



## **INFORME FINAL**

Evaluación directa de merluza del sur,  
merluza de cola y merluza de tres aletas.

### **CAPÍTULO III – Merluza de tres aletas**

FIP N° 2013-13 / Enero 2015





## **INFORME FINAL**

Evaluación directa de merluza del sur,  
merluza de cola y merluza de tres aletas.

### **CAPÍTULO III – Merluza de tres aletas**

FIP N° 2013-13 / Enero 2015

#### **REQUIRENTE**

---

**FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, FIP**  
Presidente Consejo de Investigación Pesquera  
**Raúl Súnico Galdames**

#### **EJECUTOR**

---

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP**

Director Ejecutivo  
**Leonardo Núñez Montaner**

Jefe División Investigación Pesquera  
**Jorge Castillo Pizarro**

#### **JEFE DE PROYECTO**

Álvaro Saavedra Godoy







FIP N° 2013-13 / Enero 2015

#### **AUTORES**

*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*  
Roberto Meléndez Cerda

#### **COLABORADORES**

*Muestreo biológico a bordo*  
Óscar Nancul Paillamán  
Jorge Cárdenas Soto  
José Pérez Soto  
Francisco Mañao Mañao

*Lectura otolitos*  
María Asunción Miranda Pérez  
Lizandro Muñoz Rubio



---

## 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 2013 en la zona sur-austral de Chile en el marco del proyecto FIP 2013-13 “Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas” del año 2013.

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 y en una segunda etapa, denominado crucero 2 se orientó a la prospección hidroacústica de merluza de tres aletas, ambas etapas fueron continuas tanto geográfica como cronológicamente, sin recalada intermedia.

El crucero 2 se realizó entre el 18 y 29 de agosto del 2013, iniciándose mas al norte de lo inicialmente planteado, dado que las evidencias de registros de merluza de tres aletas finalizando el crucero 1, con importante participación en las capturas de los últimos 3 lances (46°45'LS-46°55'LS), forzó la decisión de iniciar la prospección en la latitud 46°40'LS, incorporando además el muestreo biológico específico efectuado a merluza de tres aletas en estos últimos lances del crucero 1. Al igual que el año anterior y una vez finalizada la prospección regular, hasta la latitud 51°00'S, se realizó una “Re-prospección” entre las latitudes 46°45' y 47°20', detectándose el foco principal de concentración entre el 28 y 29 de agosto. Durante el crucero se realizaron 24 lances de identificación más los tres incorporados del crucero 1.

El estimado de biomasa de la prospección regular alcanzó las 43.163 toneladas (37.144 - 49.185 toneladas), mientras que el estimado de abundancia fue de 76,12 millones de individuos (63,78 - 88,46 millones).

El estimado de biomasa de la zona de re-prospección alcanzó las 47.995 toneladas con un intervalo de confianza entre las 32.437 y 63.553 toneladas (CV=19,6), mientras que el estimado de abundancia alcanzó los 83,28 millones de individuos con un intervalo de confianza entre los 51,16 y 115,40 millones de ejemplares.

El análisis de las distribuciones de frecuencia de las tallas de los ejemplares capturados, dio cuenta de tres zonas en que se podía diferenciar el área de estudio (regular), las zonas 1, 2 y 3, de norte a sur, respectivamente, más la zona de Re-prospección, denominada zona R, la que se superpuso a las zonas 1 y 2.

En base a supuestos y argumentos que son discutidos en el presente informe referidos a reemplazar la biomasa detectada en las zonas 1 y 2 por la biomasa detectada en la reprospección (zona R), y a considerar la biomasa de la zona mas al sur (zona 3) como complemento de la biomasa estimada en la zona R, se podría inferir una biomasa total presente en el área de estudio de 60.941 toneladas con un intervalo de confianza que abarcaría desde las 45.092 a 76.789 toneladas (CV=15,8%) y una abundancia que alcanzaría los 107,38 millones de individuos con un intervalo de confianza entre los 74,72 y 140,03 millones de individuos (CV=18,4%), resultando el centro de gravedad en los 47°09'LS. Los resultados implican una disminución del 30,6% en la biomasa y una disminución del 16,6% en la abundancia de merluza de tres aletas respecto al año anterior.

Se muestrearon 2.162 individuos para la estructura de talla de merluza de tres aletas. Esta estructura estuvo compuesta principalmente de individuos adultos, con talla

promedio de 48 cm. predominio de hembras (51%) respecto de machos, y escasa presencia de juveniles ( $0,1\% < 35$  cm), con tres modas adultas. Una principal, de tallas entre 38-47 cm, otra moda secundaria entre 48-57 cm y una tercera moda de tallas mayores entre los 60 y 65 cm. En los años de estudio del 2001 al 2013 se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (66% en el 2001 a 37% en el 2013), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (32% en el 2001 a 63% en el 2013).

Las funciones peso-longitud 2013 mostraron que el peso teórico a la talla presentó valores inferiores a lo registrado para los años 2011 – 2012, pero con valores que los sitúan de forma intermedia respecto de los registros históricos de estas funciones.

El rango de edades observado abarca desde la edad 1 a 24 años, acentuándose la presencia de peces de Grupo 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 2013, los grupos de edad que conforman  $\approx 80\%$  del stock desovante de merluza de tres aletas, correspondieron a machos de los GE IV hasta GE VII y en hembras a los grupos de edad entre GEIV a GEXIII. La estructura de edad presenta un fuerte componente de ejemplares adultos jóvenes representados por la moda principal en los GE V-VI.

El grupo de edad en que el 50% de los ejemplares está maduro se presentó en 2,5 años en machos y 3,2 años en hembras, lo que equivale a tallas medias  $\approx 34$ -35 cm.

El análisis de las gónadas indicó que la agregación de merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, principalmente en

fase de maduración ovárica y con bajo aporte al desove. El índice gonadosomático (IGS) de ejemplares > 35 cm LT evidenció actividad gonadal con 12,1% y 13,1% en machos y hembras, respectivamente.

Los datos del estudio no permitieron un ajuste robusto de la ojiva de madurez a la talla/edad, debido a que los tamaños bajo los 40 cm y de GE menor a 4 años estuvieron débilmente representados en los lances. A modo referencial, el ajuste que considera la proporción de hembras maduras de la data histórica (2001 – 2013) indicó la talla de madurez ( $L_{50\%}$ ) en 36,1 cm (35,5 - 36,7 cm). Por su parte, la edad de 50% de hembras maduras ( $E_{50\%}$ ) fue 2,3 años, el cual estaría subestimado.

El potencial de fecundidad total promedio fue 370.708 ovocitos (CV 50%) y la fecundidad relativa promedio de 403 ovocitos (CV 25%), resultando 7% y 12% menor respecto al promedio de 2012, respectivamente.

Durante el desarrollo del crucero de evaluación se realizaron un total de 24 lances de pesca de identificación, incluyéndose 3 lances más realizados en el crucero de evaluación de merluza de cola y del sur, sumando en total 27 lances analizados, de los cuales, 22 (81,5%) resultaron con captura positiva de merluza de tres aletas, mientras que merluza de cola y merluza del sur fueron capturadas en 22 (81,5%) y 23 (85,1%) lances de identificación, respectivamente.

Los resultados del contenido estomacal indican una alimentación ictiófaga de la merluza de tres aletas, especialmente depredando sobre pequeños peces como *Maurolicus parvipinnis*, Myctophidae y otros crustáceos pelágicos. 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.

## EXECUTIVE SUMMARY

---

This report contains the estimations related to biomass, abundance, length and age structures, spatial distribution and by-catch, and data concerning reproductive conditions, aggregation characteristics and food items related to **Southern Blue Whiting** (*Micromesistius australis*), observed in winter of 2013 in the extreme southern zone of Chile within the framework of FIP Project 2013-13 “Survey Southern Hake, Hoki and Southern Blue Whiting” in 2013.

The Project considered an acoustic and fishing prospection on board vessel AGS 61 Cabo de Hornos. The activity consisted in two stages, the first stage, survey 1, was aimed at conducting a hydro acoustic prospection of southern hake and hoki, and the second stage, Survey 2, focused on the hydro acoustic prospection of southern blue whiting, without intermediate calls.

Survey 2 was conducted in August 18-29, 2013, beginning north of the location considered initially, considering the evidence regarding the presence of southern blue whiting at the end of survey 1, and a large proportion in the catches made in the last 3 sets (46°45'LS-46°55'LS), led to the decision to begin the prospection at latitude 46°40'LS, including the specific biological sampling of southern blue whiting in these last sets made in survey 1. As in the case of the previous year, once the regular prospection was completed, which was defined as the prospection of the entire study area up to latitude 51°00'S, and on the basis of the information of the fleet regarding high densities of southern blue whiting in the area surrounding latitude 47°00'S, the vessel sailed once again north of the study area and a “Re-prospection” was made from latitudes 46°45' and 47°20', detecting the main concentration area between August 28 and 29. A total of 24 identification sets were made in the survey, plus the three that were made in survey 1.

The length distribution analysis of the individuals captured in identification sets identified three different zones within the study area from north to south, labelled as zones 1, 2 and 3, respectively, plus the Re-prospection zone called zone R, which specifically overlaps with zones 1 and 2.

On the basis of the assumptions and arguments discussed in this report with relation to replacing the biomass detected in zones 1 and 2 with the biomass detected in the re-prospection (zone R), and considering the biomass present in the zone further south (zone 3) as a complement of the biomass estimated in zone R, it may be inferred that the total biomass present in the study area, calculated with the use of the geostatistic method is 60.032 tons with a confidence interval ranging from 41,078-78,986 tons (CV=19,1%) and an abundance reaching 105.68 million individuals with a confidence interval between 69.19 and 142.17 million individuals (CV=20,9%), the center of gravity being at 47°09'LS. The results imply a 31.6% reduction of biomass and a 17.9% drop in the abundance of southern blue whiting compared to the previous year.

During the survey, 2,162 individuals were sampled to assess the length structure of southern blue whiting. This structure was mainly comprised by adult individuals, with an average length of 48 cm. with a predominance of females (51%) with respect to males, and a scarce presence of juveniles ( $0.1\% < 35$  cm), with three adult modes. A main mode was observed with lengths ranging from 38-47 cm, a secondary mode from 48-57 cm and a third mode with larger lengths ranging from 60-65 cm. In the study period 2001-2013, a gradual decline in the presence of migratory adults with lengths over 50 cm was recorded (66% in 2001 and 37% in 2013), and gradual increase of smaller adults ranging from 34-49 cm (32% in 2001 and 63% in 2013).



Weight-length functions in 2013 indicated that the theoretical weight at length displayed values below those recorded in years 2011-2012, but with intermediate values compared to the historical records related to these functions.

The ages observed ranged from 1 to 24, largely predominated by younger age groups (AG). The age structure a decade ago shows a deteriorated spawning stock. In 2013, the age groups comprised  $\approx 80\%$  of the spawning stock of southern blue whiting, accounting for males in AG IV to AG VII and females in AG IV to AG XIII. The age structure displays a strong component of young adult individuals with a main mode in AG V-VI.

It was concluded that 50% of individuals were mature at 2.5 years in males and 3.2 years in females, which is equivalent to mean lengths ranging from  $\approx 34$ -35 cm.

The gonad analysis indicated that southern blue whiting aggregations were largely undergoing the reproductive stage, mainly the ovary maturity stage and with low levels of spawning stock. The gonadosomatic index (IGS) of individuals  $> 35$  cm TL showed a gonad activity with 12.1% and 13.1% for males and females, respectively.

The data related to the study did not allow for a robust adjustment of the maturity ogive at length/age, since lengths under 40 cm and AG below 4 years were weakly represented in the sets. As a reference, the adjustment considers the proportion of mature females in the historical data (2001 – 2013) indicated a length at maturity ( $L_{50\%}$ ) of 36.1 cm (35.5-36.7 cm). The age of 50% of mature females ( $E_{50\%}$ ) was 2.3 years, which is under-estimated.

The total average fecundity potential was 370,708 oocytes (CV 50%) and an average relative fecundity of 403 oocytes (CV 25%), resulting in 7% and 12% less with respect to the average in 2012, respectively.

During the survey, a total of 24 identification fishing sets were made, including 3 made in the hoki and southern hake survey, amounting to a total of 27 sets, of which 22 (81.5%) resulted in positive catches of southern blue whiting, while hoki and southern hake were captured in 22 (81.5%) and 23 (85.1%) identification sets, respectively.

The stomach content results indicate that southern blue whiting has an ichthyophagous diet, especially preying on small fish such as *Maurolicus parvipinnis*, Myctophidae and pelagic crustaceans. Significant differences were not found in the diet composition between males and females in the entire study area and study period.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>RESUMEN EJECUTIVO / EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>i</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS .....</b>	<b>xvi</b>
<b>1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>1</b>
<b>3. ANTECEDENTES.....</b>	<b>2</b>
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>9</b>
4.1 Área y período de estudio .....	9
4.2 Equipos .....	10
4.2.1 Embarcación .....	10
4.2.2 Sistema de ecointegración .....	11
4.2.3 Redes de pesca .....	12
4.3 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas .....	12
4.3.1 Diseño de muestreo .....	12
4.3.2 Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas .....	13
4.3.3 Información acústica .....	15
4.3.3.1 Corrección fuente de error producida por movimiento del transductor	16

4.3.4	Relación TS utilizada, validación de la estructura de tallas y coeficiente de ecointegración .....	17
4.3.5	Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) ....	21
4.3.6	Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa .....	23
4.3.7	Estimación del Coeficiente de variación (CV) .....	27
4.3.8	Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas .....	27
4.3.9	Fuentes de incertidumbre .....	31
4.4	Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica .....	33
4.4.1	Muestreo a bordo .....	33
4.4.2	Composición de tallas y proporción sexual .....	33
4.4.3	Estructura de edades del stock .....	36
4.4.3.1	Composición en número de la abundancia por edad .....	36
4.4.3.2	Peso medio a la edad por especie .....	39
4.4.3.3	Madurez a la edad .....	41
4.5	Determinar el índice gonadosomático, estadíos de madurez macroscópicos, y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación .....	42
4.5.1	Trabajo a bordo, toma y fijación de muestras .....	42
4.5.2	Procesamiento de muestras .....	43
4.5.3	Estimación de Indicadores reproductivos .....	44
4.5.3.1	Estimador del índice gonadosomático (IGS) .....	44
4.5.3.2	Estimación de estadios de madurez en la captura .....	45
4.5.3.3	Estimador de la proporción de estadios de madurez .....	45
4.5.3.4	Estimador de la varianza del estimador $\hat{P}_{EM}$ .....	45
4.5.4	Estimación de la ojiva de madurez .....	46

4.5.5	Estimación de la fecundidad .....	48
4.6	Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas, en el área y período de estudio .....	50
4.6.1	Proporción de captura .....	50
4.6.2	Análisis de los datos .....	52
4.6.3	Análisis comunitario .....	53
4.6.3.1	Identificaciones de agrupaciones específicas .....	54
4.6.3.2	Determinación de diferencias entre asociaciones comunitarias (ANOSIM) .....	55
4.7	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio .....	56
4.7.1	Descriptores morfológicos, batimétricos y de energía .....	58
4.7.2	Análisis de los datos .....	60
4.8	Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio .....	62
4.8.1	Muestreo a bordo .....	62
4.8.2	Procesamiento de las muestras en laboratorio .....	62
4.8.3	Análisis de los datos .....	63
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>66</b>
5.1	Calibración del sistema de ecointegración .....	66
5.1.1	Lances de pesca .....	66
5.2	Determinar la biomasa, abundancia y la distribución del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio .....	67

5.2.1	Desarrollo del crucero .....	67
5.2.2	Validación de la estructura de tallas .....	68
5.2.3	Biomasa y abundancia .....	69
5.2.4	Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas .....	72
5.2.4.1	Distribución recurso en el área de estudio.....	72
5.4.2.2	Caracterización espacial de la densidad acústica de merluza de tres aletas .....	73
5.2.5	Evaluación de fuentes de error .....	75
5.3	Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica .....	77
5.3.1	Composición de tallas y proporción sexual .....	77
5.3.1.1	Muestreos .....	77
5.3.1.2	Distribución de talla en la zona de estudio, estrato espacial y batimétrico .....	77
5.3.1.3	Distribución de talla del crucero de investigación y la pesca comercial en la zona de estudio .....	79
5.3.2	Estructura de edades del stock .....	80
5.3.3	Relaciones peso – longitud .....	81
5.3.4	Abundancia por grupos de edad .....	82
5.3.5	Serie histórica .....	84
5.3.6	Caracterización de la abundancia .....	88
5.3.6.1	Proporción sexual de la abundancia .....	88
2.3.6.2	Edad media de la abundancia.....	89
5.3.7	Edad y estados de madurez .....	91
5.3.8	Concordancia entre las estimaciones de madurez gonadal macroscópica y microscópica .....	93

5.4	Determinar el índice gonadosomático, estadíos de madurez macroscópicos, y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación .....	94
5.4.1	Índice gonadosomático .....	95
5.4.2	Análisis macroscópico .....	96
5.4.2.1	Estadios de madurez sexual (EMS) .....	96
5.4.3	Análisis microscópico .....	97
5.4.3.1	Dinámica ovárica y tipo de desove .....	97
5.4.3.2	Estadios de madurez sexual (EMS) .....	97
5.4.3.3	Comparación entre el estimado macroscópico y microscópico de estadios de madurez sexual .....	99
5.4.3.4	Variable índice gonadosomático con relación al EMS microscópico ..	99
5.4.4	Ojiva de madurez .....	99
5.4.5	Fecundidad .....	101
5.5	Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas en el área y período de estudio .....	102
5.5.1	Proporción de captura .....	103
5.5.2	Identificación de agrupaciones para el crucero 2012 .....	105
5.5.3	Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2012 .....	107
5.5.4	Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2012, analizada por zona .....	109
5.6	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio .....	110
5.6.1	Resultados generales agregaciones merluza de tres aletas .....	110
5.6.2	Descriptores según zona .....	112
5.6.3	Descriptores según rango de fondo .....	113

5.6.4	Resultados análisis componentes principales .....	115
5.6.5.	Resultados serie histórica .....	116
5.7	Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio .....	117
5.7.1	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> en el espacio y tiempo estudiado .....	118
5.7.2	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por sexo .....	118
5.7.3	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por tallas .....	119
5.7.4	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por área de estudio .....	120
5.7.5	Alimentación de <i>Micromesistius australis</i> por profundidad en el área total .....	121
5.8	Talleres.....	122
5.8.1	Taller de coordinación .....	122
5.8.2	Taller de presentación y discusión de resultados .....	124
<b>6.</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>133</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>148</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>151</b>



**TABLAS**

**FIGURAS**

**ANEXOS:**

**Anexo 1.** Resolución Pesca de Investigación N° 1.941.

**Anexo 2.** Presentaciones Taller de difusión y discusión metodológica.

**Anexo 3.** Personal participante por actividad y objetivo específico.

**Anexo 4.** Material audiovisual del Crucero.

**Anexo 5.** Base de datos.

## 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 2013.
- Tabla 6.** Resultado de la prueba DHG para la distribución de la variable, estructura de tallas de merluza de tres aletas, para las cuatro 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 3.

- Tabla 10.** 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 (Reprospección).
- Tabla 11.** Estimados de Biomasa y abundancia para el total de zona 1, 2 y 3 (crucero operación normal) según métodos de Hansen, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013.
- Tabla 12.** Estimados de Biomasa y abundancia para la Zona de Re-prospección según métodos de Hansen, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013.
- Tabla 13.** Estimados de Biomasa y abundancia para las Zonas 1, 2, 3, Zona R y Zona R + Zona 3 según método Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013.
- Tabla 14.** 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 1,2 y R (Reprospección).
- Tabla 15.** Estimador de razón y coeficiente de variación (CV) por método y zona.
- Tabla 16.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013. Zona 1.
- Tabla 17.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013. Zona 2.
- Tabla 18.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013. Zona 3.
- Tabla 19.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013. Zonas 1, 2 y 3.
- Tabla 20.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013. Zona R.

- Tabla 21.** Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona R + Zona 3.
- Tabla 22.** Parámetros de la relación peso - longitud de merluza de tres aletas crucero de evaluación agosto del 2013.
- Tabla 23.** Parámetros del Variograma gaussiano y binomial ajustado a merluza de tres aletas en las distintas zonas de estudio.
- Tabla 24.** Estimados de biomasa en las cuatro zonas analizadas mediante el método de simulación de Montecarlo.
- Tabla 25.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, zona 3 + zona reprospectada, crucero 2013. (Abundancia Total Machos= 63.458.993 ejemplares; Machos Zona 3= 15.689.361; Machos Zona Reprospectada= 47.769.632).
- Tabla 26.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, zona 3+ zona reprospectada, crucero 2013. (Abundancia Total= 43.919.216 ejemplares; Hembras Zona 3= 8.408.693; Hembras Zona Reprospectada= 35.510.522).
- Tabla 27.** Abundancia por grupos de edad y desviación estándar para merluza de tres aletas por sexo y proporción de ambos según GE. Crucero de evaluación 2013.
- Tabla 28.** 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 29.** Clasificación de merluzas de tres aletas en estado gonadal maduros e inmaduros mediante observación macroscópica y microscópica (histológica) de sus gónadas. En achurado se presenta las coincidencias totales entre ambas técnicas.

- Tabla 30.** Valor medio del Índice Gonadosomático por sexo, para todas las tallas y > 35 cm LT, de merluza de tres aletas en el área de prospección, por zonas de interés.
- Tabla 31.** Incidencia de fases macroscópicas de madurez por sexos y áreas prospectadas.
- Tabla 32.** Incidencia de fases microscópicas de madurez de hembras en el área de prospección, en la zona re-prospectada y por zonas de interés.
- Tabla 33.** Estimados de la talla de madurez sexual ( $L_{50\%}$ ) de hembras a partir de evaluaciones directas entre 2001 y 2013.
- Tabla 34.** Número de hembras inmaduras y maduras por grupo de edad.
- Tabla 35.** Estimados de fecundidad total y relativa a partir de evaluaciones directas entre 2001 y 2013.
- Tabla 36.** Resumen de la relación 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 37.** Nombre científico y código utilizado para la identificación de especies en crucero de merluza de tres aletas.
- Tabla 38.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de agregaciones de merluza de tres aletas (todas las zonas).
- Tabla 39.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de agregaciones de merluza de tres aletas (zona R + zona 3).
- Tabla 40.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas, según zona.

- Tabla 41.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por zona.
- Tabla 42.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores de agregaciones de merluza de tres aletas según rango de fondo.
- Tabla 43.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por rango de fondo.
- Tabla 44.** Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).
- Tabla 45.** Valores propios y variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes.
- Tabla 46.** Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales.
- Tabla 47.** Valores promedio, y desviación estándar de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2001-2013.
- Tabla 48.** Alimentación de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.
- Tabla 49.** Alimentación de ejemplares machos de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.
- Tabla 50.** Alimentación de ejemplares hembras de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.
- Tabla 51.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla  $I \leq 40$  cm, para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.

- Tabla 52.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla II  $> 40 \leq 50$  cm, para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.
- Tabla 53.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla III  $> 50$  cm, para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.
- Tabla 54.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área de Taitao en agosto 2013.
- Tabla 55.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área del Golfo de Penas-Ladrillero en agosto 2013.
- Tabla 56.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de  $\leq 277$  m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.
- Tabla 57.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de  $> 277 \leq 327$  m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.
- Tabla 58.** Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de  $> 327$  m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.

