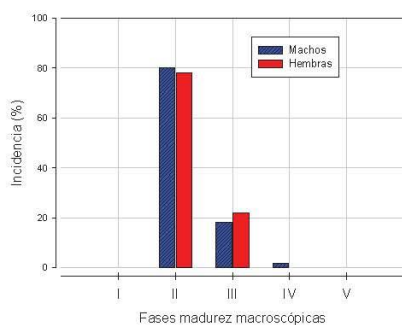


Hembras	118
Amplitud	36 y 66 cm; 230 y 1.880 g
Fecundidad total promedio	203.332 ovocitos (26.746 y 686.435); 45% menor 2013
Relativa promedio	234 ovo. x g PC. (64 y 493); 42% menor 2013

● Fecundidad total evaluaciones

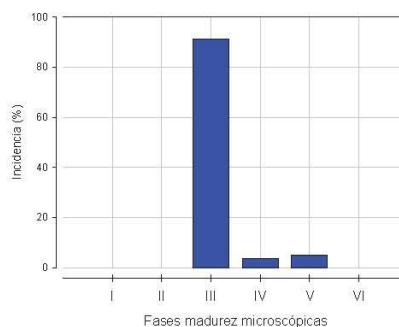
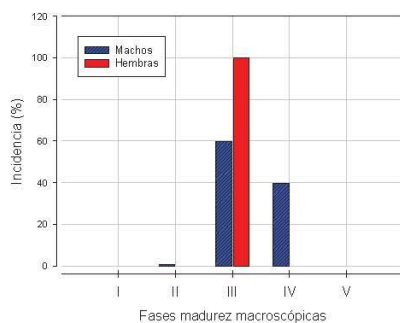


● Zona III exploratoria (51° - 53° S)



IGS	Todos	> 35 cm
Machos	2,2%	2,5%
Hembras	2,4%	2,5%

● Zona norte (45° - 47° S)



IGS	Todos	> 35 cm
Machos	11,7%	11,8%
Hembras	9,6%	9,6%

CONCLUSIONES

- La merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, en fase de maduración avanzada y con alta incidencia de desove. Las hembras sexualmente activas se manifestaron notoriamente a partir del grupo de tamaños 36 – 40 cm LT.
- La talla de madurez ($L_{50\%}$) fue 36,5 cm LT para los datos de 2014 y 36,2 cm LT para los datos agrupados de 2001 - 2014. Por su parte, la edad de madurez ($E_{50\%}$) correspondió a 3,1 años (GE III).
- El potencial de fecundidad total promedio fue 203.332 ovocitos y la fecundidad relativa promedio de 234 ovocitos, 45% y 42% menor respecto al promedio de 2013, respectivamente.

Principales Items alimentarios de Merluza del sur, Merluza de cola y Merluza de tres aletas



CIMARQ

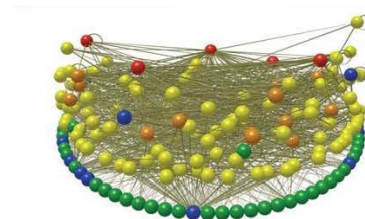
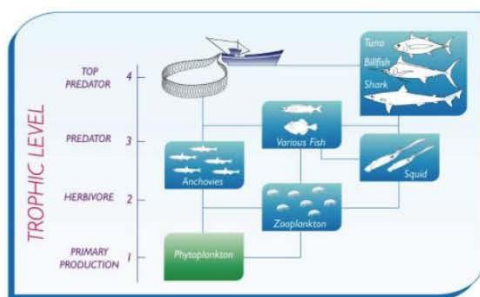
Centro de Investigación Marina Quintay



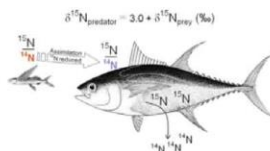
Principales Items alimentarios de Merluza del sur, Merluza de cola y Merluza de tres Aletas

Por: Sebastian A. Lopez Klarian. MSc. PhD.

Introducción



You are what you eat...