## **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 2013.
- Figura 4.** Descriptores morfológicos y batimétricos de una agregación.
- Figura 5.** Distribución de frecuencia de la Abundancia para la Zona 1. Agosto 2013.
- Figura 6.** Distribución de frecuencia de la Abundancia para la Zona 2. Agosto 2013.
- Figura 7.** Distribución de frecuencia de la Abundancia para la Zona 3. Agosto 2013.
- Figura 8.** Distribución de frecuencia de la Abundancia para la suma de las Zonas 1, 2 y 3. Agosto 2013.
- Figura 9.** Distribución de frecuencia de la Abundancia Zona R, Agosto 2013.
- Figura 10.** Distribución de frecuencia de la Abundancia Zona R + Zona 3. Agosto 2013.
- Figura 11.** Distribución espacial de la densidad de merluza de tres aletas, Zona 1+2+3. Agosto 2013.
- Figura 12.** Distribución espacial de la densidad de merluza de tres aletas, Zona R + Zona 3. Agosto 2013.
- Figura 13.** Curvas de Lorenz estimadas para los años 2001-2013.
- Figura 14.** a) Variograma experimental anisotrópico en las direcciones 0°, 45°, 90° y 135°. b) Variograma experimental en la dirección de mayor continuidad espacial (•----•) y teórico. Ajustado (—).



- Figura 15.** Loreogramas medio estimado de log Odds Ratio en función a la distancia para la data estratificada por zona.
- Figura 16.** Distribución de talla por sexo de merluza de tres aletas para período de desove comprendido entre la Zona R más la Zona 3. B/C Cabo de Hornos. Agosto 2013.
- Figura 17.** Distribución de talla de merluza de tres aletas para las diferentes zonas en el área de estudio. B/C Cabo de Hornos. Agosto, 2013.
- Figura 18.** Distribución de talla de merluza de tres aletas para el total de los lances observados y la Zona R + Zona 3. B/C Cabo de Hornos. Agosto, 2013.
- Figura 19.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por área. B/C Cabo de Hornos. Agosto, 2013.
- Figura 20.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red, m) en la Zona R + Zona 3. B/C Cabo de Hornos. Agosto, 2013.
- Figura 21.** Distribución relativa de la talla de merluza de tres aletas para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012 y 2013.
- Figura 22.** Distribución de la captura y número de ejemplares muestreados por lance de pesca. Crucero de Investigación Merluza de tres aletas 2013.
- Figura 23.** Rango de longitudes y tendencia central del Muestreo Biológico asociado a cada lance, agosto 2013.
- Figura 24.** Distribución de frecuencia de tallas (en %) del muestreo de otolitos analizados para el estudio de edad, para machos (\_m) y hembras (\_h) y distribución de frecuencia de longitudes observadas, agosto 2013.
- Figura 25.** Dispersión de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Agosto 2013.

- Figura 26.** Curvas teóricas de función peso - longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra. Para muestras obtenidas durante el mes de agosto, años 2002 a 2013.
- Figura 27.** Estructura de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas A: en porcentaje B: en número. Para muestras obtenidas durante el mes de agosto, años 2002 a 2013. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigación.
- Figura 28.** Distribución por clases de talla y por GE de la abundancia registrada en los Cruceros de Evaluación de merluza de tres aletas. Para muestras obtenidas durante el mes de agosto, años 2001 a 2013.
- Figura 29.** Proporción sexual de merluza de tres aletas, presente en la abundancia en el período de desove, según año.
- Figura 30.** Edades medias de merluza de tres aletas, por sexo, presente en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2001 - 2013.
- Figura 31.** Abundancia de merluza de tres aletas, por sexo, en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 - 2013.
- Figura 32.** Fracción de merluza de tres aletas (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2007-2013.
- Figura 33.** Curvas de madurez estimadas para merluza de tres aletas (machos y hembras), según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2007 a 2013. FMM: fracción de machos maduros; FHM: fracción de hembras maduras.
- Figura 34.** 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 35.** 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 36.** Distribución de los valores medios de IGS de machos > a 35 cm LT por grado de latitud y estrato de profundidad.
- Figura 37.** Distribución de los valores medios de IGS de hembras > a 35 cm LT por grado de latitud y estrato de profundidad.
- Figura 38.** Incidencia de fases macroscópicas de madurez por sexos.
- Figura 39.** Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica.
- Figura 40.** Distribución de las fases ováricas de madurez por grado de latitud y profundidad media.
- Figura 41.** Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica por grupos de tamaños de las hembras.
- Figura 42.** Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica por zonas.
- Figura 43.** Distribución del IGS medio en relación a las fases microscópicas de madurez ovárica.
- Figura 44.** Proporción de hembras maduras por talla y ojiva de madurez, para datos de 2013 y periodo 2001 - 2013.
- Figura 45.** Estimados de la talla de madurez ( $L_{50\%}$ ) de hembras a partir de evaluaciones directas entre los años 2001 - 2013.
- Figura 46.** Proporción de hembras maduras por grupo de edad y ojiva de madurez, para datos de 2013.
- Figura 47.** Relación potencial entre la fecundidad total y el peso corporal de las hembras.

- Figura 48.** Relación exponencial entre la fecundidad total y la longitud total de las hembras.
- Figura 49.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación efectuados en el área total de estudio, crucero 2013.
- Figura 50.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por zonas históricas además de la zona de repospección, crucero 2013.
- Figura 51.** Composición de la captura de fauna acompañante asociada a merluza de tres aletas, obtenida en los lances de identificación, crucero 2013.
- Figura 52.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por veril de profundidad, crucero 2013.
- Figura 53.** Resultado del análisis de clasificación de los proyectos realizados entre el año 2001 y año 2013, diferenciados por cruceros.
- Figura 54.** Resultado del análisis de ordenación de los proyectos realizados entre el 2001 y 2013, diferenciados por cruceros.
- Figura 55.** Resultado del análisis de clasificación de los proyectos realizados entre el año 2001 y año 2013, diferenciados por zonas.
- Figura 56.** Resultado del análisis de ordenación de los proyectos realizados entre el 2001 y 2013, diferenciados por zonas.
- Figura 57.** Resultado de los análisis de clasificación de los cruceros por veril, realizados entre el 2001 y 2012.
- Figura 58.** Resultado del análisis de ordenación de los cruceros por veril, realizados 2001 y 2012.
- Figura 59.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según latitud.
- Figura 60.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según latitud.

- Figura 61.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según latitud.
- Figura 62.** Valor promedio e intervalo de confianza de la pendiente del fondo y de los descriptores de energía acústica, densidad acústica de agregaciones según latitud.
- Figura 63.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según rango de fondo.
- Figura 64.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según rango de fondo.
- Figura 65.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones e índice de altura según rango de fondo.
- Figura 66.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica según rango de fondo.
- Figura 67.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes.
- Figura 68.** Variación de los principales descriptores y estimados de abundancia y biomasa años 2001-2013.
- Figura 69.** Curva trófica para *Micromesistius australis* Norman, obtenida a partir de los análisis de estómagos, provenientes del crucero realizado en Agosto de 2013 en aguas exteriores de la XI y XII Región de Chile.
- Figura 70.** Estimados de Biomasa y Abundancia años 2001-2013.
- Figura 71.** 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.

**Anexo 3.** Personal participante por actividad y objetivo específico.

**Anexo 4.** Material audiovisual del Crucero.

**Anexo 5.** Base de datos.

## **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** Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en la zona de estudio.
- 2.6** 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.

### 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 mas 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 estadíos 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 (mictófidios) (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 (Sernapesca, 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 (Sernapesca, 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>. En el período julio-noviembre los rendimientos de pesca han presentado un fuerte aumento, fluctuando desde 8 t\*h<sup>-1</sup> (noviembre de 1998 y 2000) a 137 t\*h<sup>-1</sup> (julio de 1997), mientras que en el resto de los años los valores máximos promedios han fluctuado entre 43 y 81 t\*h<sup>-1</sup>. 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. Dado lo anterior los resultados de este año presentan una especial importancia para la tendencia que finalmente esté presentando el stock desovante de merluza de tres aletas (Lillo *et al.*, 2002, Córdova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2003, 2004 y 2005, Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012 y 2013).

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 y en la conveniencia de mantener una línea de investigación de la biomasa el stock desovante del recurso, el Consejo de Investigación Pesquera decidió incluir el proyecto de evaluación directa de merluza austral, merluza de cola y merluza de tres aletas en el programa de investigaciones correspondiente al año 2013, del que se presenta su Pre-Informe final, Capítulo III: 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 desde el 18 al 29 de agosto del 2013, en el área comprendida entre las latitudes 46°40' 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:

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

$$\acute{A}rea = \acute{A}rea_{\text{grados}} * 3600 * \cos(Lat^{\circ}S) \text{ mn}^2$$

## 4.2 Equipos

### 4.2.1 Embarcación

La embarcación utilizada fue el nuevo 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 209, Mitson, 1995).

La autorización para realizar la pesca de investigación fue consignada y regulada a través de la Resolución de pesca de investigación N° 1.941 del 30 de julio del 2013 (**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 400, 600, 200, 100 y 400 kg, respectivamente para ambos 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. Esto a transductores están instalados en una quilla retráctil, la que se mantuvo sumergida a 9 m bajo la superficie durante todo el crucero.

Los datos de salida del ecosonda (archivos formato RAW, bot, IDX) 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 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 59 transectas, 45 transectas con una separación entre ellas de cinco millas náuticas, y 14 con separación de 2,5 mn en las zonas donde se observaba mayor concentración de recurso, 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 ecointegración.

#### **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 4.60.58.1382), 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) Definici3n de l3neas de superficie y l3nea de fondo en el ecograma, las cuales limitaron las zonas de integraci3n superior e inferior en el ecograma.
- 2) Revisi3n y edici3n de la l3nea de fondo, la cual fue corregida en las zonas en que hubo p3rdida de se1al, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confund3a con se1ales de agregaciones muy cercanas a 3ste. Esta correcci3n de la se1al de fondo gener3 un l3mite inferior para el 1rea de integraci3n.
- 3) Revisi3n y edici3n de la l3nea de superficie, la cual debi3 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 integraci3n, 3sta l3nea se ubic3 generalmente a 3 metros bajo el transductor.
- 4) Definici3n de regiones a integrar, donde se integraron las regiones dentro de cada IBM (Intervalo B1sico de Muestreo de 0,5 millas n1uticas de extensi3n). La delineaci3n de la regi3n a integrar fue de tipo manual, encerrando convenientemente en la regi3n el ecotrazo detectado para su posterior integraci3n.

La asignaci3n de las unidades de eointegraci3n, a los ecotrazos detectados se realiz3 mediante el m3todo propuesto por Bodholt (1991), que plantea que la contribuci3n a la integraci3n ( $s_{A(i)}$ ) de una especie "i" a la integraci3n total ( $s_{A(t)}$ ) del intervalo b1sico de muestreo es proporcional a su participaci3n en la captura en n1mero ( $n_i$ ) de las "j" especies participantes en el lance y su coeficiente de dispersi3n ac1stico ( $\sigma$ ).

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

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 (Córdova *et al.*, 1998):

Merluza de cola:  $20 \cdot \log(L) - 73,1 \text{ (dB)}$

Merluza austral:  $20 \cdot \log(L) - 68,1 \text{ (dB)}$

Reineta:  $20 \cdot \log(L) - 71,9 \text{ (dB)}$

Cojinoba:  $20,11 \cdot \log(L) - 71,9 \text{ (dB)}$

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 24 lances distribuidos en el área de estudio, intensificándose el muestreo biológico en las zonas donde se detectó mayor presencia del recurso, incorporándose tres lances del crucero 1 (c1) en el área al norte de la zona de estudio (denominados lances c1-23, c1-24 y c1-25). La distribución espacial de los lances se entrega en la **Fig. 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 modulo de variables virtuales "*Motion correction (Dunford method)*" de Echoview® (versión 4.60.58.13821) 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 aleta, intentando minimizar con esto la pérdida de señal por este concepto (Saavedra *et al.*, 2012).

#### 4.3.4 Relación TS utilizada, validación de la estructura de tallas y coeficiente de ecointegración

##### a) 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 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 Zelanda (Hanchet, 1999) 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  $\overline{TS} = 20 * \log(talla) - 64$  (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  $TS = 17,4 * \log(talla) - 61,6$  (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  $TS = 20 * \log(talla) - 69,1$  (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.

## **b) Validación estructura de tallas)**

A fin de determinar la existencia de diferencias significativas en las distribuciones de frecuencia de tallas de los lances diferenciados latitudinalmente, lo que implicaría la necesidad de trabajar en subzonas, se aplicó la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG) (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<sub>0</sub>***) se plantea como:



$H_0$ : La estructura de talla obtenida en cada lance de pesca no presenta diferencias significativas con la estructura de tallas obtenida por el conjunto total de lances.

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

Con 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 según:

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

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

La estadística de prueba a utilizar, se basa en una distribución  $\chi^2$  dada por la siguiente expresión:

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

La cual 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:

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

Luego la estadística de prueba esta dada por la relación:

$$\chi_{DH}^2 = \left\{ \sum_{z=1}^{z=Z} \chi_{z(K-1)}^2 - \chi_p^2 \right\} \sim \chi_{((Z-1)(K-1))}^2$$

Donde:

$$\chi_p^2 = \sum_{k=1}^K \frac{[n_k - n \hat{p}_{pk}]^2}{n \hat{p}_{pk}} \sim \chi_{(K-1)}^2$$

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

Como criterio de decisión respecto de la hipótesis nula (**H<sub>0</sub>**), esta es rechazada si el valor observado de la estadística de prueba  $\chi_{DH}^2 > \chi_{c(Z-1)(K-1)}^2$ , a un nivel de significación preestablecido  $\alpha = \alpha_0 = (0.05)$ .

### c) Coeficiente de ecointegración

El coeficiente de ecointegración a la talla “*k*” en número (*C<sub>nk</sub>*) referido a un SA se calculó según:

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

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

Para evaluar la relación TS/longitud, se utilizó la distribución de frecuencia obtenida de los muestreos de talla de los lances de pesca.

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

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

$$\hat{A}_k = a \hat{C}_{nk} \hat{R}_k$$

$$\hat{A}_T = \sum_k \hat{A}_k$$

$$\hat{B}_k = \hat{A}_k \bar{w}_k$$

$$\hat{B}_T = \sum_k \hat{B}_k$$

Donde:

$\hat{A}_k$  = abundancia a la talla k (en número).

a = área prospectada (mn<sup>2</sup>) del sector

$\hat{C}_{nk}$  = coeficiente de ecointegración a la talla k (n/mn<sup>2</sup>/sA)

$\bar{w}_{kj}$  = 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:

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

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:

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

$Z_v$  es un estimador de la media ponderada de las muestras de las lecturas acústicas. En aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular, y donde cada una de ellas tiene igual área de influencia, el estimador de  $Z_v$  se calcula como la media aritmética de los datos de  $s_A$  por intervalo básico de muestreo.

La lectura acústica del econtintegrador por IBM corresponde a la expresión:

$$s_A = 4\pi(1852)^2 \int_{r_1}^{r_2} s_v * dr$$

Donde:

$S_v$  = coeficiente volumétrico de dispersión ( $m^2/m^2$ ).

$r_2, r_1$  = límites superior e inferior de la econtegración 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 determina según:

$$\hat{V}(\hat{A}_k) = a^2 \left[ \hat{V}(\hat{C}_{nk}) \hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{C}_{nk}^2 - \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{V}(\hat{C}_{nk}) \right]$$

Pero como la varianza del coeficiente de econtegración en número ( $\hat{C}_{nk}$ ) no se pudo determinar al no tener las varianzas de los estimadores de la relación de TS, la varianza se determina de acuerdo a:

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

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

La varianza de la biomasa se calcula según:

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

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

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

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

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

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)**

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

Donde:

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

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.

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:

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

Y donde,

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

Siendo  $f^{-1}$  la función inversa de la distribución normal estándar y  $Z_{\alpha}$  es el percentil superior de una normal estándar.

- **Método de las variables regionalizadas**

Un cuarto 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 prospección,  $(\alpha, \beta)$  los índices de los intervalos básicos de muestreos y  $n$  el número de muestras en  $V$ .

La varianza  $\sigma_e$  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  $\sigma_e$  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 la obtención de los estimadores geoestadísticos, se utilizó el software EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).

#### **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 (MacLennan y Simmonds, 2005).

## Análisis de estructura espacial

Para estimar la estructura espacial de la abundancia de merluza de tres aletas en términos de densidad acústica ( $s_A$ ) se empleó el enfoque geoestadístico, donde la correlación espacial entre las observaciones es modelada usando una medida de continuidad espacial expresada en el semivariograma (Rivoirard *et al.*; 2000; Isaaks and Srivastava, 1989; Cressie, 1991). La descripción del modelo espacial descrito en función de la distancia mide la desigualdad promedio entre los datos del muestreo separados por la distancia del vector  $h$ , se estima entonces el semivariograma como la mitad de las diferencias entre los componentes de cada par de datos,

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{N=h} (z(x_i) - z(x_i+h))^2$$

$z(x_i)$  = valor muestral de la variable en estudio en una localización ( $x_i$ ) y  $z(x_i+h)$  es el valor muestral de la misma variable en un punto distante  $h$  del anterior y  $N(h)$ = número de pares de datos separados a una distancia  $h$ .

Por lo general, los variogramas experimentales muestran fluctuaciones que dificultan su interpretación, Rivoirard *et al.*, 2000 sugiere entre otros métodos, aplicar una transformación logarítmica a la variable en estudio y al mismo tiempo dar cumplimiento a los supuestos asociados al modelamiento en orden de reducir la asimetría.

El modelo teórico que finalmente describirá la estructura espacial del semivariograma permite obtener un modelo de ajuste apropiado con propiedades matemáticas conocidas. En la literatura se describen varios modelos, sin embargo el modelo gaussiano es ampliamente usado para modelar fenómenos extremadamente continuos y los modelos tanto esférico como exponencial, son los

mas utilizados en evaluaciones marinas y otras ciencias de la tierra (Roa y Tapia, 2000). Su formulación es la siguiente:

**Modelo gaussiano:**

$$\gamma(h, \theta) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ c_0 + c \left\{ 1 - \exp(-|h|^2 / a^2) \right\}, & h \neq 0 \end{cases}$$

**Modelo esférico:**

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

**Modelo exponencial:**

$$\gamma(h, \theta) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ c_0 + c \left\{ 1 - \exp(-h/a) \right\}, & h \neq 0 \end{cases}$$

Donde,  $c_0$  corresponde a la variabilidad de microescala,  $c$  representan la varianza estructural de los respectivos modelos de variogramas y “ $a$ ” el rango o distancia hasta la cual los datos presentan correlación (Isaaks and Srivastava, 1989; Cressie, 1991).

En el ajuste del variograma experimental a un modelo teórico se aplica el método de bondad de ajuste denominado *Gof* (Goodness of fit) (Rivoirard *et al.*, 2000):

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

Donde  $w(h)$  es el número de pares utilizados en el cálculo del semivariograma,  $\gamma(h)$  es el variograma experimental y  $\gamma^*(h)$  es el modelo ajustado. La cercanía del índice Gof a 0, indica un mejor ajuste (Rivoirard *et al.*, 2000).

Se estimó el centro de gravedad ( $CG_i$ ) y la inercia ( $I$ ) como indicadores de la posición media y la dispersión media de la distribución de la merluza de tres aletas en el área de estudio según (Bez y Fernandes, 2002):

$$CG_i = \frac{\int x_i * z(x_i) dx}{\int z(x_i) dx} \qquad I = \frac{\int (x_i - CG_i)^2 * z(x_i) dx}{\int z(x_i) dx}$$

Donde  $x_i$  representa la posición latitudinal y longitudinal de la muestra y  $z(x_i)$  la densidad local en la posición geográfica " $i$ ".

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 ( $\delta$ ) 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 ecointegración (fuerza de blanco promedio ( $\overline{TS}$ )), las lecturas acústicas por intervalo básico de muestreo ( $s_A$ ), la composición de tamaños y el peso medio ( $\overline{w}$ ). 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 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,

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

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 ( $\hat{V}(\hat{\bar{l}})$ )

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

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

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

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

donde,

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

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, Saavedra *et al.*, 2007, Saavedra *et al.*, 2008, Saavedra *et al.*, 2009, respectivamente). 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: Área 1 entre 45°30' y 47°29' S. denominada Taitao; Área 2 entre 47°30' y 48°59' S. denominada Golfo Penas-Ladrillero; y Área 3 entre 49°00' y 51°00' S. denominada Trinidad-Concepción. A su vez, se empleó la estratificación espacial empleada en las estimaciones de biomásas hidroacústicas identificadas en el presente estudio.

#### **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 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,  $\varepsilon_i$  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  $\sigma$ .

### **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  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ ,  $L \sim N(\mu, \sigma^2)$ , 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.

- $\mu$  = valor promedio de la longitud al grupo de edad.
- $\sigma$  = varianza de la longitud al grupo de edad.
- $a_1; a_2$  = valor tomado de la tabla de valores de coeficientes señalada en Pienaar y Ricker 1968.

#### **4.4.3.3 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 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 1.721 ejemplares para el cálculo de



indicadores macroscópicos, de los cuales, 636 ovarios se destinaron para el análisis histológico de la condición de madurez.

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 ( $\hat{IGS}_i$ ) como la proporción del peso de la gónada ( $W_{gi}$ ) con respecto al peso eviscerado ( $W_i$ ). Posteriormente se obtiene el IGS promedio ( $\hat{IGS}$ ).

- **Estimador de medias:**

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

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

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

$i$	=	Ejemplares	$i = 1, 2, \dots, n$
$n$	=	Número de ejemplares en la muestra.	
$W_g$	=	Peso de la gónada	
$W$	=	Peso eviscerado	
$\hat{IGS}$	=	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 (ver punto 1.4, Determinación tamaño de muestra). 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 en 22 lances de 1.058 machos y de 663 hembras el índice de error de la proporción de estados de madurez sería menor al 10% en machos y hembras, respectivamente.

#### **4.5.4 Estimación de la ojiva de madurez**

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 análisis tiene dos procedimientos, los que son secuenciales. Primero está el ajuste de un modelo para la probabilidad de madurez sexual ( $P$ ) dependiente de la talla/edad del pez y luego está la estimación 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 metodología que se plantea en este estudio es la publicada por esos autores.

Los datos corresponden a la talla/edad de madurez, el que se asume toma sólo dos valores: maduro o inmaduro. La variable predictora es continua y la variable respuesta es dicotómica. 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 ( $l$ ),  $\alpha$ ,  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son parámetros a estimar de asíntota, posición y pendiente, respectivamente. Los estimados son elegidos, dado un conjunto de datos, desde el punto en el cual el producto de las probabilidades binomiales de todos los datos (la verosimilitud del modelo) es un máximo, o más convenientemente desde el punto en el cual el negativo del logaritmo de la función de verosimilitud del modelo es un mínimo.

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

Donde  $h$  es el número de individuos maduros,  $n$  es el tamaño de muestra y la sumatoria es a través de todas las longitudes. Dada la naturaleza no lineal de las ecuaciones normales, el mínimo es encontrado mediante un algoritmo iterativo. Los parámetros estimados al minimizar la ecuación (2) son estimadores de máxima verosimilitud (EMV) (Welch y Foucher, 1988).

Los resultados de los ajustes el modelo son un vector de parámetros 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  $\alpha$  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  $\beta_0$  y  $\beta_1$  y ellos son usados para calcular  $l_{50}$  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 (ver pto 1.4. Determinación de tamaño de muestra).

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  $\mu$ 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.

Se seleccionaron microscópicamente sólo ovarios en desarrollo avanzado sin evidencia de desove (folículos postovulatorios) ni atresia masiva, que garantizaban el grupo modal de ovocitos claramente identificable. El número de ovocitos vitelados avanzados en la submuestra se utilizó para la estimación del número total de ovocitos a ser desovados (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  $\nu$  del ovario de la hembra j.
- $W_{j\nu}$  = Peso de la submuestra  $\nu$  del ovario de la hembra j.
- $PG_j$  = Peso del ovario de la hembra j.
- $\nu$  = 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  $i$ ,  $\alpha$  y  $\beta$  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 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:

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

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

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 cubricados 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 & Stephenson, 1975).

Ambos métodos requieren la construcción de una matriz de similaridad, 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 (**BC**; Bray & 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<sub>ij</sub>** es la abundancia relativa de la especie “i” en la macro zona “j” rango batimétrico “k” y **X<sub>ik</sub>** 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<sub>B</sub>** corresponde al promedio de los rangos de similitud de todos los pares de replicas en las distintas macro zonas y **r<sub>W</sub>** 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 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, lances de pesca y navegaciones realizadas 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 SA, 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 ( $\text{Área}$ ) 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 ( $Denst$ ) de las mismas referidas en unidades de  $s_A$  por área ( $s_A/m^2$ ), determinadas de acuerdo a:

$$s_A = 4 * \pi * (1852)^2 * 10^{\frac{Sv_{prom}}{10}} * \text{Altura media}$$

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

$$Denst = s_A / \text{Área}$$

#### 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 una logaritmización a los datos que no presentaban una distribución normal. Lo anterior fue testado mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra, la cual compara la función de distribución acumulada observada de una variable con una distribución teórica determinada (la normal en este caso). La Z de

Kolmogorov-Smirnov se calcula a partir de la diferencia mayor (en valor absoluto) entre las funciones de distribución acumuladas teórica y observada. Esta prueba de bondad de ajuste contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución normal. Las variables que aún no presentaban una distribución normal fueron analizadas mediante el test de Krustal Wallis para distribuciones no normales.

Posterior a la normalización, 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 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**

Los estómagos de *Micromesistius australis* fueron obtenidos entre el 18 y 29 de agosto de 2013. La campaña para la merluza de tres aletas comprendió el área entre los 46° 45'S y los 50° 53'S, zona que se subdividió en tres grandes zonas, a) Taitao (ca. 46° 45' S – 47° 20' S), b) Golfo de Penas - Ladrillero (ca. 47° 29' S – 48° 54' S) y c) Trinidad-Concepción (ca. 49° 06' S – 50° 31' S). 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 de las muestras se realizó en el laboratorio de Biología Marina de la Universidad Andrés Bello en Santiago. Allí cada estómago se analizó individualmente. Cada estómago 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 taxón 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 (1974) para peces mictófidios, Cohen *et al.*, (1990) para peces Gadiformes y Nakamura (1986), Retamal (2000) y Palma y Kaiser (1993) 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.

Los especímenes de merluzas de tres aletas estudiadas se separaron en diferentes clases de tallas, de acuerdo a las bases de datos entregadas, y se agruparon de la siguiente forma: Clase I ( $\leq 39$  cm), Clase II (40 - 49 cm) y Clase III ( $\geq 50$  cm). Los valores del recorrido de dicho análisis se obtuvieron por aproximación al histograma producido por el software Past (Hammer *et al.*, 2001).

#### 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  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Con el objeto de estimar si el número de estómagos es el adecuado para realizar el análisis se generó una curva de diversidad trófica, siguiendo lo propuesto por Ferry & Calliet (1996), Cortes (1997) y Gelsleichter *et al.*, (1999), la cual grafica el número de estómagos analizados versus el número de especies presas acumuladas. Se consideran los restos de organismos de peces, crustáceos y otros. La utilización de estas curvas tróficas, asume que, cuando la curva alcanza la asíntota, la dieta estaría bien caracterizada con ese número total de estómagos, ya que nuevas especies presas serían cada vez menos frecuentes. A este respecto, Gartland (2002) señala que si todos los animales que son sustrato de análisis fueron capturados en el mismo lugar, la asíntota se produciría más rápido, en cambio si los individuos son recolectados en diferentes lugares, requerirá un

número mayor de estómagos y la asíntota se generará más lentamente, sin embargo, esta última proveería una mejor representación de la dieta de la especie (Cortes, 1997; Gelsleichther *et al.*, 1999).

Para conocer si existen diferencias significativas entre los sexos analizados se utilizó el estadístico U de Mann-Whitney con el software Past (Hammer *et al.*, 2001).

## 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 29 de julio del 2013 en Valparaíso. Los resultados obtenidos para la frecuencia de 38 kHz se entregan en la **Tabla 4**. La nueva ganancia se estimó en 26,9 dB.

#### 5.1.1 Lances de pesca

Se realizó un total de 24 lances de identificación en el crucero 2, más los últimos 3 lances incorporados del crucero 1 (denominados c1-23, c1-24 y c1-25), en los cuales, dada la importante 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 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**

A fin de explorar el borde norte del área de estudio, y dada la presencia importante de merluza de tres aletas en los últimos tres lances del crucero 1, la prospección se inició en el 46°40' LS' (20 millas al norte del 47°00' LS) realizándose una grilla fina con transectas separadas cada 2,5 mn hasta el 47°00' LS (8 transectas extra), iniciándose la prospección el 18 de agosto y finalizando en el 51°00' LS el 27 de agosto. Durante la prospección hacia el sur se observó una segunda concentración del recurso entre el 48°10' LS y 48°25' LS, realizándose un segundo grillado fino de 2,5 mn (6 transectas), pero las concentraciones no resultaron con altos valores de  $s_A$ . Dado que en el avance hacia el sur no se detectaron grandes concentraciones de merluza de tres aletas, se decidió acelerar el recorrido en la etapa final del área de estudio hasta el 51°00' LS, volviendo posteriormente a la zona norte del área de estudio, donde se habían detectado las mayores concentraciones, las que, aun cuando no presentaban altas densidades, fueron las mejores del crucero en su etapa "normal", lo que resultó en que al volver, el recurso se encontró altamente concentrado para el desove

La re-prospección se realizó entre las latitudes 46°45' S y el 47°20' S cubriendo el foco principal de desove, los puntos latitudinales de inicio y término de la reprospección se determinaron de acuerdo a la presencia del recurso, teniendo cuidado de comenzar la reprospección antes del foco de concentración y

finalizarla cuando no se encontrara mas recurso. Esta reprospección fue realizada entre el 28 y 29 de agosto, situación muy similar a la del 2012.

### 5.2.2 Validación de la estructura de tallas

El análisis exploratorio de la distribución de frecuencia de tallas por lance, dio cuenta de sectores con diferentes distribuciones de tallas; al agrupar los lances separados según la tendencia y aplicar el test de DHG, éste arrojó la existencia de 4 áreas o sectores en que se podría separar la muestra; el primero, que incorpora la zona prospectada al norte del 47°00 (46°40'S-47°10'S), un segundo grupo de peces mas grandes ubicada en una pequeña área entre el 47°10'S y 47°35'S, una tercera zona que involucra todos los lances entre las latitudes 47°35'S y 51°00'S y por ultimo la zona de reprospección que abarcó desde el 46°45' hasta el 47°20'S.

Los resultados del test DHG para las 4 zonas (**Tabla 6**) indican que efectivamente existen diferencias entre los 4 grupos con un % de aprobación igual a cero, luego al realizar los test separados para cada zona en particular, este entregó valores de aprobación de similitud en las distribuciones de frecuencia del 83% para la zona 1, 100% para la zona 2, 86% para la zona 3 y del 75% para la zona de retrospección, denominada zona R (**Tablas 7, 8, 9 y 10**).

Dados los resultados del test y considerando las posiciones geográficas de los lances se diferencio el área de prospección total en 3 zonas (Zona 1, 2 y 3) más la zona de re-prospección (Zona R, que se superpone a la Zona 1 y zona 2), determinadas de acuerdo a las siguientes latitudes:

Zona	Latitud	Área	Lances
<b>1</b>	46°40' LS - 47°10' LS	253,4 mn <sup>2</sup>	c1-23, c1-24, c1-25, 1, 2 y 3
<b>2</b>	47°10' LS - 47°37,5' LS	176,6 mn <sup>2</sup>	4 y 5
<b>3</b>	47°37,5 LS - 51°00' LS	1.656,9 mn <sup>2</sup>	6 al 20
<b>R</b>	46°45' LS - 47°20' LS	270,6 mn <sup>2</sup>	21-22-23 y 24

### 5.2.3 Biomasa y abundancia

Los estimados se realizaron sobre las tres zonas mas la zona de re-prospección, entregándose los resultados para el total de las zonas 1, 2 y 3 (crucero operación normal) y la zona de re-prospección (Zona R) por separado.

Los resultados muestran que durante la operación normal del crucero (zonas 1, 2 y 3) se obtuvo una abundancia que varió entre 76,1 y 76,9 millones de ejemplares según el método aplicado, siendo el mayor con el método de Bootstrap (**Tabla 11**) con CV que variaron entre 12,1% y 9,8%.

La biomasa total en la prospección normal varió entre 43.163 y 43.523 toneladas y al igual que en el caso anterior el mayor valor se obtuvo con el método Bootstrap. Los valores de CV variaron entre 8,5% y 10,5% (**Tabla 11**).

Al considerar solamente la zona de re-prospección los resultados cambian, reflejando una mayor concentración del recurso en esta área. La abundancia en la Zona R varió entre 83,3 y 89,8 millones de individuos según el método empleado, el mayor se obtuvo mediante Bootstrap (**Tabla 12**) pero el menor CV se obtuvo con el método Geoestadístico con un 19,6%.

La biomasa en la Zona R varió entre 47.995 y 51.731 toneladas, al igual que en la abundancia el mayor valor se obtuvo mediante Bootstrap y el menor CV con el método Geoestadístico e igual a 19,6% (**Tabla 12**).

La **Tabla 13** entrega los resultados obtenidos con el método Geoestadístico de abundancia y biomasa estimados para cada zona por separado, junto al total para las zonas 1, 2 y 3 y la combinación de la zona R mas la zona 3.

De acuerdo a la **Tabla 13** y considerando que, en primer lugar, la zona R se superpone a la zona 1 y zona 2, y en segundo lugar, que la variabilidad espacio temporal producida entre la realización de ambas prospecciones dado el tiempo entre ellas (10 días), lo que provocaría que al momento de la repospección se hayan incorporado peces al foco de desove, es que se considera pertinente reemplazar (y no sumar) los valores obtenidos en la zona 1 y zona 2 por el estimado obtenido en la zona R. A su vez los valores obtenidos en la zona 3 y considerando que las distribuciones de talla reflejaban una estructura de tamaño menor a los obtenidos en la zona R es que se considera pertinente sumar ambas estimaciones (zona R mas zona 3) como un estimado preliminar de la Biomasa total de merluza de tres aletas, resultando la cantidad de 60.941 toneladas con un intervalo de confianza que abarca desde las 45.092 a 76.789 toneladas (CV=15,8%) y una Abundancia preliminar de 107,38 millones de individuos con un intervalo de confianza que abarca entre los 74,72 y 140,03 millones de individuos (CV=18,4%).

Como corolario al reemplazo de las biomasas de las zonas 1 y 2 por el estimado de la zona R, al realizar el test DHG comparando las distribuciones de frecuencia de la zona 1, zona 2 y zona R (**Tabla 14**), éste acepta ( $\chi^2$  crítico 50%), en un primer grupo a todos los lances de la zona 1 mas el 25% de los lances de la zona R y rechaza al resto de lances de la zona R (75%) junto con los lances de la zona 2, es decir en ningún caso agrupa los lances de las zonas 1 y 2, sino que los separa y distribuye los lances de la zona R en zona de rechazo y aceptación, implicando que la zona R estaría representando ambas zonas en su distribución de frecuencia.

Respecto a la superposición de zonas, considerando la suma de las áreas de las zonas 1 y 2 comparada con la zona R, se debe consignar que la zona R abarca menos área que las zonas 1 y 2, estas zonas contiguas abarcan desde la latitud 46°45'S (límite norte zona 1) hasta la latitud 47°37,5'S (límite sur zona 2) y la zona R abarca desde el 46°45'LS hasta el 47°20'LS. Esto ocurre debido a que la zona R se prospectó donde se detectó el foco de desove, ampliando este sector hacia el norte y hacia el sur hasta donde dejó de evidenciar su presencia y tomando una holgura de al menos 5 mn por lado norte y 10 mn por el lado sur, por lo que siendo consecuente con la premisa del reemplazo efectuado en la eco-prospección, se asume que el recurso presente en las zonas 1 y 2 se traslado y concentró en el foco de desove en la zona R.

La **Tabla 15** entrega los valores de la densidad media ( $s_A$ ) por zona y por método, se debe destacar que los promedios estimados mediante Hansen y geoestadístico son iguales debido a que por ser el número de datos (por zona) mayor a 200 el estimador se calcula mediante el promedio aritmético de los datos, no así sus estimaciones de varianza (Petitgas, 1993). Saavedra *et al* 2006, realiza una comparación entre estimaciones de biomasa del área total con un estimador de razón calculado con media simple y otro estimado de biomasa separando en zonas y obteniendo el estimador de razón mediante kriging, la diferencia entre los estimados de biomasa fue menor al 1%.

Los resultados de la Abundancia y la Biomasa a la talla, obtenidos mediante método Geoestadístico, por Zona y combinados de acuerdo a la **Tabla 13**, se entregan desde la **Tabla 16** a la **Tabla 21**.

Las gráficas de las distribuciones de frecuencia de la Abundancia de las Zonas 1, 2, 3, 1+2+3, Zona R y Zona R + 3 se entregan desde la **Fig. 5** a la **Fig. 10**.

En la estimación de la abundancia, se empleó la información de distribución de frecuencia de tallas de las captura y las relaciones peso-longitud (**Tabla 2**) obtenidas durante el crucero de prospección.

## **5.2.4 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas**

### **5.2.4.1 Distribución recurso en el área de estudio**

De acuerdo al análisis anterior se tienen dos escenarios probables, el primero durante la prospección normal en que se prospectó las zonas 1, 2 y 3 sumando un área total de 2.086,9 mn<sup>2</sup> y el segundo, el recomendado, en que se prospectó la zona R mas la zona 3, abarcando un área total de 1.927,5 mn<sup>2</sup>.

En el primer caso el centro de gravedad (CG), se ubica al norte del área en los 47°16'LS, el mapa de distribución del recurso en este escenario se entrega en la **Fig. 10**, observándose una pequeña concentración principal al norte del área (zona 1) y la que provoca que el CG se ubique en esa posición. En el segundo caso se observa un aumento de la concentración del recurso en la zona mas al norte, zona que consideró la retrospección (**Fig. 11**), generando que el CG en este caso se ubique mas al norte aun, en la latitud 47°09'S, como se nombró anteriormente, este escenario se considera como la condición mas probable para considerar los estimados de biomasa y abundancia. El año anterior la situación fue muy similar, observándose un desfase temporal cercano a los diez días en la fecha de máxima concentración del recurso, resultando también un CG ubicado muy al norte del área de estudio en la latitud 47°14' LS. Los últimos tres años los CG se han ubicado siempre al norte del área, con el CG del 2011 en la latitud 47°19'S. El año 2010 no se realizó crucero, el año 2009 el CG se ubicó en los 48°06'LS, también mas al norte que los años anteriores 2008 y 2007 donde el CG

se ubicó en la latitud 48°38'S y 48°24'S, respectivamente. El año 2006 se ubicó en la latitud 49°15'S, mientras que el 2005 el CG de la distribución estuvo centrado en la latitud 48°46'S. El año 2004 el recurso se encontró ubicado mas al sur (CG 50°10'S) y el año 2003 el CG se localizó en la latitud 47°45'S. Los años 2002 y 2001 el centro de gravedad de las distribuciones se ubicó en la zona central y sur del área de estudio, en las latitudes 48°27'S y 49°42'S respectivamente.

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 dos años anteriores (0,98 y 0,99) y al 2009 (0,98), con un valor de 0,88 el 2008 y de 0,96 el 2001 reflejando la conducta de esta especie en desove, ejemplares muy agregados en una estrecha área. Las curvas de Lorenz confirman lo anterior (**Fig. 13**), resaltando el presente resultado con la distribución más gregaria de la serie junto al 2012 y 2011. 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 185 y 400 metros de profundidad alcanzando un valor promedio de 278 metros.

#### **5.4.2.2 Caracterización espacial de la densidad acústica de merluza de tres aletas**

La caracterización espacial de merluza se desarrolló dada las necesidades distribucionales de los datos siguiendo dos líneas, una es el modelamiento a través de geoestadística clásica y la otra es geoestadística modelo-basado. Las

densidades acústicas fueron transformadas a una variable dicotómica con distribución binomial y por otra, se tomaron los valores positivos para aproximar mediante box-cox una distribución de tipo Gaussiana.

La continuidad espacial de merluza de tres aletas se estudio en 4 polígonos los que representan subáreas de distribución del recurso en la zona de estudio. Los variogramas fueron estimados con una amplitud de lag igual a la distancia entre muestras (0,5 mn ~ 926 m). Las coordenadas geográficas fueron transformadas a cartesianas mediante proyección UTM como coordenadas métricas Easting en el eje "X" y Northing en el "Y".

Bajo el análisis gaussiano, los variogramas estimados para las densidades de merluza mostraron que los registros positivos estaban espacialmente correlacionados en las cuatro zonas de estudio (**Tabla 23**), detectando a su vez anisotropía de tipo zonal en todos los polígonos. En cada caso se ajustó un modelo de tipo esférico en los ejes de mayor continuidad espacial. La dirección de mayor continuidad en las zonas 1, 2 y 3 se fijó en el sentido Este (90°) y Noreste (N45°E) en la zona R (**Fig. 14**).

La zona de influencia y máxima correlación analizada para los registros positivos durante el crucero varió entre 3.316 y 5.471 m, siendo mayor en las zonas 2 y R y menor en la zona 1 (**Tabla 23**). En tanto, la intensidad del patrón espacial tuvo una varianza estructural según el modelo teórico del 100% en la mayoría de las zonas variando hasta un 95% en la zona 3, de modo que la variabilidad de microescala tuvo un débil aporte sino nulo (**Fig. 14**). El índice GOF fue cercano a cero en todos los ajustes indicando un buen ajuste entre el modelo y los datos muestrales con valores entre 0,014 y 0,1.



En el caso binomial se aplicó el Lorelograma como función variante del variograma para describir la correlación espacial de los datos de presencia/ausencia de merluza de tres aletas. El análisis estratificado por zona evidencia ausencia de correlación espacial en las zonas 1 y 2, no así en las zonas 3 y R (**Tabla 23**). Para caracterizar espacialmente los datos y ajustar un modelo teórico a la función de correlación se aplicó la función de covarianza, la cual se define positivamente, como aproximación a un ajuste teórico.

Los Lorelogramas isotrópicos de ausencia/presencia de merluza se ajustaron a un modelo común de tipo exponencial, una vez comprobado otros modelos (esférico y gaussiano) mediante índice GOF con mínimos valores. Los parámetros del modelamiento describen un patrón de intensidad del 100% con un sill de 0,2 en la zona 3 y 3,3 en la zona R, en ningún caso las estructuras espaciales calculadas se vincularon con una variabilidad de microescala. El log Odds ratio disminuye en función de la distancia hasta alcanzar una estabilización relativa, distancia o rango de máxima continuidad espacial que en la zona 3 fue de 30 y 5 km en la zona R (**Fig. 15**), esto indica el punto de mínima probabilidad de presencia del recurso, distancia que fue mayor en la zona 3 dada la mayor amplitud del área prospectada (**Tabla 23**). Las estructuras espaciales mostraron un índice GOF en torno a 0,6 (**Tabla 23**), umbral máximo de aceptación.

### 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 timming, realizando el crucero en el período y zona de mayor agregación del recurso e incorporando una repospección 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 consideran 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 R + zona 3) de 60.200 t aproximadamente, con un coeficiente de variación de un 26% y un intervalo de confianza que fluctuó entre 29.796 y 90.640 t. La **Tabla 24** entrega los estimados de biomasa mediante el método simulación de Montecarlo para las cuatro zonas analizadas.

### **5.3 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 2.162 individuos, con 1.392 machos y 770 hembras. 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 tres últimos lances de pesca de identificación del Crucero 1 de investigación de merluza del sur y merluza de cola, junto con los 24 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 R y Zona 3, cuya distribución fue principalmente de ejemplares adultos (**Fig. 16**), con escasa presencia de juveniles (0,1% <35 cm), registrando una talla promedio total de 48 cm y un leve predominio de las hembras de 51% respecto de los machos (49%). Esta composición de tallas de merluza de tres aletas registró básicamente tres modas principales adultas

(**Fig. 16**), una moda principal entre 36-47 cm, otra moda secundaria de tallas mayores entre 48-57 cm y una tercera moda de menor magnitud entre los 60-65 cm (**Fig. 16**). En el caso de las hembras, presentaron una distribución de talla desplazada a la derecha y con mayor talla promedio (51 cm) respecto de los machos (45 cm, **Fig. 16**).

En general, la moda principal de ejemplares de tallas adultas entre los 36 y 47 cm fue registrada en toda el área de estudio, según fue observada para la Zona 1, Zona 2, Zona 3 y Zona R (**Fig. 17**). En el caso de la Zona R correspondería al área y período de mayor concentración del recurso identificada durante el estudio, entre el 21 al 24 de agosto y entre las latitudes 46°45'-47°20' LS, la cual registró la mayor proporción hembras (53%).

La composición de talla de la Zona R + Zona 3 respecto de la composición de talla registrada para toda el área y período de estudio registraron una gran similitud con las tres modas adultas anteriormente descritas, como se muestra en la **Fig. 18**; no obstante, se diferencian principalmente en la proporción sexual, que en el caso de la Zona R + 3 predominan las hembras (51%) y en el caso del área total predominan los machos (56%).

Las estructuras de tallas registradas se concentraron en las áreas de mayor captura del recurso entre el área Taitao y el área G. Penas-Ladrillero como se entrega en la **Fig. 19**, siendo relevante la presencia en el área de la moda adulta joven entre los 36 y 47 cm, y la baja presencia de ejemplares adultos de mayor tamaño, como las modas entre los 48-57 cm y la moda entre los 60-65 cm. Luego, fue posible observar que no se registró un gradiente latitudinal en las estructuras de tallas, dada la alta concentración del recurso al norte del paralelo 47°30' L.S.

En sentido batimétrico, la moda principal adulta entre 36-47 cm fue registrada en toda la columna del agua, tanto entre los 200-299 m y 300-399 m de profundidad (**Fig. 20**). Sin embargo, es posible observar que a mayor profundidad entre los 300-399 m incrementó la presencia de ejemplares adultos de mayor tamaño, superiores a 47 cm, siendo en este estrato la mayor presencia de hembras con 51% y una talla promedio de 48 cm. Lo anterior, mostraría una estratificación batimétrica de la fracción adulta, en sentido que a mayor profundidad incrementa la fracción adulta de mayor tamaño, pudiendo responder a un comportamiento directamente asociado al proceso de desove.