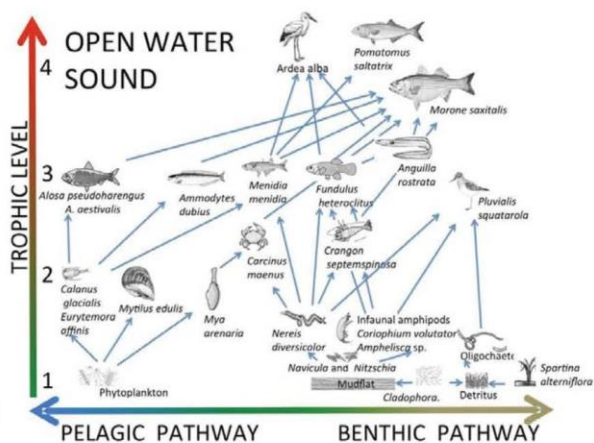
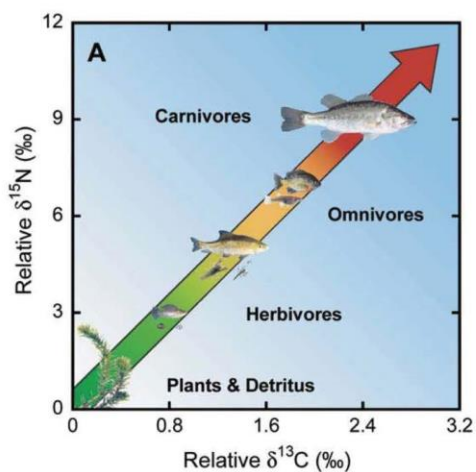
Presa consumida por el
predador



Presa es asimilada por el
predador



El valor de SIA de
predador, refleja la
"señal" isotópica de
la presa



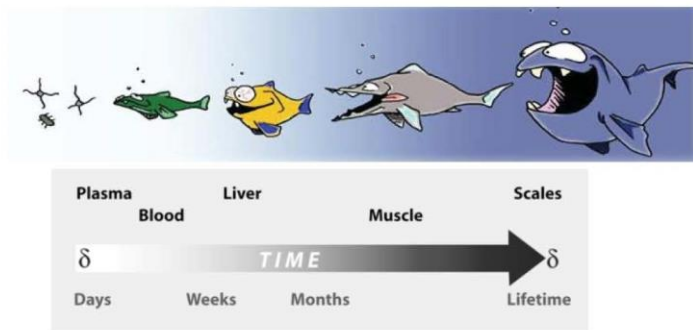
SIA mas usados en ET: $\delta^{13}C$ & $\delta^{15}N$

C^{13} :

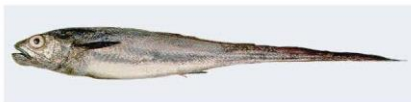
What energy sources fuel the consumers?

N^{15} :

How the consumer is fuelled?



Ecosistema sur austral..



Dentro del marco del proyecto: Evaluacion de stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre la X y XII regiones.

Obj. Estudiar los principales items dietarios de las especies descritas:

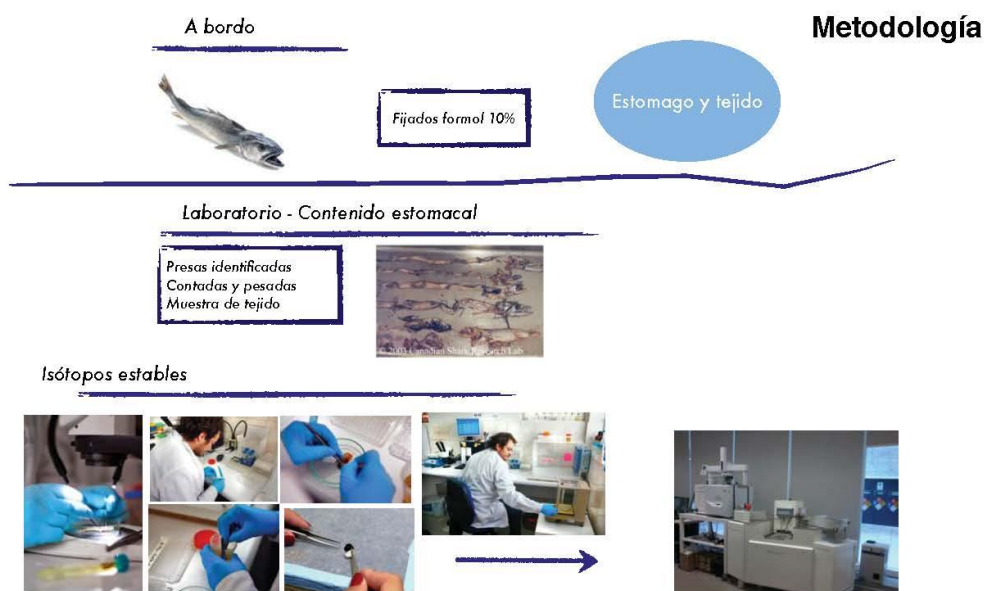
- 1.- Contenidos estomacales
- 2.- Isotopos estables