#### **5.3.1.3 Distribución de talla del crucero 2013 respecto de los cruceros de investigación anteriores en la zona de estudio**

Las estructuras de tallas de merluza de tres aletas del crucero 2013 fue analizada respecto de los resultados obtenidos en los nueve cruceros anteriores (**Fig. 21**), Lillo *et al.*, 2002, Córdova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2004 y 2005, Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012 y 2013), realizados para la misma área de estudio con similar metodología.

Como es habitual durante el período reproductivo de la especie, el área de estudio se caracterizó 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 distribución de talla de merluza de tres aletas en los primeros años de la serie con ~70%, ha tendido a bajar su proporción llegando al año 2013 a 37%, a lo cual se agrega el aumento en la presencia de adultos entre 35 y 49 cm (63%, **Fig. 21**). Teniendo presente que en los años 2012 y 2013 se ha registrado una mayor concentración del recurso por actividad reproductiva principalmente localizada al norte del área de estudio y hacia los últimos días del mes de agosto. Lo anterior,

viene a caracterizar al recurso bajo una condición de bajas biomásas y una escasa presencia de adultos sobre los 50 cm.

### 5.3.2 Estructura de edades del stock

La muestra de donde se extrajo el par de otolitos sagitta de merluza de tres aletas, estuvo compuesto por ejemplares cuyo rango de tallas fluctuaba entre los 21 y 66 cm de longitud total. Para el objetivo de estudio de la edad se colectó una muestra de 1.721 pares de otolitos (1.058 machos y 663 hembras). El muestreo para el estudio de edad es dirigido a obtener la mayor cobertura de las tallas presentes en las capturas.

Los lances de pesca realizados, su captura y el número de ejemplares que compuso el Muestreo de Longitud se presentan en la **Fig. 22**, en donde se puede apreciar el grado de muestreo. En catorce del total de lances con éxito de captura (22), se obtuvo muestreo de longitud por sobre los 100 ejemplares.

Una gráfica de la dispersión de las longitudes de los peces según los lances de pesca en que se efectuó Muestreo Biológico (comprende la extracción de otolitos), se presenta en la **Fig. 23**. En cada lance el 50% de los datos se muestra en la caja, en la que interiormente se representa con una línea el valor de la mediana. Los círculos vacíos y asteriscos representan valores marginales. Si la distribución de las tallas dentro del lance fuese simétrica, entonces la mediana aparecería centrada dentro de la caja de datos y bigotes.

Se aprecia en su composición interna (**Fig. 23**) que la fracción de machos usualmente se presenta con medianas y rangos menores de longitud que lo que se observa en hembras, siendo una condición típica de este recurso que presenta

dimorfismo sexual. En general, para machos se presenta la mediana en los 44 cm (rango 21-62 cm) y para hembras en 48cm (31-66cm). En sentido latitudinal, luego del Día-Lance 17-L23, que corresponde a la fase de inicio de la prospección, los muestreos/lances avanzan hacia el sur hasta llegar al Lance 18 (Lance 19 y 20 sin captura). Los lance 21 a 24 corresponden a un regreso a la zona inicial del área de interés.

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 (**Fig. 24**), que se caracterizó por presentar la moda principal en las clases de talla 42 cm y 44 cm en machos y hembras, respectivamente.

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](http://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.

### **5.3.3 Relaciones peso - longitud**

Las funciones peso-longitud (**Tabla 22**) producto de los muestreos biológicos específicos realizados en el área de operación presentan la dispersión de las variables que se muestra en la **Fig. 25**.

Si se compara las estimaciones que entregan las curvas teóricas que describen las funciones peso talla en los últimos 11 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. 26**), lo cual en tales años, es coincidente con la presencia de ejemplares que han pasado el proceso de desove recientemente.

En la Fig. anterior se puede apreciar que durante el crucero 2013 el recurso, en el caso de machos y hembras, presentó valores teóricos de peso a la talla inferiores a lo presentado para los años 2011-2012, pero 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 25 y 26**).

Dada las características especiales de dispersión en que se encontraba el recurso al momento de la prospección, la abundancia obtenida en el crucero se trabajó en base a zonas geográficas parciales. La abundancia del stock desovante año 2013, se estimó en base a la adición de lo registrado en la zona 3 (24.098.054 ejemplares) con lo estimado para la zona reproductada (zona1, 83.280.154 ejemplares), lo que indica una abundancia del stock de 107,4 millones de ejemplares.



Tanto en la zona 3 como en la zona 1 reprospectada, se obtuvo la abundancia separada por sexos empleando la proporción sexual macho: hembra que proporcionaban los muestreos asociados a cada zona.

La abundancia final del crucero separado por sexo se presenta en la (**Tablas 25 y 26**), en donde se aprecia que existió un 59% de machos (63.458.993 ejemplares) y un 41% de hembras (43.919.216 ejemplares).

La estructura de edad está compuesta por numerosos grupos etarios destacándose en machos y hembras, un fuerte componente de ejemplares adultos jóvenes representados por la moda principal en los **GE V-VI**. En machos el 66% de la abundancia la conforman estos dos grupos de edad cuyos aportes individuales corresponden a un 43,8% en el GEV y un 22,6% en el GE VI (**Tabla 25**).

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, los grupos de edades V-VI corresponden a un 35%, con un 15,2% el GEV y 19,4% el GE VI y se presentan en el desove con relativa importancia hasta el GE XIII y posterior a ello su presencia es muy reducida ( $\leq 3\%$  por GE).

En general, para la época de desove en 2013 se encontró que la estructura de la abundancia está constituida en el caso de machos en un  $\approx 80\%$  por los GE IV hasta GE VII y en caso de las hembras similar porcentaje los comprenden los grupos de mayor relevancia que corresponden desde GEIV a GEXIII.

En machos los GE V-VI corresponden a talla promedio 42-43 cm y las hembras de estos mismos grupos tienen en promedio 43-45 cm (**Tablas 25 y 26**). Estos

grupos modales tienen pesos promedios entre los 400-500g aproximadamente, registrándose en el GEV 396g y 459g en machos y hembras respectivamente y en el GE VI se presenta 457g y 516g.

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 25 y 26**).

La estimación de abundancia de merluza de tres aletas durante el presente estudio (107,4 millones de ejemplares) es 17% inferior a los obtenido en el año 2012 (128,7 millones de ejemplares) y la biomasa estimada de 60.940 t fue un 31% inferior a la del año 2012 (87.759 t) lo que indica estar ante un componente de individuos de menor tamaño en general.

Se presenta en la **Tabla 27** 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 de modales más relevantes (>5%) este coeficiente alcanza valores entre 0,19-0,24.

### 5.3.5 Serie histórica

Las estructuras de edades de las abundancias registradas en los Cruceros de Investigación 2001-2013 se presentan en la **Fig. 27**, en porcentaje (**Fig. 27A**) y en número de individuos (**Fig. 27B**). A modo de referencia se incluyó también la estructura que constituye la remoción que corresponde a la pesquería anual

(período 2001 y 2012), que actúa preferentemente en el segundo semestre del año, considerando ambos sexos en común (Ojeda *et al.*, 2012).

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 se sigue secuencialmente su traspaso de año en año (**Fig. 27A**).

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 o 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 cruce de investigación.

La estructura por GE de la abundancia al momento del cruce de evaluación del stock desovante, presentó en los primeros años de esta serie, una característica particular en los peces nacidos en la clase anual 1998 (**ca98**), en donde se aprecia su evolución desde el 2001 al 2006, destacándose en 2001 como GEIII, y en los años sucesivos como GEIV, GEV, GEVI, GEVII y como moda muy relevante en GE VIII en 2006.

Se observa que en los años 2001-2002-2003 y 2005, 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 GEX (clase anual 1998), representando un 10% de la abundancia (**Fig. 27A**) 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 (GEV, **Fig. 27B**). 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 marcas características de composición a partir de adultos jóvenes, presentando el GE III (**ca08**) como moda principal y el GEVIII 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 GEV en 2013, 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 e intensificada en 2013.

En la **Fig. 28** se muestra la estructura demográfica separada por sexo de la serie de doce 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 2013, la estructura de tallas se presentó fuertemente conformada por peces menores a 50 cm.

La **Fig. 28** 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. 27 y 28**), 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 **Fig. 29**, 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 presente, 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 en que se presentó con relación 1:0,3, lo que señaló a las hembras en notable menor abundancia en el período de desove.

La información que entrega del medio 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 **Fig. 30** se presenta una secuencia histórica de fluctuación de las edades medias de machos y de hembras para la época de en 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  $\approx 8$  y  $\approx 9$  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 se estaba 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 presenta a su vez una edad media de  $\approx 9$  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  $\approx 11$  y para hembras de  $\approx 14$ , en cambio antes del 2006 su diferencia era de aproximadamente 1 año.
- Las edades medias en ambos sexos descienden aceleradamente, presentándose en el presente una edad media de  $\approx 5$  y 6 años en machos y hembras respectivamente.



En la **Fig. 31** 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 aprecia 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 2007 la abundancia de machos sube y la de hembras baja y esto se continúa en 2009 en que la abundancia de machos sube aun más marcadamente y la de hembras se mantiene similar al año anterior.

El último trienio se caracteriza por abundancia por sexo descendentes 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 36,0–36,5cm 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 97% en machos y 98% 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 seis últimos años en que se realizó crucero de investigación en la zona (**Fig. 32**). 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 **GEXXIII**, 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 (GEIV a GEVI) presentan elevada abundancia y son los que principalmente aportarán a la descendencia.

La hembra de menor edad que se encontraba en estado maduro pertenecía a **GEIII**, presentándose ejemplares en la zona de desove hasta **GEXXIV**, lo que brinda 22 clases anuales que participan del proceso reproductivo, en donde las edades con mayor abundancia de peces están concentradas en moda principal en los GEV -VII, presentado a su vez una moda secundaria en GEXII.

En la serie histórica que se presenta en la **Fig. 32**, la fracción de machos maduros (FMM) en un 50% fluctuó desde grupo de edad 2,3 hasta 3,7 años presentando en el crucero 2013 GE<sub>50%</sub> en 2,5 años (**Tabla 28**).

Las hembras en cambio, alcanzan su madurez (50%, FHM) a edades mayores que los machos, observándose entre 2,9 hasta 4,7 años y registrando en 2013 GE<sub>50%</sub> en 3,2 años (**Tabla 28**).

Para el año 2013, según sexo, los GE<sub>50%</sub> indicados precedentemente de 2,5 en machos y 3,2 en hembras equivalen a talla media de  $\approx 34$ -35 cm, valores obtenidos en base a la estructura etaria presentada en la **Tabla 25 y 26**.

Para lo estudiado en el período de desove 2013, las fracciones de peces inmaduros corresponden a 2% de machos, correspondiente a ejemplares bajo el GE en que se manifiestan una FMM<sub>50%</sub> y un 0,5% de hembras bajo FHM<sub>50%</sub>.

Una vista conjunta de las curvas de edad - madurez para el período 2007-2013 se presenta en la **Fig. 33**. Se aprecia de forma gráfica el desplazamiento de GE<sub>50%</sub> 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<sub>50%</sub> no presenta 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 **Fig. 28**.

#### **5.3.8 Concordancia entre las estimaciones de madurez gonadal macroscópica y microscópica**

Dado que todo lo mencionado en ajustes de curvas edad versus madurez procede de observaciones macroscópicas de las gónadas, se presenta en esta sección un reporte del grado de concordancia que se tiene 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 que se realiza en el Laboratorio de la especialidad conducido por el investigador Eduardo Díaz R.

Se empleó la data histórica del período 2007 a 2012, para obtener tablas de doble entrada que permitiesen medir similitudes y diferencias, de donde se obtuvieron los resultados que se señalan en la **Tabla 29**.

Cada año arrojó que 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 permite 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 (Saavedra *et al.*, 2012) a la clasificación que se realiza en el trabajo de campo (macroscópica). Los  $GE_{50\%}$  estimados en base a madurez macroscópica versus edad, pudiesen 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 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**

Los indicadores reproductivos se sustentaron en el procesamiento de 1.721 ejemplares (machos: 1.058; hembras: 663) a partir de 22 lances de identificación, de los cuales, 636 ovarios fueron analizados microscópicamente a través del examen histológico. Los tamaños de los ejemplares fluctuaron, en machos, entre 21 y 62 cm y en hembras, entre 31 y 66 cm de longitud total (LT).

#### 5.4.1 Índice gonadosomático

El índice gonadosomático promedio de todos los ejemplares muestreados fue 12,0% (d.s. = 6,1) en los machos y 13,0% (d.s. = 6,5) en las hembras, mientras que el IGS para los ejemplares de tamaños mayores a 35 cm, los que se consideran sexualmente maduros (Saavedra *et al.*, 2009), fue 12,1% (d.s. = 6,1) y 13,1% (d.s. = 6,5) en machos y hembras, respectivamente, valores que no se vieron influenciados, en ambos sexos, por la escasa presencia de juveniles en la muestra (**Tabla 30; Fig. 34 y 35**). 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 componente parental (> 35 cm) por zonas del área de estudio fluctuó en los machos de 12,1% en Taitao y Golfo de Penas-Ladrillero a 13,1% en Trinidad-Concepción, mientras que en las hembras el IGS varió de 7,5% en Trinidad-Concepción a 15,0% en Taitao (**Tabla 30; Fig. 34 y 35**). El análisis de varianza teniendo como factor las zonas, señaló diferencias significativas entre las distribuciones del índice sólo en las hembras (KW = 58,48 ( $p < 0,0001$ )). El test Dunn indicó que la zona de Taitao varió significativamente de las otras zonas ( $p < 0,05$ ) (machos: KW = 0,4782).

En el factor latitudinal y batimétrico, los registros de IGS medio de merluza de tres aletas (> 35 cm) por grados de latitud y por estrato de profundidad (cada 50 m) mostraron que los machos se encontraron con actividad reproductiva en toda el área de prospección, entre los estratos 250 y 500 m (**Fig. 36**). Respecto a las hembras, se observaron con actividad reproductiva en toda la zona, con mayor distribución entre los estratos 250 y 500 m en el rango 46° - 48° S, mientras que en 49° y 50° S las hembras se encontraron entre 400 y 500 m, caracterizándose además por lances con bajo número de la especie (**Fig. 37**).

## 5.4.2 Análisis macroscópico

### 5.4.2.1 Estadios de madurez sexual (EMS)

La frecuencia de fases macroscópicas mostró en los machos un notorio predominio de gónadas en maduración (EMS III) con 89%, seguido de testículos maduros (EMS IV) con 9%, mientras que las fases de inmaduro (EMS II) y evacuados (EMS V) se presentaron con muy baja incidencia de 1% y 0,1%, respectivamente, sin observarse la fase virginal (EMS I) (**Tabla 31; Fig. 38**). El coeficiente de variación de la proporción de la fase más representada no superó el 2% (EMS III: 1%); en tanto, el CV excede el 8% en el resto de las fases que constituyen menor incidencia en la captura (EMS II: 25%; IV: 9; V: 100% (un ejemplar)).

En las hembras predominaron marcadamente las gónadas en maduración (EMS III) con 87%, respecto a ovarios en desove (EMS IV) con 11%, en regresión (EMS V) con 1% e inmaduros (EMS II) con 2%, sin observarse la fase virginal (EMS I) (**Tabla 31; Fig. 38**). El CV fue inferior a 2% para la proporción de la fase predominante en la captura (EMS II: 30%; III: 1%; IV: 8%; V: 44%).

Al agrupar las fases, 99% de los machos y 98% de las hembras presentaron actividad de desarrollo gonadal (EMS III+IV), de los cuales, 9% y 11% evidenciaron evacuación y desove activo, respectivamente. El análisis de los resultados señaló que una fracción mayoritaria de la merluza de tres aletas se encontró con actividad reproductiva, principalmente en fase de maduración avanzada.

### 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 hembras con actividad gonadal, predominando notoriamente la fase ovárica en madurez tardía (EMS III) con 82%, seguido de ovarios en desove (EMS IV) con 12% y con desove parcial (EMS V) (5%), mientras que las fases de desarrollo inicial (EMS I), de desovadas (EMS VI) y virginales presentaron una muy baja incidencia (**Tabla 32; Fig. 39**). El CV fue inferior a 2% para la proporción de la fase predominante en la captura (EMS I: 57%; EMS II: 50%; III: 1%; IV: 9%; V: 17%; VI: 100% (un ejemplar)). Al agrupar las fases, 99% de las hembras se encontró con actividad reproductiva (EMS II a V), de las cuales, 17% presentó indicios de desove (EMS IV y V).

La frecuencia de fases microscópicas mostró una fracción mayoritaria de hembras en fases de desarrollo gonadal, con prácticamente nula presencia de la fase de regresión (EMS VI) (0,2%), lo que señala que la merluza de tres aletas se encontró en condición reproductiva.

La incidencia de las fases ováricas predominantes en el factor latitudinal y batimétrico (**Fig. 40**) mostró que las hembras en maduración tardía (EMS III) se encontraron en todo el rango de distribución, a profundidades entre 350 y 450 m

en promedio, mientras que las hembras desovantes (EMS IV y V) se distribuyeron principalmente en aguas menos profundas entre 300 y 350 m en promedio.

La frecuencia de fases microscópicas por grupos de tamaños de las hembras (**Fig. 41**) mostró que en longitudes menores a 36 cm predominó la fase inmadura (EMS I) con 50%, disminuyendo esta condición en el estrato 36 – 40 cm con 6%. A partir del grupo 36 – 40 cm se observó mayor participación de fases indicadoras de actividad gonadal, sobresaliendo en todos los grupos de tamaños los ovarios en desarrollo avanzado (EMS III), seguido en menor incidencia por fases de desove (EMS IV y V). Al agrupar las fases, la actividad reproductiva incrementó de 50% en el grupo < 36 cm a sobre 90% a partir del grupo 36 – 40 cm.

En el factor espacial, el análisis de fases histológicas por zonas de: Taitao, Golfo de Penas – Ladrillero y Trinidad – Concepción (**Tabla 32; Fig. 42**) mostró en todas las zonas el predominio de hembras en fase ovárica de madurez tardía (EMS III), destacando que el menor aporte a la actividad de desove (EMS IV y V) se concentró principalmente en la zona de Taitao.

Del análisis microscópico de las fases ováricas se desprende que la merluza de tres aletas en el área evaluada se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, principalmente en fase de maduración tardía y con menor aporte al desove. La actividad ovárica se manifestó marcadamente a partir del grupo de tamaños 36 – 40 cm.



#### **5.4.3.3 Comparación entre el estimado macroscópico y microscópico de estadios de madurez sexual**

Si bien, tanto las determinaciones macroscópicas como microscópicas fueron concordantes en términos de identificar ovarios en desarrollo avanzado e hidratados, el análisis histológico es preferible dado que entrega certeza y precisión en la identificación de ovarios desovantes, mediante la presencia de folículos postovulatorios, así mismo de la incidencia de atresia ovocitaria, información necesaria al momento de seleccionar las hembras para el cálculo de fecundidad, evitando de esta manera la subestimación del parámetro. También permite discernir con precisión ovarios virginales de aquellos en regresión (inmaduros reincidentes) para el ajuste de ojiva de madurez.

#### **5.4.3.4 Variable índice gonadosomático con relación al EMS microscópico**

La distribución del IGS medio según la condición ovárica a nivel microscópico (**Fig. 43**) indicó valores que no alcanzaron el 5% en las fases I y II (inmaduro; desarrollo inicial), mientras que incrementó notoriamente a partir de la fase III (desarrollo tardío) (12%) con el máximo en la fase IV (hidratado) (24%). Iniciado los desoves parciales (EMS V) el indicador disminuye (13%), con el mínimo en la fase VI (desovada) (1%). En el estudio, el valor de IGS promedio de 13% en las hembras es concordante con el predominio de ovarios en fase III.

#### **5.4.4 Ojiva de madurez**

Los datos de madurez microscópicos no permitieron un ajuste robusto de la ojiva de madurez a la talla/edad, debido a que las hembras analizadas (636) que fluctuaron entre 31 y 66 cm LT estuvieron débilmente representadas en longitudes

bajo los 40 cm (grupo edad < 4), que comprende a la fracción de tamaños de transición a la madurez sexual (**Fig. 44**).

Los resultados observados a la talla indicaron la hembra madura más pequeña en los 32 cm y a partir de los 41 cm (tamaños más representados), el 100% de los ejemplares se encontró en condición de reproducirse (**Fig. 44**).

A modo referencial, se entrega un ajuste de madurez a la talla a partir de evaluaciones 2001 – 2013, con las implicancias propias que involucra el hecho de compilar distintos pulsos de agregaciones reproductivas. El ajuste se sustentó en 6.992 registros de madurez histológico, cuyas hembras presentaron tamaños entre 22 y 65 cm LT.

El modelo logístico para datos 2001 - 2013 indicó la talla media de madurez ( $L_{50\%}$ ) en 36,1 cm LT con un intervalo de confianza al 95% entre 35, 5 y 36,7 cm. Los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$  que describen la ecuación logística alcanzaron valores de -17,571 y 0,487, respectivamente (**Fig. 44**). En la **Fig. 45** y **Tabla 33** se presentan los estimados de madurez a la talla de las hembras a partir de campañas hidroacústicas en el periodo 2001 - 2013.

Para estimar la edad media de madurez se realizó la lectura de otolitos a prácticamente la totalidad de las hembras analizadas histológicamente (633). El rango de edad abarcó entre 2 y 24 años. El número de hembras por grupo de edad se muestra en la **Tabla 34**.

Los resultados indicaron que las hembras de GE menor a 4 años estuvieron débilmente representadas en los lances, observándose la hembra madura de menor edad en 2 años y desde el GE 5 años el 100% madura (**Tabla 34**).

Los datos no permitieron un ajuste robusto de la ojiva de madurez por la escasa proporción de hembras de GE inferior a 4 años, cuyo análisis señaló un valor de edad media de madurez ( $E_{50\%}$ ) de 2,3 años, con un límite superior de 3,1 años y un límite inferior con valor negativo que carece de sentido biológico (-0,4). Los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$  que describen la ecuación logística alcanzaron valores de -4,60137 y 1,9667, respectivamente (**Fig. 46**).

#### 5.4.5 Fecundidad

Para el cálculo de fecundidad total se seleccionaron microscópicamente 104 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  $\mu\text{m}$  (Lillo *et al.*, 2002).

Los resultados indicaron un potencial de fecundidad total promedio de 370.708 ovocitos (cv 50%), cifra 7% menor respecto a la estimada en la evaluación de 2012. La fecundidad fluctuó entre 68.064 ovocitos en una hembra de 45 cm (474 g) a 954.929 ovocitos en una hembra de 66 cm (1.885).

La fecundidad relativa promedio fue 403 ovocitos por gramo de peso corporal (menos el peso del ovario) (cv 25%), con una variación entre 144 y 620 ovocitos, valor que representó 12% menor respecto al promedio de 2012. La **Tabla 35** muestra los estimados de fecundidad total a partir de campañas hidroacústicas en el periodo 2001 - 2013.

La fecundidad total en función del peso corporal y la longitud total presentó un mejor ajuste al modelo potencial (**Tabla 36; Fig. 47 y 48**).