Dr. Roberto Meléndez

- Lab.TE..Stomach contents, SIA, Kcal/J and Heavy metals

- Aprox. 32.000 Stomachs (50 species)
- Aprox. 4000 tissues (200 species)



Contenidos estomacales

N, F y P

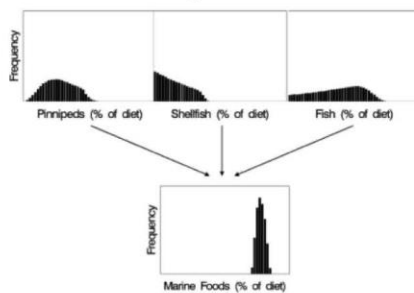


$$IIR = (N\% + P\%) \times F\%$$

%IIR

SIA

Mixing models



Bayesian approach allows the incorporation of multiple sources of variation and uncertainty within a Bayesian Model Framework

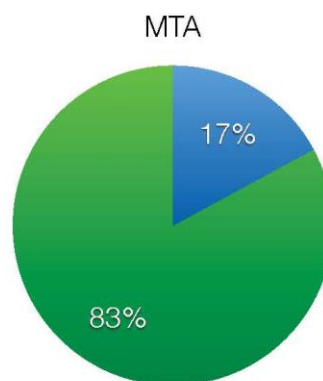
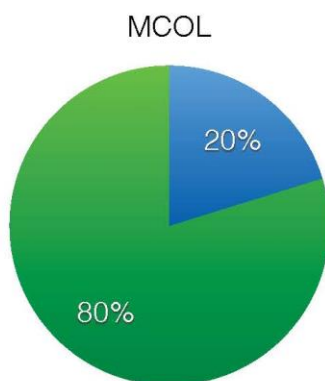
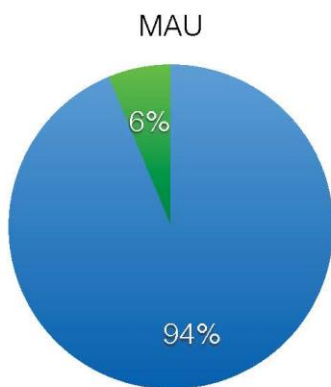
- has an additional residual error term to account for unquantifiable or unknown variation
- works on populations or individuals
- Fits models using Markov chain Monte Carlo (MCMC)
- Includes variation in consumer, sources and trophic fractionation
- Estimated dietary proportions are true probability density functions