Entre los estimados de fecundidad total a partir de las prospecciones 2001 – 2013 se observaron diferencias significativas entre años ( $F_{\text{calculado}} = 18,9$ ;  $F_{\text{crítico}} = 1,80$  ( $P < 0,05$ )), pero al aplicar test de Tukey el estimado de 2013 no resultó significativamente distinto del año 2012 ( $p > 0,05$ ). Similarmente, la fecundidad relativa presentó variabilidad interanual significativa ( $F_{\text{calculado}} = 42,62$ ;  $F_{\text{crítico}} = 1,80$  ( $P < 0,05$ )), pero el promedio de 2013 no varió significativamente respecto al valor de 2012 ( $p > 0,05$ ).

### **5.5 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  $45^{\circ} 30'S - 47^{\circ} 29'S$ , zona golfo de Penas comprendida entre  $47^{\circ} 30'S - 48^{\circ} 59'S$ , zona Trinidad-Concepción comprendida entre  $49^{\circ} 00'S - 51^{\circ} 00'S$ , además de la zona de reprospección incluida este año, al igual que el año anterior, la que comprendió entre  $46^{\circ} 45'S - 47^{\circ} 20'S$ .

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 37**, junto con su nombre científico.

### 5.5.1 Proporción de captura

Durante el desarrollo del crucero de evaluación se realizaron un total de 24 lances de pesca de identificación, incluyéndose 3 lances más realizados en el crucero de evaluación de merluza de cola y del sur, sumando en total 27 lances analizados, de los cuales, 22 (81,5%) resultaron con captura positiva de merluza de tres aletas, mientras que merluza de cola y merluza del sur fueron capturadas en 22 (81,5%) y 23 (85,1%) lances de identificación, respectivamente. Para el área de estudio, la captura total estuvo compuesta por merluza de tres aletas (82,19%), merluza de cola (9,78%), merluza del sur (7,55%), mictófidos (0,42%), cojinoba (0,04%), jibia (0,01%) y congrio dorado (0,01%). (**Fig. 49**).

Considerando sólo la fauna acompañante, merluza de cola representa el 54,9%, seguida en importancia por merluza del sur con 42,4%, mictófidos con 2,4%, cojinoba 0,2%, jibia 0,08%, congrio dorado 0,07%.

#### a) Proporción de captura por zonas

Al separar la captura efectuada en cada una de las zonas en la que se divide el área de estudio (**Fig. 50**), se tiene que para la primera zona denominada Taitao, la principal especie capturada correspondió a merluza de tres aletas, con 72,1%, de la captura efectuada en la zona, le siguieron en importancia merluza del sur (14,3%), merluza de cola (13,5%) y cojinoba con solo un 0,1%.

Para la zona denominada golfo de Penas la riqueza de especies es mayor que en las otras áreas, siendo la especie más capturada merluza de tres aletas (63,1%), seguida en importancia por merluza de cola (17,7%), merluza del sur (16,7%), Mictófido (2,5%), congrio dorado (0,1%) y jibia (<0,1%).

Dentro de la zona Trinidad – Concepción, se observa que el 54,2% de la captura en la zona estuvo compuesta por merluza de cola, seguida por merluza del sur (31,2%), merluza de tres aletas (11,5%), y jibia (3,3%).

En la zona de repospección (zona R), se observa el valor más alto por zonas para merluza de tres aletas (94,1%), seguido por merluza de cola (5,0%), merluza del sur (0,8%). (**Fig. 50**).

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 luego la merluza del sur, siendo las especies cojinoba, congrio dorado, jibia y mictófidus, muy poco abundantes, con porcentajes menores al 5%, en las cuatro zonas. (**Fig. 51**).

#### **b) Proporción de captura por veril de profundidad**

Al realizar una separación de seis veriles de 50 m de profundidad cada uno, 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 marcadas diferencias entre ellos.

Donde el veril localizado entre los 100 m y 150 m de profundidad (veril 1), así como el veril contenido entre los 151 m y 200 m (veril 2), no mostraron datos. Es decir, todos los lances con muestras, se realizaron en profundidades mayores a 200 m.

En el veril 3 (201m – 250m), se observó que las tres especies de merluzas dominan el estrato, observándose principalmente merluza de cola (69,86%),

seguida por merluza de tres aletas (18,42%), merluza del sur (10,76%), y solo un 0,96% para Cojinoba.

En el veril 4 (251m – 300m), el estrato fue casi totalmente dominado por merluza de cola (92,24%), seguido muy por debajo por merluza del sur (4,40%), y merluza de tres aletas (3,36%).

En el veril 5 (301m – 350m), se observó un cambio notable respecto a los porcentajes en los dos veriles anteriores, donde la especie más representada es la merluza tres aletas (87,57%), seguida por la merluza del sur (7,07%), merluza de cola (4,84%), mictófido (0,50%) y cojinoba con un (0,02%).

En el veril 6 (351m >400m), se observaron porcentajes similares al veril anterior, merluza de tres aletas (71,35%), seguidas por merluza de cola (17,27%), merluza del sur (11,15%), jibia (0,12%), y congrio dorado (0,11%). (**Fig. 52**).

### **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 2013.

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 2001-2012), 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 2012 (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)

El resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados por crucero (**Fig. 53**), 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 baja captura de merluza de tres aletas, además del bajo aporte de otras especies, colectadas como fauna acompañante. El segundo grupo compuesto por los cruceros realizados, durante los años, 2004, 2009, 2011, 2012, y 2013 se caracterizan, por ser los cruceros con mayor riqueza de especies, y valores de capturas similares entre los recursos merluza de cola merluza del sur y merluza de tres aletas, destaca por sobretodo en este grupo, que los valores de capturas son más bajos que para el grupo tres, donde en los años 2001, 2002, 2005, 2006, 2007, y 2008, se presentan valores semejantes en todo el grupo, años en los cuales domina merluza de tres aletas por sobre el resto de especies, además de una clara disminución en la riqueza de especies respecto al grupo anterior.

A partir del análisis de ordenación (**Fig. 54**), 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, al contrario del grupo tres, donde la merluza de tres aletas aparece siendo la más abundante y más representativa de todas las especies observadas. En el grupo dos se destacan la presencia de reineta como una especie siempre presente en todos los años, y en un alto nivel de captura.

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. El resultado obtenido 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  $R = 0,177$  (*valor-p* < 0,099). 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. 55**), 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 caracteriza por presentar solamente merluza de cola, 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 el cual se identifica por contener casi exclusivamente merluza de cola, merluza de tres aletas y jibia. El tercer conglomerado, congrega a las zonas 1 de los años 2001, 2004 y

2005; caracterizado por la presencia de las tres especies de merluzas identificadas en este estudio, más la presencia de cojinobas y reineta. El cuarto grupo está conformado por 12 niveles, los cuales pertenecen en su mayoría a los años 2001, 2002, 2005, y 2006, este grupo destaca por la alta presencia de merluzas de cola y de tres aletas, además de la presencia constante de reineta, cojinoba y jibia. El quinto grupo contiene principalmente a las zonas 2, 3 de los años 2008, 2009, 2011, 2012 y 2013, este grupo posee la mayor riqueza de especies, de todos los grupos observados en este análisis, dentro del cual se mantiene dominado principalmente por las tres especies de merluzas observadas, además de brótula, cojinoba, congrio dorado, y reineta principalmente. El sexto y último grupo, se caracteriza por la presencia casi exclusiva de las tres especies de merluzas descritas, destacando 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. 56**), se comprueba la cercanía de las tres merluzas, estableciéndose como los componentes faunísticos principales en las tres zonas establecidas para todo el periodo analizado, otro grupo lo conforman las especies con alta presencia pero baja abundancia para toda la serie de años, (brótula, cojinoba, calamar, y tollo de cachos), mientras que las especies (jibia y reineta), se encuentran como entidades individuales. Se aprecia también un alto grado de correlación entre los cruceros analizados por zona, con las tres especies de merluza observadas las que se establecen como las especies principales, en toda el área de estudio (**Fig. 57**).

El análisis de similitud de una vía, obtenido a partir del resultado del análisis de clasificación, entrega un **R = 0,158** (*valor-p* = 0,023), evidenciando que las agrupaciones resultantes no presentan diferencias estadísticas significativas.

#### **5.5.4 Identificación de agrupaciones para la serie histórica, cruceros 2001-2012, analizada por veril**

El análisis de clasificación por conglomerados, realizado por año y veril (**Fig. 57**), muestra la presencia de seis grupos, con niveles de similitud superiores al 50%.

El primer grupo se compone 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 observa una alta participación de merluza de cola, y baja de merluza de tres aletas, el veril 1 de 2008, se encuentra separado del otro par, pues presenta 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 nos muestra 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. El quinto grupo, muestra principalmente la presencia de los años 2009, 2011, 2012, y 2013, donde se puede 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 el sexto y último grupo posee la mayor cantidad de variables, correspondientes a los años 2001, 2002, 2003, 2006, 2007, 2008, el cual 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.

En base al análisis de ordenación (**Fig. 58**), se mantiene la cercanía de las merluzas de cola y tres aletas, aunque si bien en la mayor parte de la serie de cruceros, aparecen como las más fuertes, este análisis por veril no asocia a la merluza del sur dentro del grupo más fuerte, que históricamente ha sido compuesto por las tres especies de merluzas. Se observa también otra agrupación no tan fuerte entre reineta y jibia, destacándose su presencia en los veriles de menor profundidad. Un tercer conglomerado lo forman las especies, cojinobas, congrio dorado, tollo de cachos, brótula y calamar, especies las cuales se asocian a veriles más profundos.

El análisis de similitud de una vía, obtenido a partir del resultado del análisis de clasificación, no evidencia diferencias estadísticas significativas, entre las agrupaciones resultantes, obteniéndose un **R = 0,151** (*valor-p* < 0,016).

## **5.6 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 38** donde se incluye 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 cuatro zonas en conjunto, detectándose un total de 70 agregaciones.

La **Tabla 39** entrega la misma información pero considerando solamente las agregaciones detectadas en la zona 3 y la zona R. En este caso el número de agregaciones detectadas baja a 55.

Considerando la **Tabla 39**, las agregaciones de merluza de tres aletas presentaron un largo promedio de 565 metros con un rango de variación, que fluctuó entre los 22 m y los 2.088 m (CV 0,90). El promedio del alto fue de 21 m, con un rango entre 7 y 114 m (CV 0,70). La relación de aspecto o elongación fluctuó entre 2 y 90 (CV 0,89) presentando un valor promedio de 30.

El perímetro presentó un promedio de 10.322 m (CV 1,16), mientras que el área de las agregaciones presentó 14.916 m<sup>2</sup> con un CV de 2,24. La dimensión fractal alcanzó un valor promedio de 1,63 reflejando, a diferencia el año anterior, una tendencia a formar agregaciones menos definidas en los bordes. El valor mínimo fue de 1,46 mientras que el máximo alcanzó el valor 1,87 (CV 0,06).

Batimétricamente las agregaciones se distribuyeron en profundidades entre los 169 y 446 m en la columna de agua (CV 0,16) presentando una profundidad promedio de 288 m. El fondo marino fluctuó entre los 213 y 974 m (CV 0,34) resultando en promedio 439 m. El Índice de altura, que permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo del mar, presentó un valor promedio de 29%, con valores que fluctuaron entre el 4 y el 70% del fondo (CV 0,58).

Los valores de energía acústica fluctuaron entre los 151 y 173.485 s<sub>A</sub> con un promedio de 4.330 s<sub>A</sub> (CV 5,37). La densidad acústica medida en s<sub>A</sub>/m<sup>2</sup>, varió entre 0,02 y 6,13 con promedio de 0,5 s<sub>A</sub>/m<sup>2</sup> (CV 1,99).

### 5.6.2 Descriptores según zona

A fin de analizar el comportamiento de los descriptores de acuerdo a la diferenciación de zonas detectadas en el área de estudio, se separaron las agregaciones de acuerdo a éstas, los resultados obtenidos se entregan en la **Tabla 40**. Se grafican los valores medios obtenidos con sus respectivos intervalos de confianza. El mayor número de agregaciones se ubicó en las zonas 3 y R con 34 y 21 detecciones, respectivamente, seguidas de la zona 1 con 10 y finalmente la zona 2 con 4 detecciones.

La **Tabla 41** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por zona. De acuerdo a ésta, el alto, la dimensión fractal, la profundidad de agregaciones y el descriptor de energía retrodispersada no presentarían diferencias significativas entre zonas, sin embargo se debe destacar que el valor promedio del descriptor de los  $s_A$  es mayor en la zona R, que en el resto de las zonas con 9.772  $s_A$  v/s 5.799  $s_A$  en zona 1, 1.236  $s_A$  en zona 2 y 969  $s_A$  en zona 3, 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 37.543  $s_A$  en la zona R.

Las agregaciones de la zona 1 presentaron los mayores valores promedio del largo, alto, elongación, perímetro y área, mientras que en la zona R se presentaron las de menor largo, menor relación de aspecto (elongación) y menor perímetro (**Fig. 59 y 60**). No se observan diferencias significativas en la profundidad de agregaciones entre zonas, aun cuando las agregaciones de la zona 3 presentan un mayor valor promedio (296 m) que el resto, y en la zona 1 se registró el mayor valor de profundidad del fondo promedio (**Fig. 61**).

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, como se nombró anteriormente, 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 3,84) el cual abarca los intervalos más pequeños de las otras áreas. Los valores de densidad también fueron notoriamente 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, pero no se encontraban suficientemente compactadas como en el pleno proceso de desova (**Fig. 62**).

### 5.6.3 Descriptores según rango de fondo

La **Tabla 42** 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 ocho agregaciones que se detectaron en fondos sobre los 699 m, alcanzándose un máximo de profundidad cercano a los 1.140 m. El mayor número de agregaciones se detecte en el rango de 300 m, seguido del rango de 400 m.

Los resultados del análisis de varianza según rangos de fondo, se entrega en la **Tabla 43**, en ésta se aprecia que el largo de agregaciones, el perímetro y las variables batimétricas profundidad de agregaciones e índice de altura presentaron diferencias significativas en los diferentes rangos de fondo, en el resto de los descriptores no se observaron diferencias estadísticas.

Los valores promedio del largo de agregaciones se mantienen en niveles similares hasta el rango de 400 m, posteriormente presenta su menor valor en el rango de 500 m y el mayor valor en el rango superior a 600 m, similar tendencia se observa en los valores del alto y elongación, con el mayor valor en el rango sobre 600 m y el menor valor en el rango de 500 m (**Fig. 63**). Las agregaciones de mayor tamaño reflejada en los valores de área y perímetro, se ubicaron en el rango sobre 600 m de fondo, mientras que la dimensión fractal no presenta diferencias entre rango de fondo (**Fig. 64**).

Los descriptores batimétricos presentan diferencias significativas según rango de fondo. La profundidad de agregaciones presenta su menor valor en el rango de 200 m, posteriormente aumenta ante aumentos en el rango de fondo, para mantenerse a partir del rango de 300 m de fondo hacia abajo en una profundidad cercana a los 300 m en la columna de agua. Lo anterior se refleja al observar el índice de altura (**Fig. 65**) en donde se aprecia que éste descriptor aumenta notoriamente a medida que aumenta el fondo a partir de los 300 m que es el rango donde las agregaciones se estabilizan en su profundidad en la columna de agua, indicando que las agregaciones se encuentran más distanciadas del fondo a mayores profundidades.

Los descriptores de energía  $s_A$  presentan su mayor valor promedio en el rango de 400 m de profundidad. La alta variabilidad registrada en el rango de 400 m respecto a los valores de energía y dada por la presencia de foco reproductivo en dicho rango de fondo genera un CV tan alto que permite la aceptación de la hipótesis de la no existencia de diferencias significativas en los  $s_A$  (**Fig. 66**).



#### 5.6.4 Resultados análisis componentes principales

En la **Tabla 38** se entregan los estadísticos de cada uno de los descriptores morfométricos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas.

La matriz de correlaciones presenta las asociaciones más fuertes ( $r > 0,70$ ) entre las variables: alto-área, fondo-índice de altura, largo-perímetro,  $s_A$ -alto, largo-área y largo-elongación, respectivamente (**Tabla 44**).

La **Tabla 45** 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 4 componentes cumplen la condición, explicando en conjunto el 85,9% de la variabilidad total. El componente 1 aporta con un valor propio de 4,1 explicando el 37,6% de la variabilidad total, mientras que el componente 2 aporta el 22,6% de la variabilidad (valor propio= 2,5). El componente 3 con valor propio de 1,7 aporta el 15,9% de la variabilidad total, el componente 4 aporta con el 9,7 % de la variabilidad (valor propio=1,1).

La **Tabla 46** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en ésta se observa que el largo, perímetro, área, alto y  $s_A$ , 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 mas 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, mientras que el cuarto componente agrupó a las agregaciones que se ubicaban a mayor profundidad en la columna de agua. La **Fig. 59** muestra la correlación de las variables con los dos primeros componentes.

### 5.6.5 Resultados serie histórica

La **Tabla 47** entrega los valores promedio para la serie histórica 2001-2013 (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 la mayoría de los descriptores presentó un pequeño aumento 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 más bajos de la serie, encontrándose por lo general todas las variables morfométricas por debajo de los valores promedios de la serie histórica 2001-2012 (**Fig. 68**).

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. Este año disminuyó la profundidad del fondo respecto al año anterior alcanzando los 439 m. La profundidad promedio de las agregaciones de merluza de tres aletas en la serie 2001-2013, 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 (**Fig. 68**).

Aun cuando este año se observó un incremento en el promedio de  $s_A$  de un 39% respecto al año anterior, el valor promedio de  $s_A$  este año es menor al promedio de la serie histórica en un 26%. El número de agregaciones aumentó respecto al año anterior (55 observaciones) pero muy por bajo al promedio observado en la serie (118 observaciones), implicando además en una baja en los estimados de abundancia y biomasa el último año respecto al anterior (**Fig. 68**).

#### **5.7 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 1251 estómagos para toda el área estudiada, de ellos solo 183 (14,6 %) estómagos presentaron contenidos mientras que 1068 (85,4 %) estaban vacíos.

La curva trófica obtenida al graficar el resultado de 183 estómagos (**Fig. 69**) que contienen presas y cuyos estados de digestión permitían identificarla, demuestra que esta cantidad es adecuada para realizar un análisis de la alimentación de la merluza de tres aletas, toda vez que la asíntota comienza a evidenciarse claramente a partir de los 150 estómagos, sin embargo se realizaron de igual manera los análisis alimenticios.

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

Para el área total, es decir, la comprendida desde Taitao hasta Trinidad-Concepción, la alimentación de *Micromesistius australis*, en términos de número se basa principalmente en los restos de peces de crustáceos y de peces con 38% y 35%, respectivamente, los restantes ítems alcanzan valores secundarios en importancia. En términos de frecuencia de aparición, los restos de crustáceos y de peces con 39% y 36% respectivamente, fueron las presas dominantes. De acuerdo a la importancia otorgada por el peso, los restos de peces fueron los más importantes con un 43%, seguido por los restos de crustáceos con 17%. El método de IIR (**Tabla 48**) reveló nuevamente que los restos de peces son los más importantes con 53,6% y los restos de crustáceos con 40,9%.

### 5.7.2 Alimentación de *Micromesistius australis* por sexo

#### a) Machos

Para el área estudiada los machos de *M. australis* (**Tabla 49**) se alimentan en número principalmente de restos de crustáceos con 38,3% y de restos de peces con 33,3%. En cuanto a la frecuencia de ocurrencia, para los machos de merluza de tres aletas, los restos de crustáceos y los restos de peces dominaron con 39,2% y 34,2%, respectivamente. En el caso del método por peso, nuevamente los restos de peces son el alimento más importante con un 36,3%, seguido de Mictófidios indeterminados con 29,9%. Los restantes organismos (**Tabla 2**), se encuentran representados por valores bajo el 15%. El IIR para los machos de merluza de tres aletas revela la importancia de los restos de peces con 49,4 %, seguido de restos de crustáceos con 42,9%.

## **b) Hembras**

La alimentación de las hembras de *M. australis*, para toda el área y tiempo estudiado (**Tabla 50**), indica que numéricamente el alimento más importante corresponde a los restos de crustáceos con 43,2% y de restos de peces con 31,8%. La alimentación por frecuencia de ocurrencia, mostró que también los restos de crustáceos y de peces fueron las presas dominantes con 44,1% y 33,3%, respectivamente. Con relación al peso de las presas, los restos de peces son lo más importante con 36,2%. El análisis del IIR indica claramente que la merluza de tres aletas presenta como alimento principal a los restos de crustáceos con 51,7%, seguido de restos de peces con 41,3%, mientras que el resto de las presas encontradas se encuentran representadas con valores bajo el 10 %.

## **c) Comparación de la alimentación entre machos y hembras**

No se encontró diferencias significativas entre la alimentación de machos y hembras de *M. australis* ( $U= 65$ ;  $p= 0,7072$ ) para el espacio y tiempo estudiados.

### **5.7.3 Alimentación de *Micromesistius australis* por tallas:**

#### **a) Clase de talla I: $\leq 40$ cm**

La alimentación, como lo muestra la **Tabla 51**, se basa numéricamente en restos de crustáceos con 58,6% como presa principal, al igual que en términos de frecuencia los restos de crustáceos fueron los más frecuentes con 60,7%. De acuerdo al peso, los restos de crustáceos son el ítem más importante con 50,7%. El alimento más importante correspondió a los restos de crustáceos con 86,1% IIR.

**b) Clase de talla II:  $> 40 \leq 50$  cm**

Los individuos pertenecientes a este rango de tallas presentaron una alimentación basada principalmente en peces y crustáceos (**Tabla 52**). Numéricamente los restos de peces y crustáceos con 37,5 % y 36,5%, respectivamente. En términos de frecuencia la alimentación se basa principalmente en restos de peces y crustáceos con 38,7% y 36,6%, respectivamente; en peso los restos de peces y de peces Mictófididos dominan con 41,3% y 25,0%, respectivamente. En orden de importancia relativa encontramos a los restos de peces con 59,3% como el alimento más importante.

**c) Clase de talla III:  $> 50$  cm**

De la **Tabla 53** se desprende que numéricamente y de frecuencia los restos de crustáceos son los más importante con 38,6% y 40,5%, respectivamente, mientras que en peso, los restos de peces son más importantes con 30,8%. De acuerdo al % IIR, éste señala que el ítem alimentario más importante para este grupo de tallas, corresponde a los restos de peces con 47,6% seguido de restos de crustáceos con 45,6%. Así nuevamente los peces representan la componente nutricional por excelencia.

**5.7.4 Alimentación de *Micromesistius australis* por área de estudio**

**a) Taitao**

La **Tabla 54** señala que numéricamente los restos de peces con 56,9% es el alimento más importante. En términos de la frecuencia de ocurrencia, peso e IIR, los restos de peces se constituyen como el alimento más importante para esta zona.

## **b) Golfo de Penas-Ladrillero**

En esta zona, la importancia numérica corresponde a los restos de crustáceos con 52,7% y restos de peces con 22,3% (**Tabla 55**). De acuerdo con la frecuencia los restos de crustáceos con 52,7% es el alimento más importante. En cuanto al peso los restos de peces son importantes con 32%, mientras que en el método de IIR los restos de crustáceos es el alimento más abundante con valores sobre el 71%.

### **5.7.5 Alimentación de *Micromesistius australis* por profundidad en el área total**

#### **Estrato I $\leq 277$ m**

De acuerdo a la **Tabla 56**, numéricamente los restos de crustáceos es el alimento dominante con 59,4%. Según la frecuencia, también los restos de crustáceos son el alimento que domina con 61,3%, mientras que con el método gravimétrico, los Mictófidos indeterminados alcanzan un 44,8%. El % IIR señala a los restos de crustáceos como el alimento principal con 85,5%.