Resultados

● LLenos

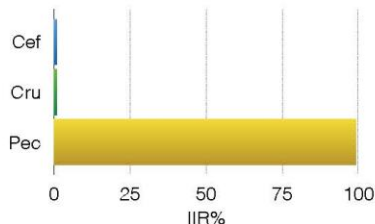
● Vacios



Proporcion de estomagos llenos/vacios
Total stc Analys: 1610

Merluza austral

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cefalópodos								
Indeterminado	1.00	1.00	10.00	0.28	0.30	0.01	0.09	0.001
Restos	2.00	2.00	30.00	0.55	0.60		0.33	0.003
Crustáceos								
<i>Paniphaea doylei</i>	2.00	2.00	2.51	0.55	0.60	0.00	0.33	0.003
<i>Sergestes arcticus</i>	1.00	1.00	1.00	0.28	0.30	0.00	0.08	0.001
Indeterminado	1.00	1.00	5.00	0.28	0.30	0.01	0.08	0.001
Restos	2.00	2.00	15.00	0.55	0.60	0.02	0.34	0.003
Peces								
<i>Electrona carlsbergi</i>	3.00	3.00	27.40	0.83	0.91	0.03	0.78	0.008
<i>Electrona subaspera</i>	1.00	1.00	5.00	0.28	0.30	0.01	0.08	0.001
<i>Electrona sp.</i>	1.00	1.00	20.60	0.28	0.30	0.02	0.09	0.001
<i>Gymnoscopelus nicholsi</i>	1.00	1.00	15.00	0.28	0.30	0.02	0.09	0.001
<i>Gymnoscopelus piabilis</i>	1.00	1.00	5.00	0.28	0.30	0.01	0.08	0.001
<i>Hygophum sp.</i>	1.00	1.00	10.00	0.28	0.30	0.01	0.09	0.001
<i>Lampadena luminosa</i>	1.00	1.00	10.00	0.28	0.30	0.01	0.09	0.001
<i>Lampanyctodes hectoris</i>	1.00	1.00	175.00	0.28	0.30	0.18	0.14	0.001
<i>Lampanyctus sp.</i>	1.00	1.00	6.00	0.28	0.30	0.01	0.09	0.001
Macrurus magellanicus	233.00	202.00	82885.00	64.19	61.03	87.18	9237.76	90.07
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	3.00	3.00	26.60	0.83	0.91	0.03	0.77	0.01
<i>Micromesistius australis</i>	3.00	3.00	755.00	0.83	0.91	0.79	1.47	0.01
<i>Myctophum nitidulum</i>	1.00	1.00	10.00	0.28	0.30	0.01	0.09	0.001
<i>Nothophysis marginata</i>	7.00	7.00	160.54	1.93	2.11	0.17	4.44	0.04
<i>Protomyctophum sp.</i>	1.00	1.00	15.00	0.28	0.30	0.02	0.09	0.001
<i>Symbolophorus boops</i>	10.00	9.00	142.90	2.75	2.72	0.15	7.90	0.08
Restos	91.00	91.00	10804.00	25.07	27.49	11.36	1001.64	9.77
Total	363.00	331.00	95069.15	100.00	100.00	100.00	10255.74	100.00