#### **Estrato II $> 277 \leq 327$ m**

Numéricamente el alimento principal corresponde a los restos de peces con 46,5%, seguido de restos de crustácea con 30,2%. El método de frecuencia indica igualmente a los restos de peces y de crustácea con 48,2% y 31,3%, respectivamente como los ítemes más relevantes, mientras que el método gravimétrico señala a los restos de peces como el alimento más importante con 46,7%, seguido de *M. parvipinnis* con 16,3%. De acuerdo al %IIR señala que los restos de peces con 72,8% son el alimento más importante (**Tabla 57**).

### **Estrato III > 327 m**

Según la **Tabla 58**, los métodos numérico y de frecuencia señalan a los restos de crustáceos como el alimento principal con 46,0% y 46,9%, respectivamente. De acuerdo al peso los restos de peces pasan a ser los más importantes con 42,9%. Mientras que para el %IIR los restos de crustáceos son los más importantes con 59,2%, seguido de los restos de peces con 32,9%.

## **5.8 Talleres**

### **5.8.1 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 viernes 26 de julio del 2013 en el Auditorio “*Marcos Espejo Vidal*” del Instituto de Fomento Pesquero, asistiendo representantes del FIP y de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. La lista de asistentes se presenta a continuación:





TALLER DE COORDINACIÓN  
PROYECTO FIP 2013-13  
Evaluación directa de  
merluza del sur, merluza de cola  
y merluza de tres aletas, año 2013

Viernes 26 de julio, 2013  
Auditorio Marco Espejo Vidal, IFOP.



Nº	Nombre	Mail	Institución	Firma
01	MALÚ ZAVALDO	maluz@subpesca.cl	FIP	
02	ARMANDO BUENENO	agueneno@subpesca.cl	SSPA	
03	Lorenzo Flores	lflores@subpesca.cl	SSP	
04	Sergio Pino	Sergio.pino@ifop.cl	IFOP	
05	L. Camila Pastos	lpastos@subpesca.cl	SSP	
06	Lorena Canales	lorena.canales@ifop.cl	IFOP	
07	ALVARO SAAVEDRA	alvaro.saaavedra@ifop.cl	IFOP	
08				
09				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

www.ifop.cl

### **5.8.2 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 15 de abril del 2014. La asistencia al taller estuvo constituida por 26 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. Las presentaciones del taller de resultados se entregan en el Anexo 2. El programa que se desarrollo en esa oportunidad, la lista de participantes y las principales observaciones y comentarios se presenta a continuación:

# TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS

"Evaluación directa de merluza del sur,  
merluza de cola y merluza tres aletas"

Proyecto FIP 2013-03



**Viernes 11 abril de 2014**

Auditorio IFOP  
(Almte. M. Blanco Encalada 839, Valpo.)



www.ifop.cl

## PROGRAMA:

- 10:00** Bienvenida a los asistentes, antecedentes del proyecto y del crucero de evaluación.  
*Álvaro Saavedra G., IFOP.*
- 10:10** Exposición de metodologías y resultados del proyecto.
- ▶ Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas.  
*Álvaro Saavedra G., IFOP.*
  - ▶ Biomasa y distribución de merluza de cola y merluza el sur.  
*Sergio Lillo V., IFOP.*
  - ▶ Composición de tallas y proporción sexual de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas.  
*Renato Céspedes M., IFOP.*
- 11:15** Coffe - Break (10 min)
- ▶ Composición de edad de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas.  
*Vilma Ojeda C., IFOP.*
  - ▶ Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas.  
*Fernando Balbontín C., U. de Valparaíso y Eduardo Díaz R., IFOP.*
  - ▶ Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas en el área de estudio.  
*Roberto Meléndez C., UNAB.*
- 13:10** Discusión de Resultados
- 13:30** Cierre de Taller





# TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS

"Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza tres aletas"  
Proyecto FIP 2013-13



Merluza del sur



Merluza de cola



Merluza de tres aletas

Asistencia:

N°	Nombre	Mail	Institución	Firma
01	Fernando Balboa	fernando.balboa@ifop.cl	U. Valparaíso	F. Balboa
02	Seegis Lillo	Seegis.Lillo@ifop.cl		
03	Satoshi Kaneda	kaneda@nissui.cl	EMEPES	
04	Renato Cerpeda	renato.cerpeda@ifop.cl	IFOP	
05	Yoshihito Nishino	nishino@nissui.cl	EMEPES	
06	Rene A. Vargas	rene.vargas@ifop.cl	IFOP	
07	Hector Zouva	HZouva@nissui.cl	EMEPES	
08	Mario Inostroza	minostroza@nissui.cl	EMEPES	
09	Carolina Lang	carolina.Lang@ifop.cl	IFOP	
10	Valeria Canajelo	valeria.canajelo@fipes.cl	FIPES	
11	Valeria Ojeda	valeria.ojeda@ifop.cl	IFOP	
12	Sébastien Lopez	s.lopez@univesthellen.cl	UNIVERS	
13	Angélica Villalón	angelica.villalon@ifop.cl	IFOP	
14	Francisco Contreras	francisco.contreras@ifop.cl	IFOP	
15	Patricio Gálvez	patricio.galvez@ifop.cl	IFOP	

MARTES 15 ABRIL 2014 Auditorium IFOP "Marcos Espejo Vidal" (Almte. M. Blanco Encalada 839, Valparaíso)

www.ifop.cl

# TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS

"Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza tres aletas"  
Proyecto FIP 2013-13



Merluza del sur



Merluza de cola



Merluza de tres aletas

Asistencia:

N°	Nombre	Mail	Institución	Firma
16	L. Carrila Bustos M.	lcarrila@subpesc.ca.cl	SSPA	[Signature]
17	Luis Holguera	lholguera@ifop.cl	IFOP	[Signature]
18	Myrta Osuna	—	PESCAHILE	[Signature]
19	Ricardo Zúñiga	—	CEPES	[Signature]
20	Patricia Ruiz	pruiz@cep.es.cl	CEPES	[Signature]
21	Isabel Hoff	shoff@cep.es.cl	CEPES	[Signature]
22	Lorena Flores	lflores@subpesc.ca.cl	SSPA	[Signature]
23	ANDRÉS FRANCO	—	CEPES	[Signature]
24	Liu Chao J.	—	IFOP	[Signature]
25	Ignacio Paya C	—	IFOP	[Signature]
26	ILYAR SAGDORA	—	IFOP	[Signature]
27				
28				
29				
30				

MARTES 15 ABRIL 2014 / Auditorium IFOP "Marcos Espejo Vidal" (Alameda, M. Blanco Encalada 839, Valparaíso.)

www.ifop.cl

A

Se debe consignar que por problemas de fuerza mayor (terremoto en Iquique) el Investigador Eduardo Díaz no pudo viajar a exponer los resultados por lo que en su lugar los expuso el profesor Fernando Balbontín. También, por problemas personales el Dr. Roberto Meléndez no pudo exponer su parte por lo que lo reemplazó el Dr. Sebastián López.

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 segundo año consecutivo y a la conveniencia o no de realizar una repospección en el área, dado que al prospectar la primera vez ya se debería haber evaluado el stock, además que la repospección puede implicar una pérdida de días operacionales; se recomienda, dado el escenario de los últimos dos años, esperar a que se tenga certeza de que el recurso entró al área, para iniciar el crucero de prospección y de esta forma evitar el tener que hacer una repospección.

Al respecto, se concuerda con la recomendación de que esperar las señales o información de la flota industrial, que permitan tener la certeza de que el recurso se encuentra en la zona de desove para iniciar el crucero sería ideal, el problema es, que este crucero viene ligado con el crucero de evaluación de merluza de cola y merluza austral, ya que se realiza inmediatamente después y sin recalada intermedia, lo que impide el realizar una pausa de 10-12 días para iniciar el siguiente crucero. Dado este escenario se argumenta que el realizar una repospección es la mejor opción, ya que se prospecta el área completa

inicialmente, aumentando o disminuyendo el esfuerzo de muestreo acústico y biológico de acuerdo a la presencia o ausencia del recurso, dosificando los días de operación a fin de maximizar el uso de la plataforma de trabajo.

Se comenta sobre considerar una revisión de la metodología para este recurso en especial dada su condición migratoria; Al respecto, se recuerda que la metodología fue analizada en una revisión experta por pares (internacional) siendo validada y bien considerada, no obstante, se está abierto a comentarios y recomendaciones al respecto.

Se consulta sobre la factibilidad de verificar la hipótesis de un stock residente en las zonas evaluadas, extendiendo la operación mas al sur del 51° 00'LS proponiéndose también una idea de proyecto para marcaje de merluza de tres aletas. Al respecto se informa que este año se intentará prospectar hasta la latitud 53°00'S con un muestreo menos intenso (transectas separadas cada 10 mn), pero dependerá del escenario que se detecte en la zona y de los días disponibles.

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

Los principales comentarios y observaciones se refirieron a la mayor presencia de ejemplares juveniles observados en las estimaciones de abundancia de merluza de cola los últimos años, y este en particular, los que implican una disminución reiterada en el peso promedio, llegando este año a los 315 g por individuo. La mayoría de los comentarios se refieren al porqué esta mayor presencia de juveniles no ha sido capaz de sustentar el stock reproductivo, ya que las estimaciones de biomasa siguen con tendencia a la baja. Se recomienda realizar un estudio que intente explicar esta situación a lo que se responde que IFOP elaboró un documento (ASIPA 2012) con un plan de investigación a fin de hacerse

cargo de las brechas en el conocimiento para los recursos de la pesquería sur austral, el que se encuentra disponible

Se consulta si esta presencia de juveniles es por una disminución de adultos o por una mayor presencia de ejemplares juveniles, a lo que se responde que es un efecto mixto. Ante consultas referidas sobre si existen cambios en los focos de concentración del recurso y si hay diferencias entre la dinámica espacial de merluza de cola y merluza del sur, se responde que se han mantenido los focos de concentración históricos y que ambas especies mantienen el mismo sector de distribución.

Se comenta sobre un posible efecto de madurez prematura en las tallas mas bajas, a lo que se responde que en un taller en conjunto con INIDEP a fin de estimar los PBR, se obtuvo que la talla de primera madurez de merluza de cola bordearía los 56 cm, a los 6 años de edad. Al respecto se comenta sobre la situación argentina y su aumento de cuota, se responde que en Argentina se utiliza el método del área barrida y que los resultados de las estimaciones de biomasa han sido tan bajos que no se han publicado y que la flota ya no opera en la zona histórica.

- **Composición de tallas**

Solamente una observación referida a si se puede encontrar segregación espacial por sexo en la pesquería sur austral, a lo que se responde que efectivamente se observa un incremento en la proporción de hembras en general en la pesquería sur austral.



- **Ítem reproductivo**

Ante la observación del expositor a que una fracción del recurso presentaría una madurez prematura, se recomienda reportar a esta fracción que madura antes que lo “normal” ya que pueden ser los primeros indicios de los efectos de la pesca en merluza de cola, lo cual está reportado en revistas científicas.

También se consulta sobre si es posible que el proceso conocido como skipping behaviour (salto de temporadas de desove) esté ocurriendo con las especies estudiadas, se responde que se ha observado material residual en la gónada a través de exámenes histológicos, encontrándose evidencia de este fenómeno en merluza de cola. Al respecto se recomienda, a fin de mejorar la información respecto a la fecundidad de merluza de cola, evaluar en distintas épocas del año, y además por zonas, pues se observan diferencias en fecundidad de individuos de aguas exteriores e interiores.

- **Ítem alimentario**

Respecto a los resultados presentados, éstos no difieren con otros reportes sobre la alimentación de estas tres especies, pero por ejemplo la dieta principal de merluza austral, que es merluza de cola habría bajado en porcentaje de un 90% un 70%, lo que genera cierta discusión dado el nivel de significancia que esto podría tener, a juicio del autor, esto no reviste mayor importancia dado que el 20% restante fue pescado digerido sin identificar, y que probablemente sea merluza de cola; para una mejor certeza recomienda estudios de estabilidad isotópica.

Al presentar un trabajo con mayor data de años referido a merluza de tres aletas, encuentra cambios en los patrones de alimentación, disminuyendo la dieta de

crustáceos y aumentando la de peces, atribuyendo esto probablemente a un efecto indirecto de la pesca, provocando cambios en el ambiente y en la disponibilidad de alimento.

Al consultar respecto al canibalismo y su importancia, responde que esto no es totalmente clarificador, ya que el análisis de contenido estomacal no sería un buen elemento de decisión y sugiere utilizar técnicas más exactas como análisis de isótopos estables.

## 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

---

En este crucero y por segunda vez seguida en la serie de cruceros de evaluación 2001-2013, se detectó el foco principal de desove con un desfase de aproximadamente 10 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 a fines del mes de agosto, situación similar a la del año anterior.

Durante el período de prospección normal, realizado en las fechas adecuadas 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, y si bien se detectó un foco de concentración al norte del área, éste no presentaba las características observadas históricamente en merluza de tres aletas en su momento de desove masivo: altas concentraciones en un sector reducido de área. Debido a lo anterior y continuando el crucero hacia el sur, se mantuvo constante comunicación con la flota industrial (la que se quedó operando en el área norte) y dado que se pudo disponer y administrar los días-buque, es que fue posible, una vez terminada la prospección en el área de estudio, realizar una re-prospección en el sector norte en la zona de mayor concentración del recurso, a fines de agosto.

Dado que el área de estudio fue separada en tres zonas, más la zona de repospección (de acuerdo a las distribuciones de frecuencia detectadas), el primer punto a analizar es si es adecuado reemplazar la biomasa obtenida en las Zonas 1 y 2, por la obtenida en la re-prospección (zona R). Dado que la zona R se superpone con ambas y existe además un desfase temporal de aproximadamente 10 días entre la primera prospección y la re-prospección, sumado a que, la distribución de frecuencia de la abundancia de los individuos de la zona 1 (individuos mas pequeños,

**Fig. 5)** y que la distribución de frecuencia de la zona 2 (individuos mas grandes, **Fig. 6)** se encontrarían representados en la distribución de frecuencia de la zona R (**Fig. 9)** y dado que el test DHG (**Tabla 14)** agrupa todos los lances de la zona 1 con el 25% de los lances de la zona R rechazando a la vez la similitud con todos los lances de la zona 2 junto al 75% de los lances de la zona R, es que parece pertinente reemplazar las biomاسas de la Zona 1 y 2 (30.218 t) por la biomasa obtenida en la Zona R (47.995 t). Luego, considerando que los individuos detectados en la zona 3 presentan una menor espectro en el rango de tallas y el desfase temporal es menor, se podría sumar la biomasa obtenida en esta zona (12.954 t) a la biomasa obtenida en la zona R.

Bajo este punto de vista la biomasa preliminar estimada alcanzaría las 60.941 toneladas ( $CV=0,16$ ) y la abundancia los 107,4 millones de individuos ( $CV=0,18$ ), 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.

Considerando este escenario y tomando como base la relación de TS históricamente utilizada, el estimado preliminar de biomasa es un 30,6% menor al estimado del 2012 mientras que el estimado de abundancia es un 16,6% menor al 2012. En el caso de la biomasa se llega al menor nivel estimado en la serie 2001-2013, mientras que la abundancia continuaría con tendencia a la baja después del repunte observado el 2009, llegando a los niveles observados el 2006, recordando que los años 2006 y 2007 fueron las menores abundancias observadas en la serie (**Fig. 70**).

Los estimados de biomasa y abundancia final dan cuenta de un desgaste en el stock desovante en la serie de tiempo 2001-2013 (**Fig. 70**), independiente del carácter migratorio de este recurso, lo cual aumenta la incertidumbre respecto a 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 2012 a completar aproximadamente el 50% de la cuota (fuente IFOP), lo cual debe ser considerado en el análisis del estado del recurso y ciertamente no es una señal auspiciosa.

Respecto a la distribución espacial del recurso, nuevamente se detectó en el límite norte del área de estudio, pero con un desfase de aproximadamente 10 días respecto a la serie histórica 2001-2011, ya que el año anterior se observó 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 2001-2012), 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.

Como se indicó, al igual que el año anterior, el recurso fue detectado tardíamente pero en el extremo norte del área de estudio con centro de gravedad en la latitud 47°09'S, siendo el CG más al norte de la serie de cruceros realizados sobre merluza de tres aletas, seguido del año 2012 (CG: 47°14'LS) y 2011 (CG: 47°19' LS). El año 2009 se ubicó en el sector centro norte del área, resultando el centro de gravedad en

la latitud 48°05' LS. 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 aun 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 ultima semana de agosto sería la fecha ideal.

Respecto a la relación de TS utilizada, tal como se explica en la metodología 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. 73**, 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.

En relación a la distribución del recurso en el área y período de la prospección, ésta mantiene las características observadas en estudios previos (Lillo *et al.*, 1993; Córdova y Céspedes, 1997; Lillo y Céspedes, 1998, Córdova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2004 Lillo *et al.*, 2005, Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 y 2012), al conformar agregaciones de alta densidad, de pequeño tamaño en el sentido latitudinal (Este-Oeste) y más extensas longitudinalmente.

La composición de talla de merluza de tres aletas registrada durante el año 2013 tiende a asemejarse a la condición observada durante el año 2012, con bajas biomazas y una alta concentración del recurso en un área muy reducida localizada al norte del área de estudio y en un período hacia fines del mes de agosto. No obstante, que la estructura de talla del año 2013 mantiene su característica adulta, como se ha observado entre los años 2001 al 2012 (Lillo *et al.*, 2002, Córdova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2004 y 2005, Saavedra *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012 y 2013), 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 los años 2001 a un 37% en el año 2013, fracción que marcó el ingreso migratorio del recurso a aguas chilenas por el patrón reproductivo, podría estar explicando los cambios registrados durante el año 2012 y 2013, en sentido de la 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 biomasa desovante del recurso hacia los últimos años (Saavedra *et al.*, 2012 y 2013, Contreras *et al.*, 2013). En contraste, ha habido 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 63% en el 2013; 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 2013, en el área de mayor concentración y abundancia del recurso (norte del área de estudio) se registró homogeneidad en la composición de talla del recurso, no obstante, a mayor profundidad (300-399 m) fue posible registrar una mayor presencia de ejemplares superiores a 50 cm, esta situación podría estar indicando una posible profundización de la concentración de ejemplares superiores a 50 cm.

El rango de edades observado este año, abarca desde el GE I hasta el GE XXIV. Históricamente se ha podido apreciar la fuerza de diferentes clases anuales, en estos doce años de crucero, se ha visto para la clase anual 98 su evolución desde pertenecer al GE III en el 2001, GE IV en el 2002; GE V en el 2003; GE VI en el 2004; GE VII en el 2005; GE VIII en el 2006; GE IX en el 2007, GE X en el 2008 y como GE XI en el 2009. Es un grupo que ha mantenido su presencia en el área independiente de la época del crucero. 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 en el stock desovante 2013 se presentaron en el GE V y VI, con mucho más intensidad en estos grupos la presencia de machos que las hembras.



Estas últimas presentan a su vez una moda secundaria en peces del GEXII. En los últimos años de la serie histórica, se aprecia además que hay una clase fuerte (clase anual 2008) que se puede seguir marcadamente los tres últimos años de la serie, la cual en la actualidad se registra como GEV.

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 que cada año entregan los muestreos del área de desove, siendo las hembras las que actualmente se presentan en menor número. Las razones de estos cambios merecen estudios específicos que puedan incorporar toda la información que permita comprender de mejor forma los procesos poblacionales. Ya sea se considere los factores tecnológicos por parte de la actividad pesquera ó los factores poblacionales de respuesta ó factores ambientales, todos ellos influyen en diferente magnitud y dan 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 de  $\approx 11 - 12$  años, en estos últimos años se presenta que este parámetro para ambos sexos desciende aceleradamente, registrándose en el presente una edad media de  $\approx 5$  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.

El análisis de los indicadores del estado gonadal señaló que la agregación de merluza de tres aletas en el área prospectada se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, principalmente en fase de maduración avanzada y con menor aporte al desove.

Los ejemplares en condición reproductiva se presentaron en toda el área prospectada, a profundidades referenciales entre 350 y 450 m en promedio, cuyo menor aporte de hembras en evidente actividad de desove (hidratadas y con folículos postovulatorios) se caracterizaron por una distribución principalmente en aguas menos profundas entre 300 y 350 m en promedio. Al respecto, esta especie se asocia a la plataforma y talud continental en migraciones reproductivas hacia aguas menos profundas, donde el foco reproductor en la región sur austral de Chile se concentra en una área de desove entre el Golfo de Penas y la Península de Tres Montes (47°S y 51°S) a profundidades de 200 – 300 m (Céspedes *et al.*, 1998).

Respecto a la madurez sexual, los datos de este estudio no permitieron el ajuste robusto de la ojiva de madurez a la talla/edad, debido a que los ejemplares de tamaños bajo los 40 cm y de GE menor a 4 años, que representan la fracción de juveniles y de transición a la madurez, estuvieron débilmente representados en los lances de identificación. Los resultados histológicos indicaron 3 hembras virginales (1%) con longitudes entre 31 y 40 cm, mientras que a partir de los 41 cm el 100% se encontró con actividad gonadal. En relación a la edad específica, la hembra madura de menor edad fue 2 años y desde el GE 5 años todas fueron maduras. 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.*, (2012) señalan que la fracción juvenil no participa en el proceso migratorio de la componente adulta, donde el patrón de distribución de los juveniles podría diferir de los adultos.

Los registros de talla de madurez de hembras de merluza de tres aletas a partir de evaluaciones entre los años 2001 y 2012, indican estimados referenciales que agrupan la información de la proporción de hembras maduras entre las campañas, con las limitaciones que podría conllevar el mezclar distintos pulsos migratorios. De este periodo, en los años 2008, 2009, 2011 y 2012 se entregó un ajuste de la ojiva de madurez para cada evaluación, pero con la dificultad en la cobertura y representatividad de los tamaños pequeños. En este estudio, se compiló la información de los años 2001 – 2013, con un estimado referencial de talla de madurez en 36,1 cm LT. Por su parte, los estimados de evaluaciones anteriores fluctúan principalmente en un estrecho rango entre 36,0 cm y 37,0 cm, cuyos límites de confianza se superponen. En cuanto a registros para hembras en el Atlántico está en 35,6 cm (Perotta, 1982); en 38,0 cm (Sánchez *et al.*, 1986) y 37,8 cm (Pájaro y Macchi 2001). Por otro lado, Lisovenko *et al.*, (1982), observaron que la merluza presente en el sector de Malvinas comenzaban a madurar a partir de los 28,5 cm y 35,5 cm en machos y hembras, respectivamente.

En cuanto a la edad de madurez, el resultado no fue satisfactorio debido a la falta de información que impidió el ajuste robusto del modelo logístico, con un estimado de  $E_{50\%}$  de 2,3 años (GE II), el cual estaría subestimado. Al respecto, estimaciones para la especie en el Pacífico Sur a partir de evaluaciones acústicas en los años 2007 al 2009 y 2011 al 2012, señalan la edad de 50% de madurez para hembras en: GE III (2,9), GE V (4,5), GE III (3,4), GE V (4,7) y GE IV (3,6) años, respectivamente (Saavedra *et al.*, 2013), aún cuando los datos de madurez provienen de un análisis

macroscópico. En este sentido, 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). En consideración a los antecedentes, es importante confirmar los estimados de madurez a la talla/edad procurando reforzar la obtención de datos (espacial y temporalmente) de manera de obtener una ojiva de madurez representativa de la población de merluza de tres de aletas a la talla/edad, principalmente de ejemplares juveniles y de transición a la madurez, los que se observan en muy baja frecuencia en las prospecciones.

Los resultados de fecundidad total y fecundidad relativa en este estudio indicaron promedios en el rango de valores reportados en evaluaciones a la especie en los años 2001 – 2012, los cuales han fluctuado entre 297.329 y 733.540 ovocitos y entre 314 y 698 ovocitos por gramo de peso corporal, respectivamente (Saavedra *et al.*, 2013). Los estimados en el 2013 fueron 7% y 12% menor en la fecundidad total y relativa respecto al 2012, aunque no variando significativamente. Por su parte, antecedentes de fecundidad para la especie en el Atlántico Sur señalan una media de 355.700 ovocitos (Sánchez *et al.*, 1986) y de 477.771 ovocitos para una hembra de 51 cm (Pájaro y Macchi, 2001). En cuanto, a la fecundidad relativa la calculan en 323 ovocitos (Sánchez *et al.*, 1986) y en 706 ovocitos por gramo de peso corporal (Pájaro y Macchi, 2001).

Los resultados descriptivos de la composición faunística del presente crucero, muestran que merluza de tres aletas se presentó como la principal especie capturada durante el período de estudio, seguida en importancia por merluza de cola, 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 17,8% del total, considerando el área total, si bien un valor bajo es mucho más alto que en años anteriores.

Al analizar el área de estudio por zonas, la composición faunística es dominada por merluza de tres aletas en tres de las cuatro zonas en las cuales se ha dividido este crucero, Taitao, Golfo de Penas, y zona de repospección. La zona Trinidad-Concepción, fue mayormente representada por merluza de cola con un valor porcentual de 54,2% de participación. Seguida en importancia por merluza del sur, y merluza de cola. Lo cual estaría evidenciando que para este año se observó una distribución bien marcada de merluza de tres aletas, al norte del área de estudio, lo cual se corrobora con un valor de 94,1% de participación de merluza de tres aletas en el área de repospección, zona de distribución donde se ha ubicado el foco de desove de esta especie.

El análisis de la fauna acompañante por veril en el presente crucero, muestra que la merluza de tres aletas se capturó con mayor frecuencia entre los 301 m y 350 m, mientras que la merluza de cola mostró una alta presencia desde los 251 a los 350 m de profundidad, lo cual muestra que merluza de tres aletas se encuentra conviviendo estrechamente con merluza de cola en el quinto veril, entre los 301 y 350 m, de profundidad.

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, donde al igual que en los últimos años, se observó menor riqueza de especies que en los primeros años de la serie de tiempo, siendo muy poco frecuente encontrar una especie distinta a las tres merluzas en la composición faunística de los lances realizados.

Los resultados obtenidos del análisis de clasificación para los datos históricos (cruceros 2001-2013), 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 ellas, pero menor riqueza de especies, situación contraria a lo observado en este crucero y los dos años anteriores, donde se puede observar mayor riqueza de especies pero en niveles de participación menor que en los primeros años. 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, las cuales cambian su aporte entre cruceros, e incluso hay años en que no se observan pudiendo deberse esto al aumento o disminución de algunas de ellas por 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 mictófidios, tollo de cachos y calamar, 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 con el mismo cubrecopo utilizado en las redes anteriores, es de menor tamaño que las redes comerciales utilizadas anteriormente, 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 y batimétricamente a aumentar su profundidad en la columna de agua ante aumentos del fondo marino hasta los 300 m de profundidad, para mantenerse posteriormente a una profundidad promedio cercana a los 280 m, al respecto se ha observado un aumento paulatino en las profundidades promedio de distribución de merluza de tres aletas, observada a partir del año 2006 a la fecha, obteniéndose este año el menor valor promedio de la serie. Si bien no se dispone de datos oceanográficos como para poder asociar esta diferencia en el comportamiento de la especie, es un punto a destacar, dado que además se observa una disminución en los valores promedio de los descriptores asociados al tamaño de las agregaciones a partir del año 2004. A pesar del incremento observado este año respecto al 2012 en la mayoría de las variables

morfométricas, no logra revertir la tendencia a la baja observada a partir del 2004 encontrándose estos valores por debajo del promedio de la serie 2001-2012, lo cual al complementarlo con las bajas consecutivas en los estimados de biomasa y abundancia reflejan un estado delicado del recurso.

El aumento en el  $s_A$  promedio este año asociado al aumento en el tamaño promedio de las agregaciones, mas el aumento en el número de observaciones, suena contradictorio dada la menor estimación de biomasa y abundancia este año respecto al anterior. La explicación viene dada especialmente por solamente una agregación que tuvo el valor de energía retrodispersada mas alto observado históricamente (173.485  $s_A$ ) la cual sustenta en gran parte el estimado de biomasa, si se deja esa agregación fuera, el promedio baja a 1.197  $s_A$ , el cual sería el más bajo de la serie 2001-2013.

En el presente estudio, la alimentación de la merluza de tres aletas resalta la importancia de los pequeños peces como Myctophidae, *Maurolicus parvipinnis* y de crustáceos pelágicos. En efecto, los valores de IIR para toda el área, para cada una de las áreas, por profundidad, por tallas y por sexos, dan cuenta de la importancia que tiene el grupo de los peces en la alimentación de la merluza de tres aletas en la época estudiada. Los crustáceos, principalmente del genero *Euphausia*, aparecen en ésta oportunidad como presas secundarias, lo que podría reflejar diferencias con lo señalado con algunos informes anteriormente mencionados. 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.

La importancia de los peces mictófidos en la alimentación de la merluza de tres aletas se manifiesta en este estudio aún cuando no se tuvo éxito en el análisis taxonómico más detallado de la o las especies que aparecen en el contenido estomacal de la



merluza de tres aletas. De esta manera, es importante recalcar en la importancia de poder contar con material fresco, es decir, de la disponibilidad ambiental de estos peces, para así poder tener una mejor certeza en la identificación taxonómica.

Con respecto al número mínimo de estómagos examinados, el análisis de la curva de diversidad trófica (**Fig. 69**) demuestra que para la merluza de tres aletas el número analizado de estómagos avalaría el presente estudio. La gran incidencia de alimento altamente digerido impide una correcta identificación de las presas, sin embargo, al observar la curva de diversidad trófica para ésta especie, nos permite observar una clara asíntota en la curva y, esto nos podría indicar que la dieta de esta especie podría estar bien representada. El presente informe realizó el análisis de 183 estómagos con contenidos de merluza de cola, siendo entonces una cifra representativa y que indica que los resultados obtenidos pueden ser tomados con un cierto nivel de certeza (Ferry & Calliet, 1996; Cortes, 1997; Gelsleichter *et al.*, 1999).

También hay que tomar en consideración la diferencia en cuanto al número de estómagos obtenidos para cada área considerada, para cada estrato de profundidad, para las diferentes longitudes de merluza austral muestreada, como también la cantidad de machos y hembras en cada una de las situaciones. Lo anterior genera una cierta diferencia en cuanto a la certeza del tipo de alimentación, tanto para las tallas menores como aquellas mayores.

Al igual que en informes anteriores, la cantidad de estómagos vacíos es también bastante alta, en ésta ocasión superando las tres cuartas partes (71%), estaban 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 y poder realizar lances especiales en las horas del día en donde estas especies comienzan a alimentarse.

## 7. CONCLUSIONES

---

- Se estimó una biomasa total para **merluza de tres aletas** de 60.941 toneladas, mediante el método Geoestadístico con un intervalo de confianza entre 45.092 y 76.789 toneladas.
- La abundancia total del stock de merluza tres aletas se estimó en 107,38 millones de individuos con un intervalo de confianza entre 74,72 y 140,03 millones de ejemplares.
- 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°09'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 en el 2013 fue principalmente de individuos adultos, con una talla promedio de 48 cm, y escasa presencia de juveniles (0,1% < 35 cm).
- La estructura de talla del 2013 registró tres modas adultas. Una moda principal de tallas adultas de menor tamaño entre 38-47 cm, otra moda secundaria entre 48-57 cm y una tercera moda de tallas mayores entre los 60 y 65 cm.
- En los años de estudio del 2001 al 2013 se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas mayores a 50 cm (66% en el 2001 a 37% en el 2013), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (32% en el 2001 a 63% en el 2013).
- Las relaciones peso-longitud mostraron al recurso (machos y hembras) con valores teóricos de peso a la talla inferiores a lo presentado para los años 2011 – 2012, pero 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 2,5 años en machos y 3,2 años en hembras.
- Las edades medias en ambos sexos descienden aceleradamente, registrándose en el presente una edad media de  $\approx 5$  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.
- En el crucero de investigación 2013, los grupos de edad de mayor aporte en la estructura del stock de merluza de tres aletas estuvo conformado en un  $\approx 80\%$  por los GE IV hasta GE VII en el caso de los machos y en caso de las hembras similar porcentaje los comprendieron los grupos desde GEIV a GEXIII. Se destaca un fuerte componente de ejemplares adultos jóvenes representados por la moda principal en los GE V-VI.
- Merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, principalmente en fase de maduración avanzada y con bajo aporte al desove.
- El ajuste de la proporción de hembras maduras de la data histórica (2001 – 2013) indicó la talla media de madurez en 36, 1 cm (35,5 – 36,7 cm).
- El potencial de fecundidad total promedio fue 370.708 ovocitos y la fecundidad relativa promedio de 403 ovocitos, valores 7% y 12% menor respecto al promedio de 2012, respectivamente.
- Las especies dominantes en la composición faunística de la zona demersal sur austral son 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 veril de profundidad entre 351-400 m) mostró mayor riqueza de especies en el presente crucero.
- Existen diferencias interanuales en la importancia y participación de las especies que forman parte de comunidad de especies demersal sur austral analizada, diferencias que también se observan por zona y por veril.
- El recurso detectado en la zona R presentó notorias diferencias en su densidad acústica con el resto de las zonas, con agregaciones de mayor valor de energía retrodispersada, que en el resto de las zonas insonificadas en la prospección normal.
- El tamaño de las agregaciones presenta un leve repunte, pero no alcanza aun los valores promedio históricos, no logrando revertir la tendencia a la baja observada desde el 2004.
- Merluza de tres aletas presenta una alimentación ictiófaga, especialmente depredando sobre pequeños peces como *Maurolicus parvipinnis*, Myctophidae y otros crustáceos pelágicos.
- Ésta especie de merluza no presenta diferencias significativas en la composición de la dieta entre machos y hembras para toda el área y tiempo estudiados.

## 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.

- Bez, N. y P. Fernandes. 2002. Geoestadística en hidroacústica. Apuntes de curso. Proyecto ACTIVE – UCV. 48 pp.
- Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21.
- Bradú, D., y Y. Mundlak. 1970. Estimation in lognormal linear models. J. Am. Stat. Assoc. 65(329): 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. 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).
- 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.
- 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 - Requirente: SUBPESCA.
- 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.
- 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.

- Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54: 726-738.
- 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., y K. Williams. 2008. Weight-length relationships in fisheries studies: the standard allometric model should be applied with caution. *Trans. Am. Fish. Soc.* 137:707-719.
- Dunford, Adam 2005. Correcting echo-integration data for transducer motion (L), *J. Acoust. Soc. Am.* 118 (4) 2121-2123.
- Ferry, L & G. M. Calliet. 1996. Sample size and data analysis: are we characterizing and comparing diet properly?, Pages 71-80 In D. MacKinlay and Karl Shearer, editors. *Feeding ecology and nutrition in fish*, Symposium proceedings. American Fisheries Society, San Francisco.
- 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*.
- Freon, P, F. Gerlotto, O. A. Missund. 1996. Consequences of fish behaviour for stock assesment. *ICES. Mar. Sci. Symp.*, 178-183.



- Gartland, J. 2002. Diet composition of young-of-the-year bluefish, *Pomatomus saltatrix*, in the lower Chesapeake Bay and Virginia's coastal ocean. Master's Thesis, College of William and Mary, Gloucester Point, Virginia.
- Gelsleichter, J., J. A. Musick & S. Nichols. 1999. Food habits of the smooth dogfish, *Mustelis canis*, dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*, and the sand tiger, *Carcharias taurus*, from the northwest Atlantic Ocean. *Environmental Biology of Fishes* 54:205-217.
- Giakoni, I. 1992. Pesca exploratoria de recursos presentes en mediana en el área comprendida entre los paralelos 47°-57° S. IFOP. 32 p.
- Godø, O., M. Heino, H. Sjøiland, 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.
- Hammer, O., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electronica* 4(1): 9.
- 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.

- Isaaks, E. H. y R. M. Srivastava. 1989. An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press, New York, United States.
- 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. Requirente SUBPESCA.
- 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).
- Lillo, S. y A. Paillamán. 1995. Selectividad en redes de arrastre de mediagua utilizadas 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., 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, 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, 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, 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 A. Saavedra. 2005. Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas. En su unidad de pesquería, año 2004. Informe Final consolidado Proyecto FIP 2004-08, IFOP.
- 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.
- 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.

- Madirolas, A., E. Guerrero, R. Sánchez, L. Prensky, 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.
- Mitson, R.B. (Ed.), 1995. Underwater Noise of Research Vessels: Review and Recommendations. ICES Coop. Res. Rep. No. 209, 61.
- Miranda, H. 1998. Dócima de heterogeneidad Generalizada. Documento Interno, IFOP.
- 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., 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.

Ojeda, V. y L. Muñoz, 2008. Técnicas y metodologías de análisis de edad en recursos pesqueros chilenos. Serie 1 peces de importancia comercial. I.S.B.N. RPI N° 173096.

Ojeda V., L. Muñoz, K. Hunt, R. Bravo, M. Miranda, Villalón A., L. Cid Vidal L. 2012. Estructuras de edad en las capturas de los recursos pesqueros: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas, Bacalao de profundidad. En: Programa Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2011. Actividad Demersal. Pesquería Demersal Industrial Reg. 2012-I-13. SEC- IFOP.

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.
- Perrotta, R. G. 1982. Distribución y estructura poblacional de la polaca (*Micromesistius australis*). Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, N°3: 35-50.
- 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.
- Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 p.
- Petitgas, P. y A. Prampart. 1993. EVA. Estimation Variance. A geostatistical software for structure characterization and variance computation. Éditions de l'Orstom.
- 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.
- Pienaar L. y W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 – 2747
- Pinkas, L. M. Olphant y I. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish and Game. Fish Bull., 152: 105 p.
- 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.
- Ricker W., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., N° 119.
- Rivoirard, J, J. Simmonds, K. Foote, P. Fernandez y N. Bez. 2000 Geostatistics for estimating fish abundance. Blackwell Science.
- 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.
- 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., 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, E. Díaz, J. Oliva, y L. Adasme. 2007. Investigación evaluación hidroacústica stock desovante merluza de tres letas, 2006. Informe Final Proyecto BIP 30043868-0, IFOP.

Saavedra, A., R. Céspedes, L. Adasme, V. Ojeda, E. Díaz, J. Oliva, E. Molina y P. Rojas. 2008. Evaluación hidroacústica stock desovante de merluza de tres aletas, año 2007. Informe Final Proyecto FIP 2007-15, IFOP.

Saavedra, A., R. Céspedes, L. Adasme, V. Ojeda, E. Díaz, E. Molina y P. Rojas. 2009. Evaluación hidroacústica stock desovante de merluza de tres aletas, año 2008. Informe Final Proyecto FIP 2008-12, IFOP.

Saavedra, A., R. Céspedes, L. Adasme, V. Ojeda, E. Díaz, M. San Martín y P. Rojas. 2010. Evaluación hidroacústica stock desovante de merluza de tres aletas., año 2009. Informe Final Proyecto FIP 2009-11, IFOP.

Saavedra, A., C. Lang, R. Céspedes, V. Ojeda, L. Adasme, E. Diaz, R. Vargas, R. Meléndez. 2012. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2011. Informe Técnico FIP 2011-09. 286 pp.

Saavedra, A., C. Lang, R. Céspedes, V. Ojeda, L. Adasme, E. Diaz, R. Vargas, R. Meléndez. 2013. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2012. Informe Técnico FIP 2012-08. 288 pp.

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.

- S3nchez, R., J. de Ciechowski y E. Acha. 1986. Estudios sobre la reproducci3n y fecundidad de la polaca (*Micromesistius australis*, Norman, 1937) en el Mar Argentino. Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, N°6: 21-43.
- Santander, H., J. Alheit y P. Smith. 1984. Estimaci3n de la biomasa de la poblaci3n desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicaci3n del " M3todo de Producci3n de Huevos". Bol. Inst. Mar Per3, Callao. 8: 209-250.
- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des especes pelagiques a partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospecifiques. Th3se. 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. & R. Wallace. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. Zoological Science. 6: 211-231.
- Sernapesca, 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. Re3n. Cons. Int. Explor. Mer. 184: 34-57.
- 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. 1996. Survey design and effort allocation: A synthesis of choices and decisions for an acoustic survey. North sea herring is used 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.
- Simmonds J. y D. MacLennan 2005. Fisheries acoustic, second edition. Chapman & Hall, 379 pp.
- 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. Zool., 21: 325-343.
- Welch, D. y Foucher. 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45:333-343.
- 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.
- Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation XII, 428 page, 1985
- Wöhler, O. y N. Marí. 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.
- Zar, J. 1996. Biostatistical analysis. 3<sup>rd</sup> edn. Prentice hall, Princeton, NJ, USA, 663 pp.