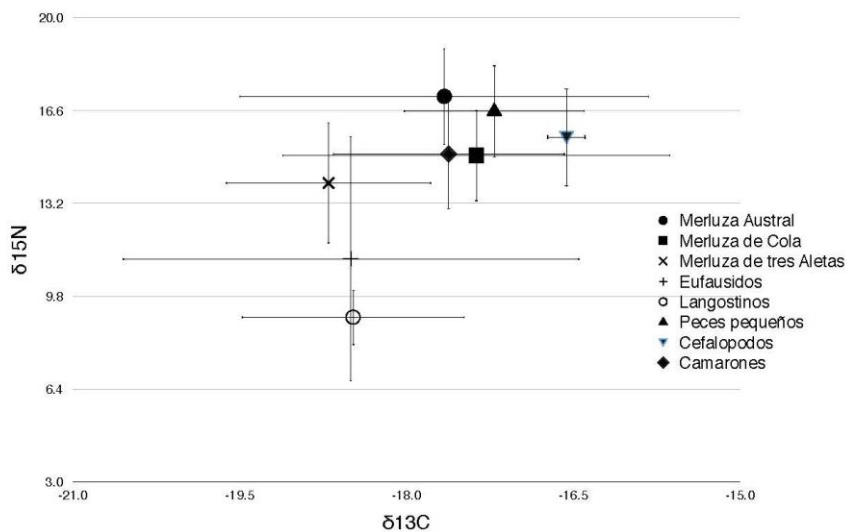


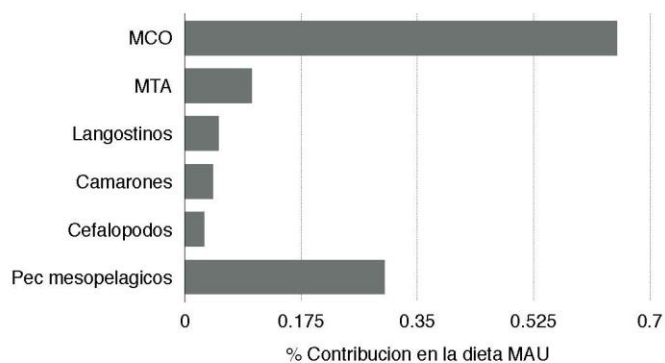
Merluza de cola

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
<i>Euphausia frigida</i>	172.00	9.00	18.80	37.39	6.34	4.38	264.74	7.92
<i>Euphausia vallentini</i>	145.00	5.00	10.30	31.52	3.52	2.40	119.44	3.57
<i>Munda gregaria</i>	12.00	5.00	28.60	2.61	3.52	6.66	32.64	0.98
<i>Paniphaea acutifrons</i>	1.00	1.00	2.00	0.22	0.70	0.47	0.48	0.01
<i>Paniphaea doylei</i>	1.00	1.00	1.00	0.22	0.70	0.23	0.32	0.01
Restos	31.00	31.00	81.44	6.74	21.83	18.97	561.23	16.78
Peces								
<i>Diogenichthys atlanticus</i>	1.00	1.00	1.08	0.22	0.70	0.25	0.33	0.01
<i>Gymnoscopelus bolini</i>	1.00	1.00	1.20	0.22	0.70	0.28	0.35	0.01
<i>Gymnoscopelus fraseri</i>	1.00	1.00	2.50	0.22	0.70	0.58	0.56	0.02
<i>Gymnoscopelus piabilis</i>	10.00	9.00	22.70	2.17	6.34	5.29	47.29	1.41
<i>Hintonia candens</i>	1.00	1.00	1.40	0.22	0.70	0.33	0.38	0.01
<i>Lampadena luminosa</i>	1.00	1.00	1.30	0.22	0.70	0.30	0.37	0.01
<i>Lampanyctodes hectoris</i>	5.00	4.00	5.24	1.09	2.82	1.22	6.50	0.19
<i>Macrurus magellanicus</i>	1.00	1.00	18.60	0.22	0.70	4.33	3.20	0.10
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	18.00	12.00	18.70	3.91	8.45	4.36	69.88	2.09
<i>Symbolophorus boops</i>	3.00	3.00	17.85	0.65	2.11	4.16	10.16	0.30
<i>Taaningichthys bathyphilus</i>	1.00	1.00	1.24	0.22	0.70	0.29	0.36	0.01
Restos	55.00	55.00	195.39	11.96	38.73	45.51	2225.79	66.56
Total	460.00	142.00	429.34	100.00	100.00	100.00	3344.02	100.00

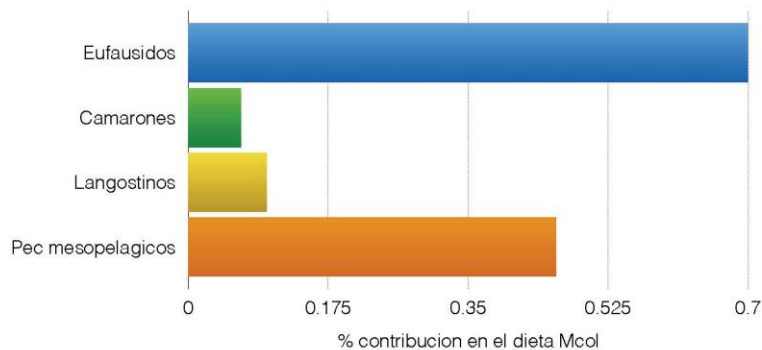
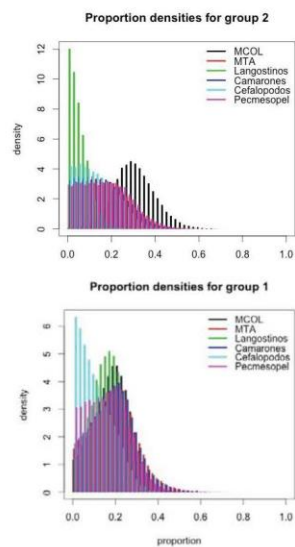
Merluza de tres aletas

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cefalópodos								
Indeterminado	1.00	1.00	7.30	0.93	0.93	1.50	2.25	0.02
Crustáceos								
Restos	10.00	10.00	20.09	9.26	9.26	4.13	123.97	0.89
Peces								
<i>Electrona carlsbergi</i>	3.00	3.00	14.90	2.78	2.78	3.06	16.22	0.12
<i>Gymnoscopelus nicholsi</i>	2.00	2.00	1.90	1.85	1.85	0.39	4.15	0.03
<i>Lampanyctus australis</i>	1.00	1.00	3.00	0.93	0.93	0.62	1.43	0.01
<i>Myctophum phengodes</i>	1.00	1.00	6.10	0.93	0.93	1.25	2.02	0.01
<i>Protomyctophum tenuis</i>	1.00	1.00	1.50	0.93	0.93	0.31	1.14	0.01
Restos	88.00	88.00	428.78	81.48	81.48	88.14	13821.10	98.92
Total	108.00	108.00	486.47	99.07	99.07	99.40	13972.28	100.00

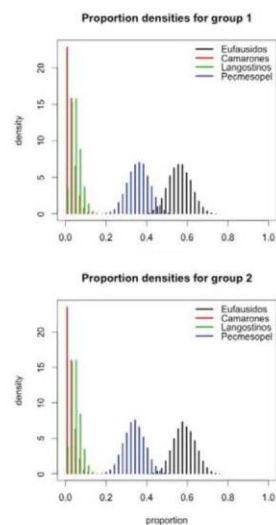


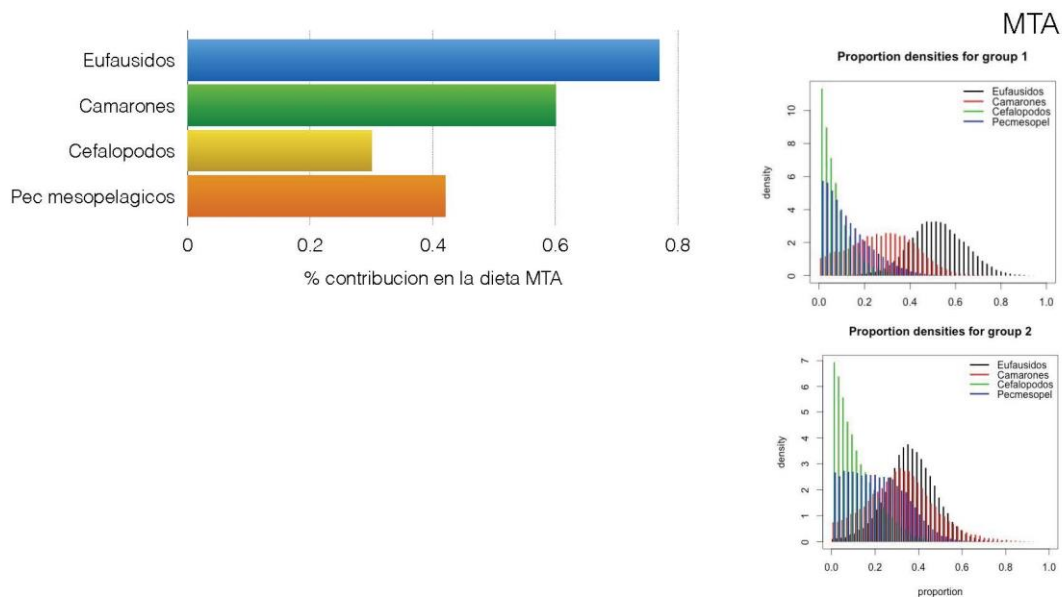


MAU

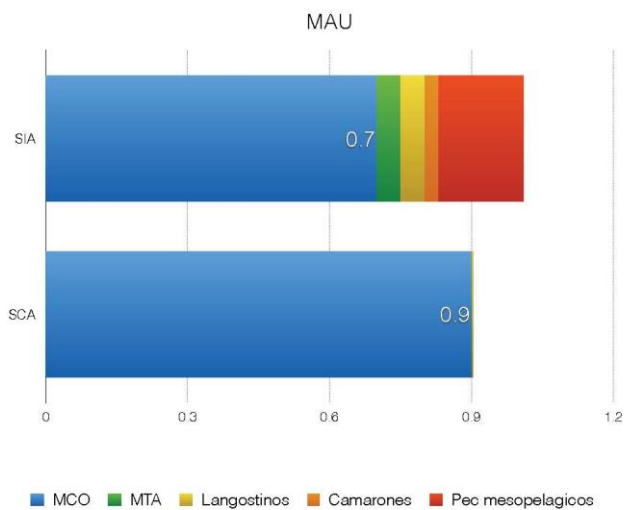


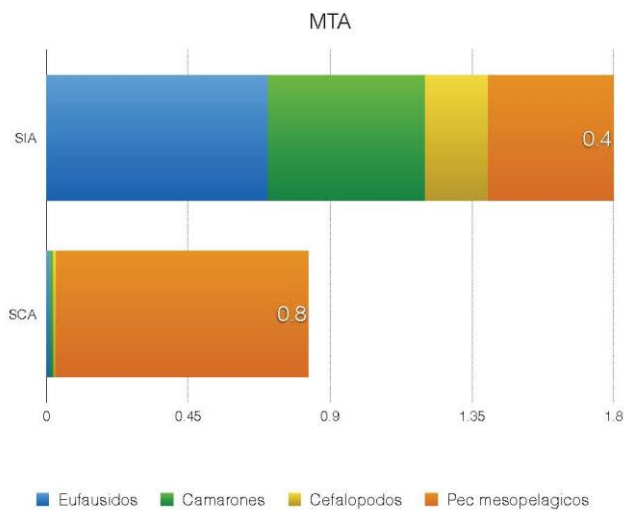
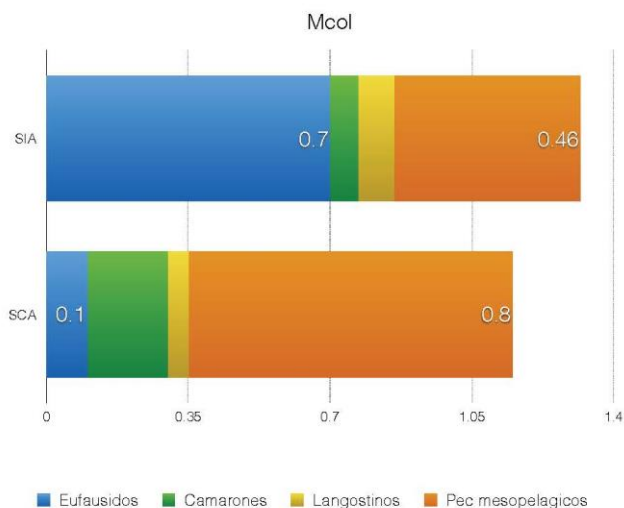
Mcol

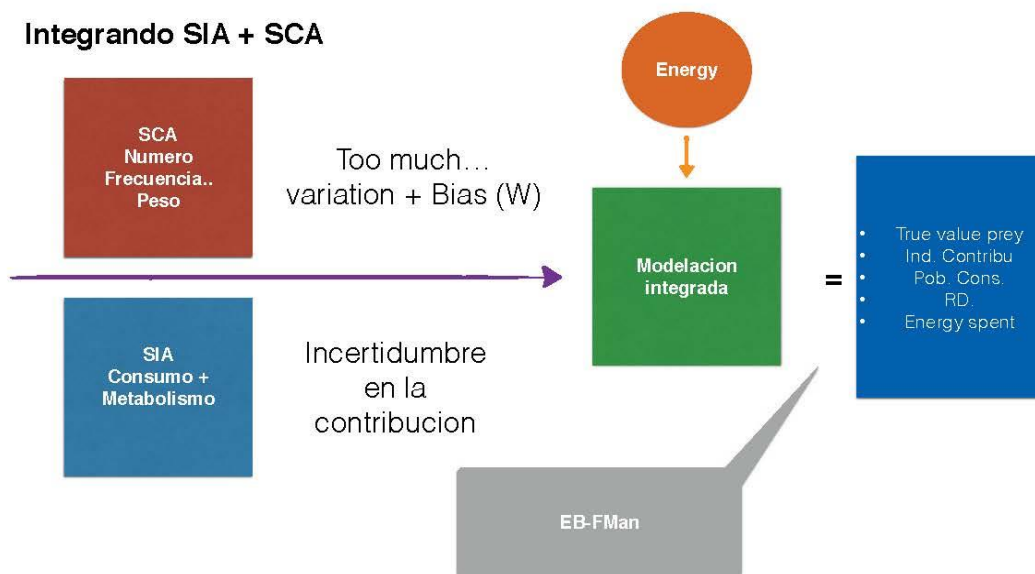




Discusion



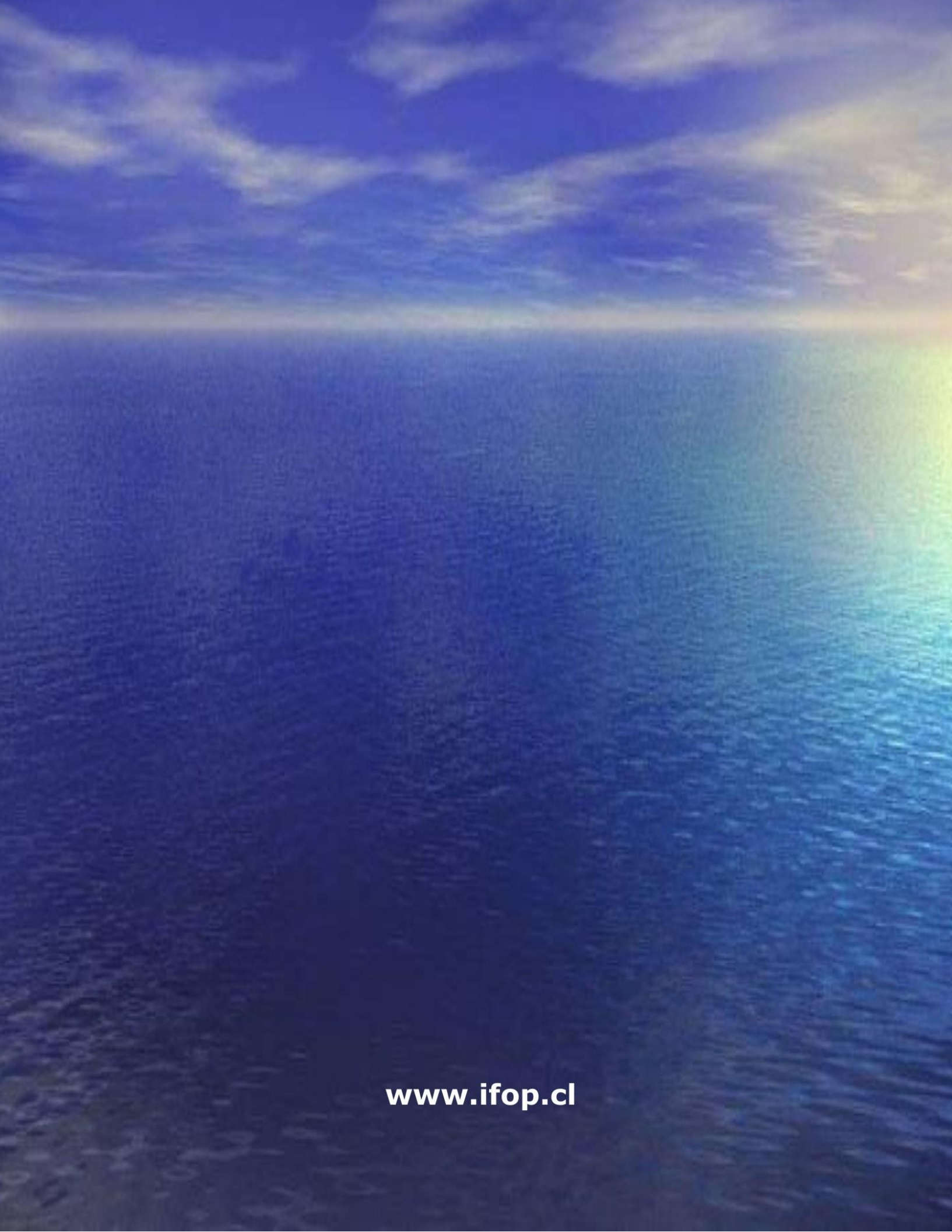






INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Sección Ediciones y Producción
Almte. Manuel Blanco Encalada 839
Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl



www.ifop.cl