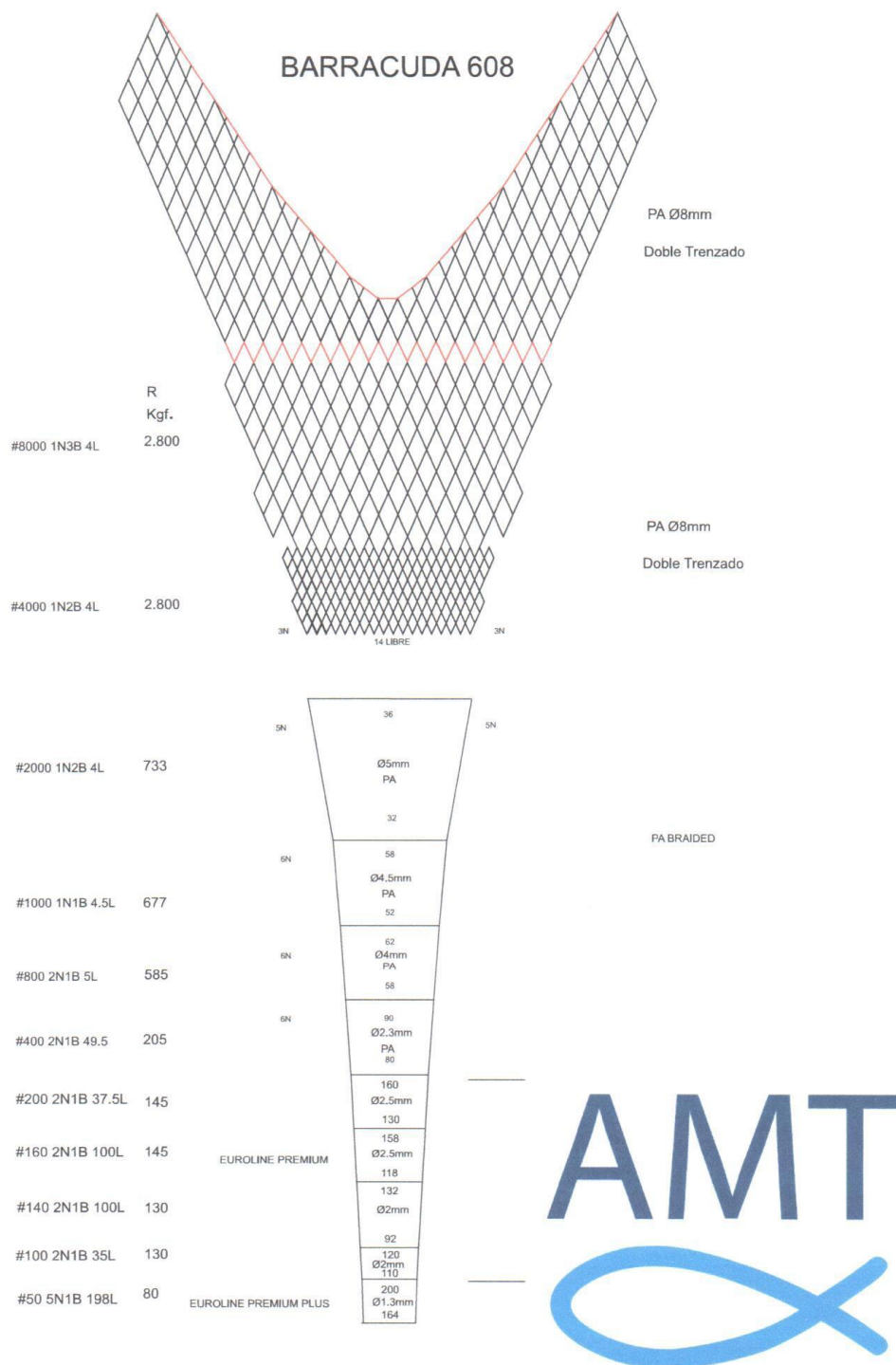
# **F I G U R A S**

---



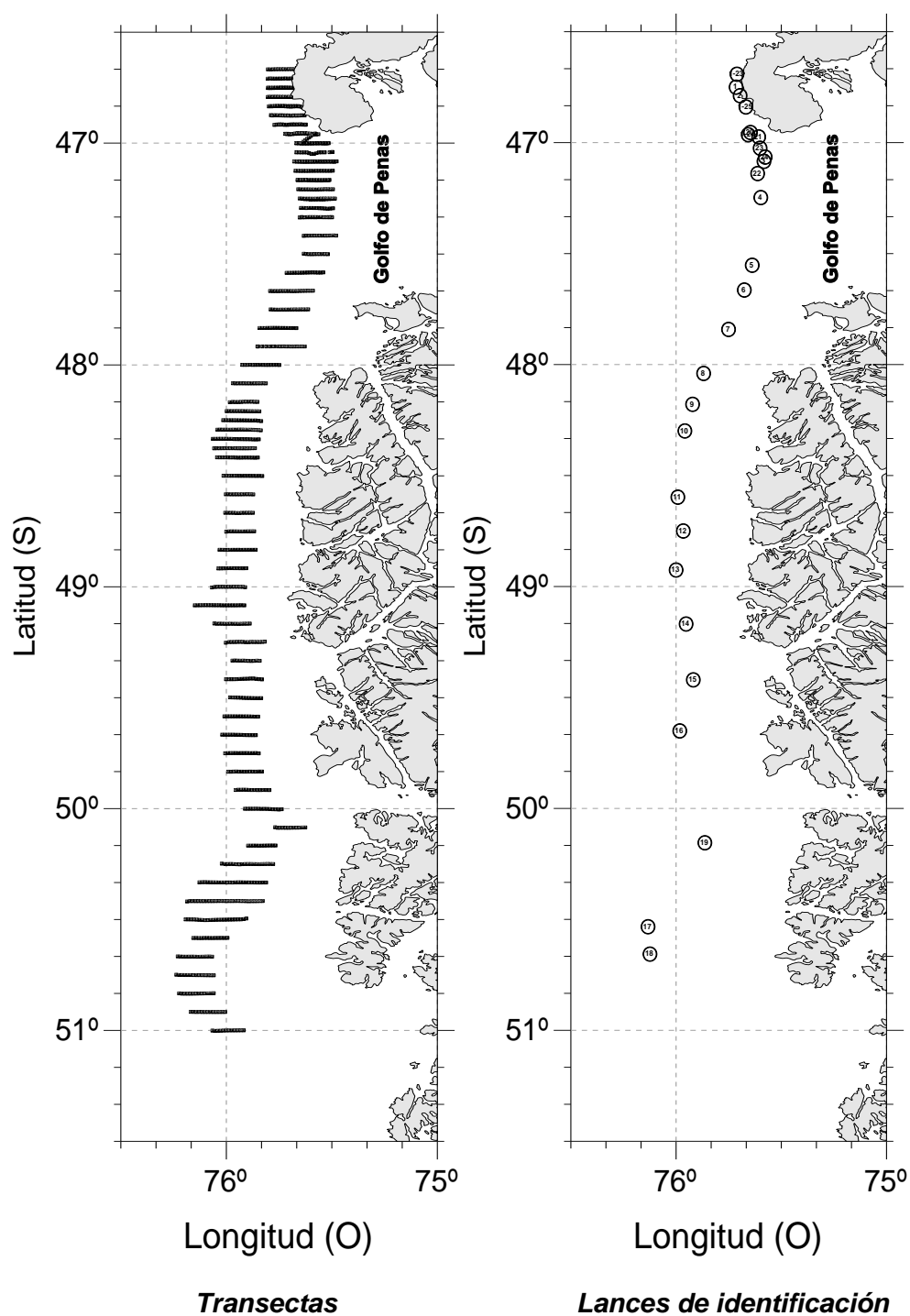


**Figura 1.** Buque científico AGS 61 Cabo de Hornos utilizado en el crucero.

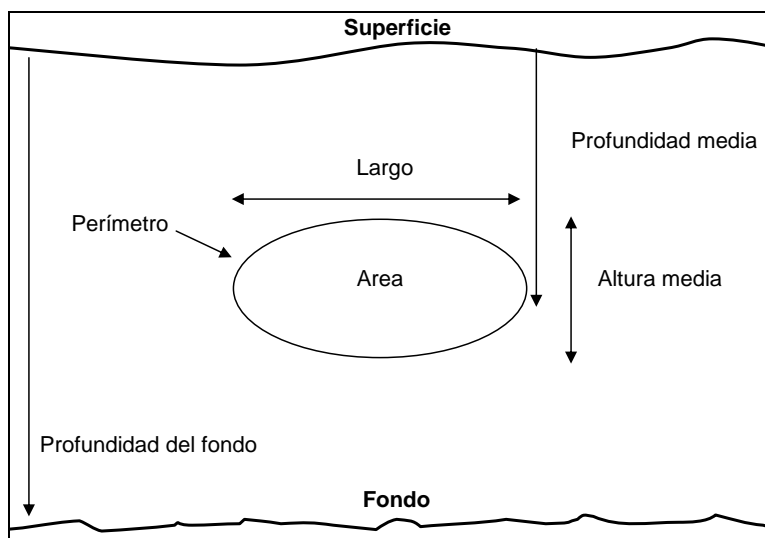


**Figura 2.** Red de arrastre Barracuda 608 utilizada en el crucero.

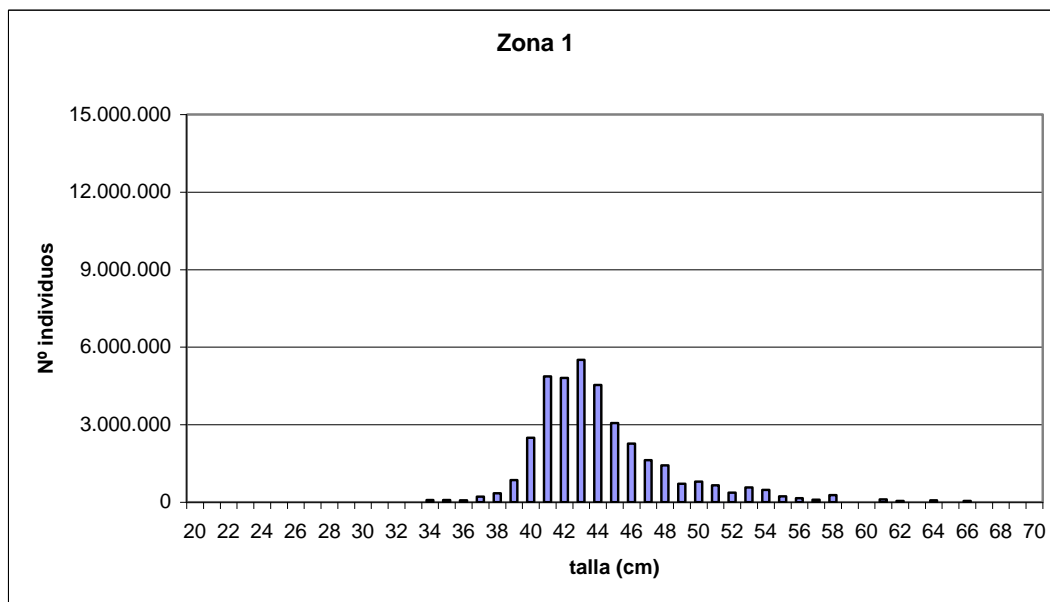




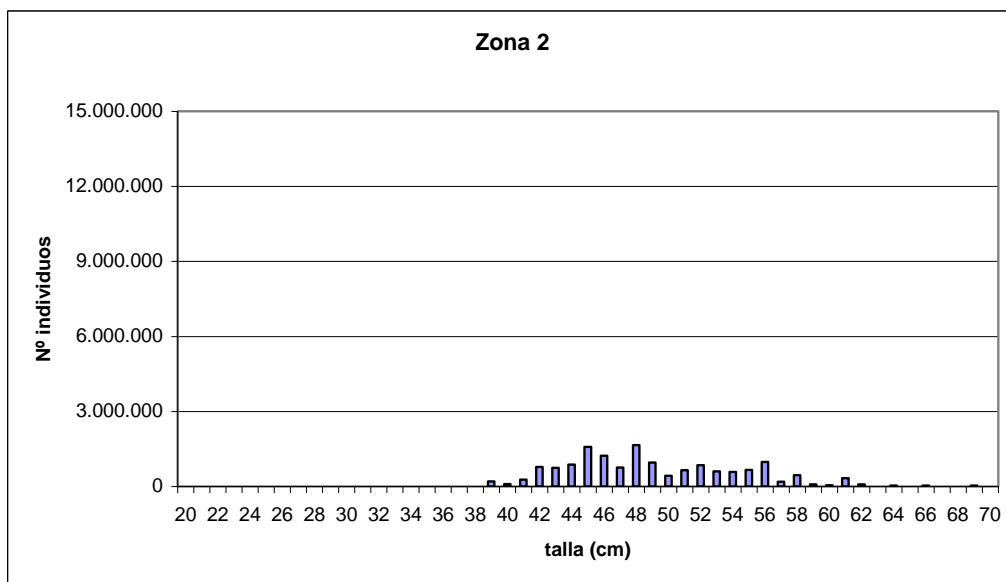
**Figura 3.** Distribución de las transectas de muestreo acústico y lances de pesca de identificación en el área de estudio, agosto 2013.



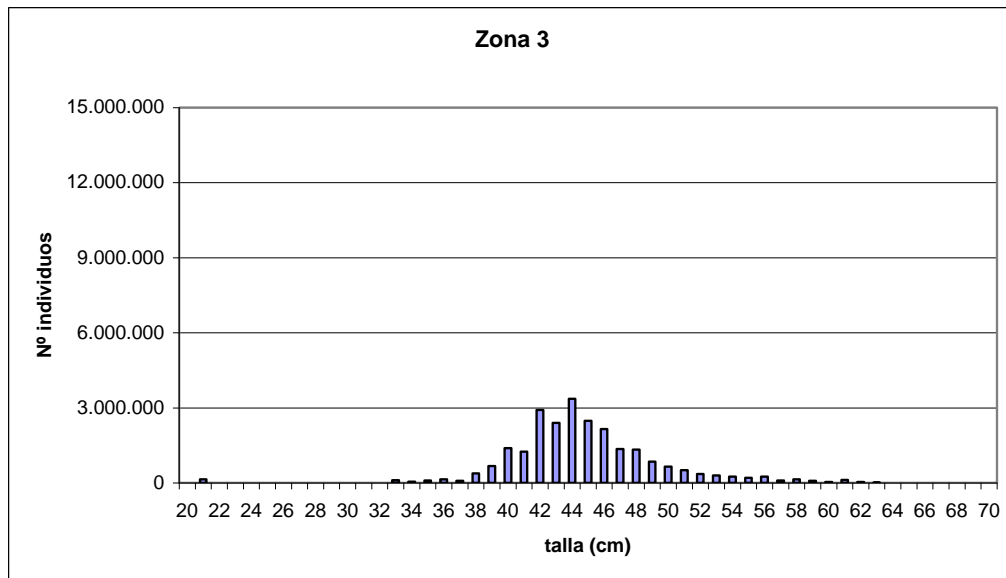
**Figura 4.** Descriptores morfológicos y batimétricos de una agregación.



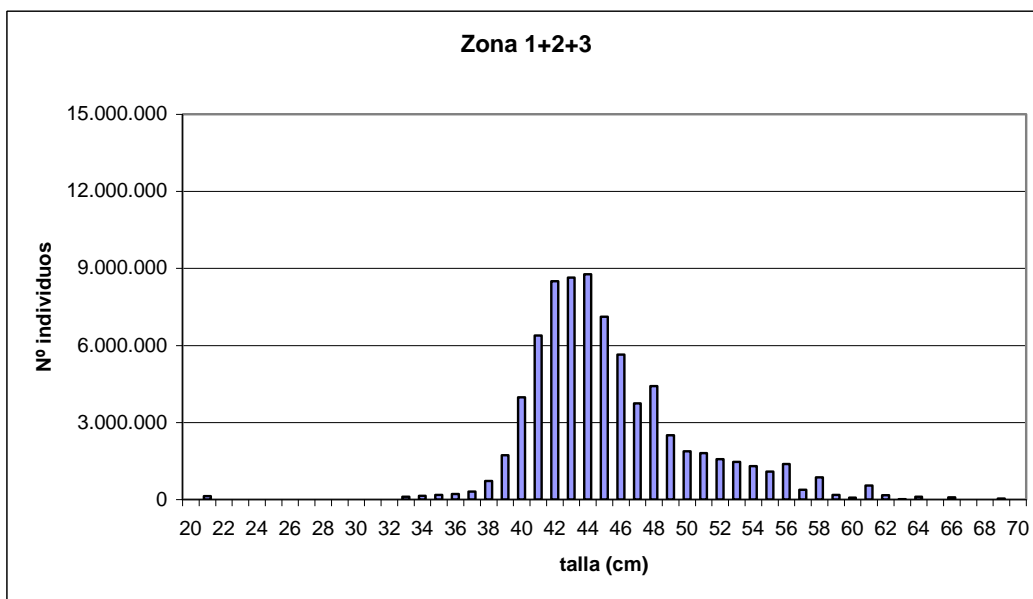
**Figura 5.** Distribución de frecuencia de la Abundancia para la Zona 1. Agosto 2013.



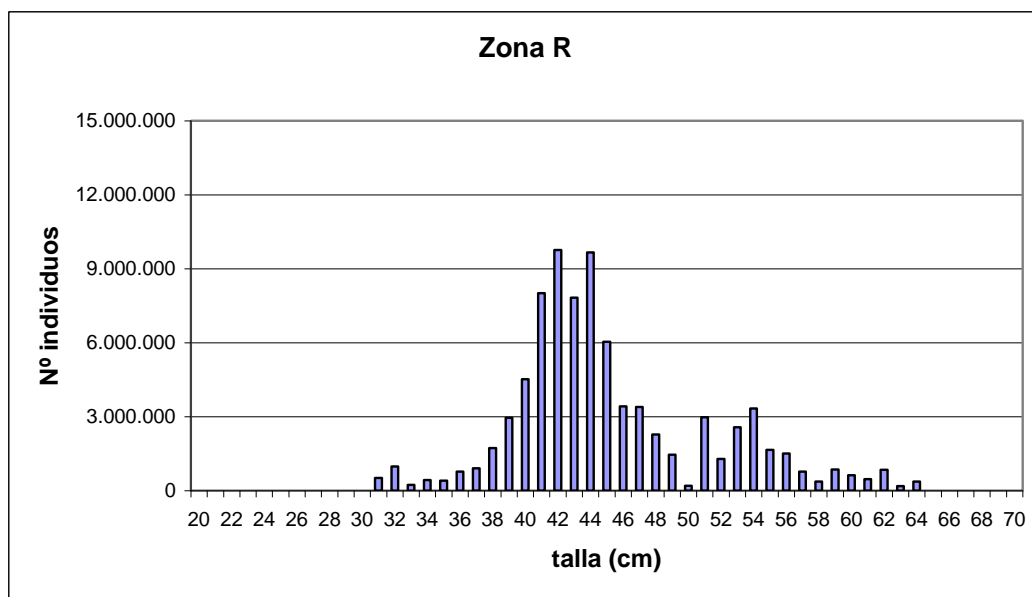
**Figura 6.** Distribución de frecuencia de la Abundancia para la Zona 2. Agosto 2013.



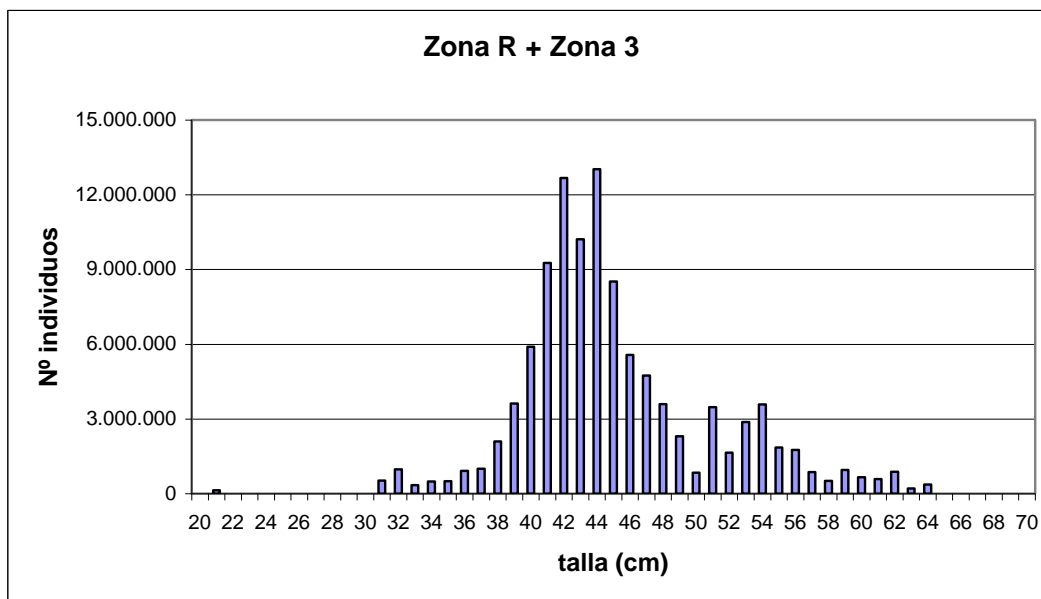
**Figura 7.** Distribución de frecuencia de la Abundancia para la Zona 3. Agosto 2013.



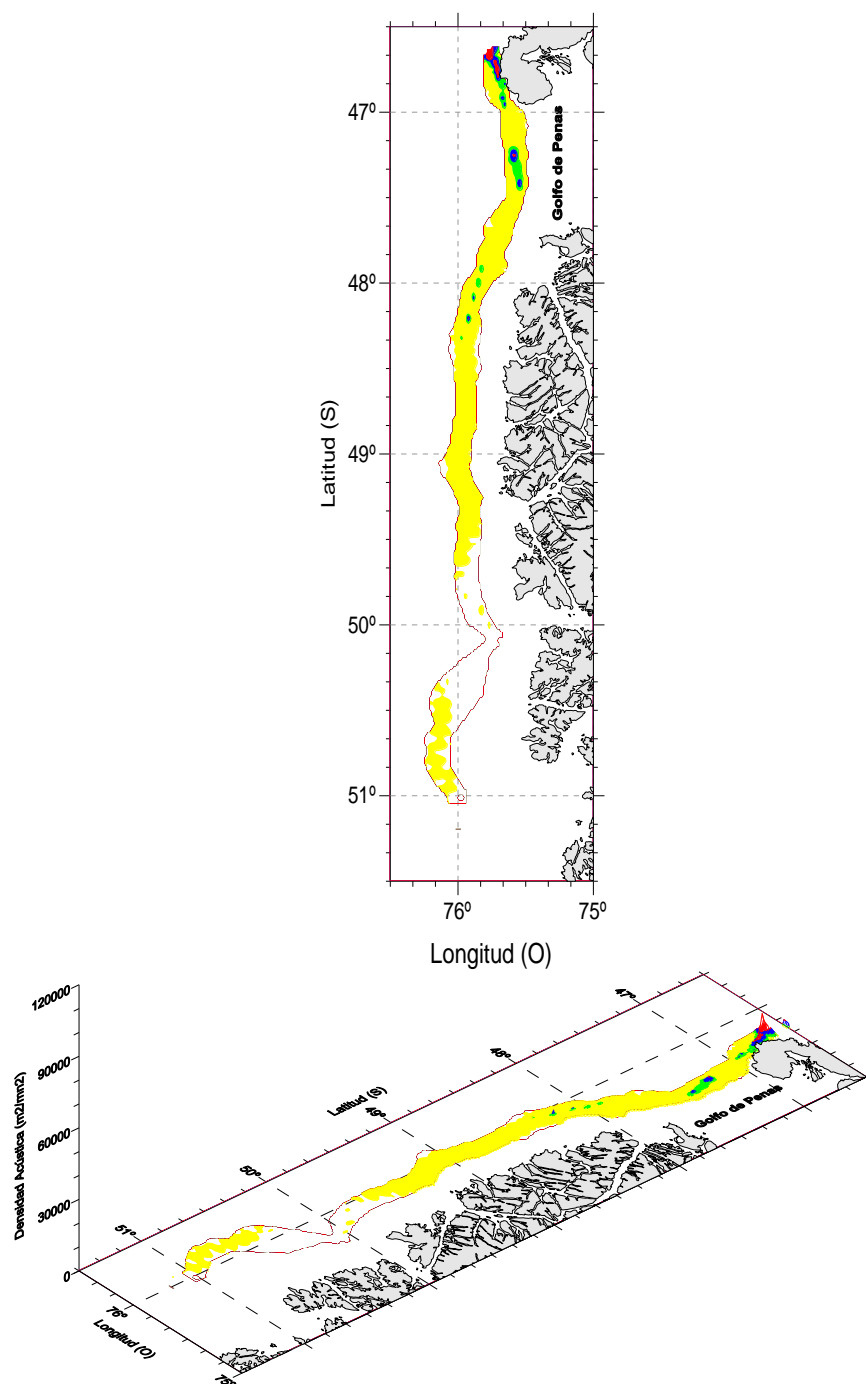
**Figura 8.** Distribución de frecuencia de la Abundancia para la suma de las Zonas 1, 2 y 3. Agosto 2013.



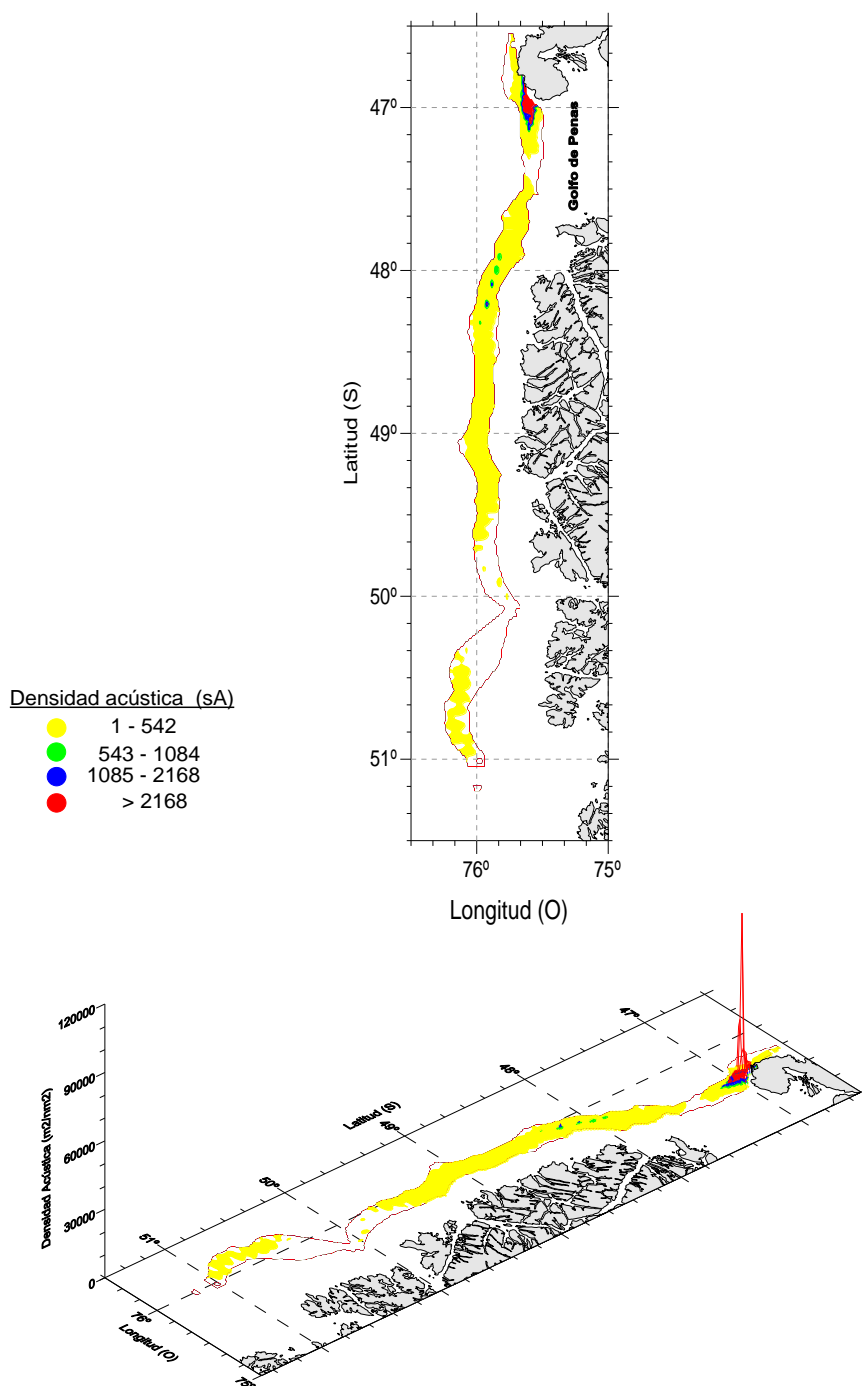
**Figura 9.** Distribución de frecuencia de la Abundancia Zona R, Agosto 2013.

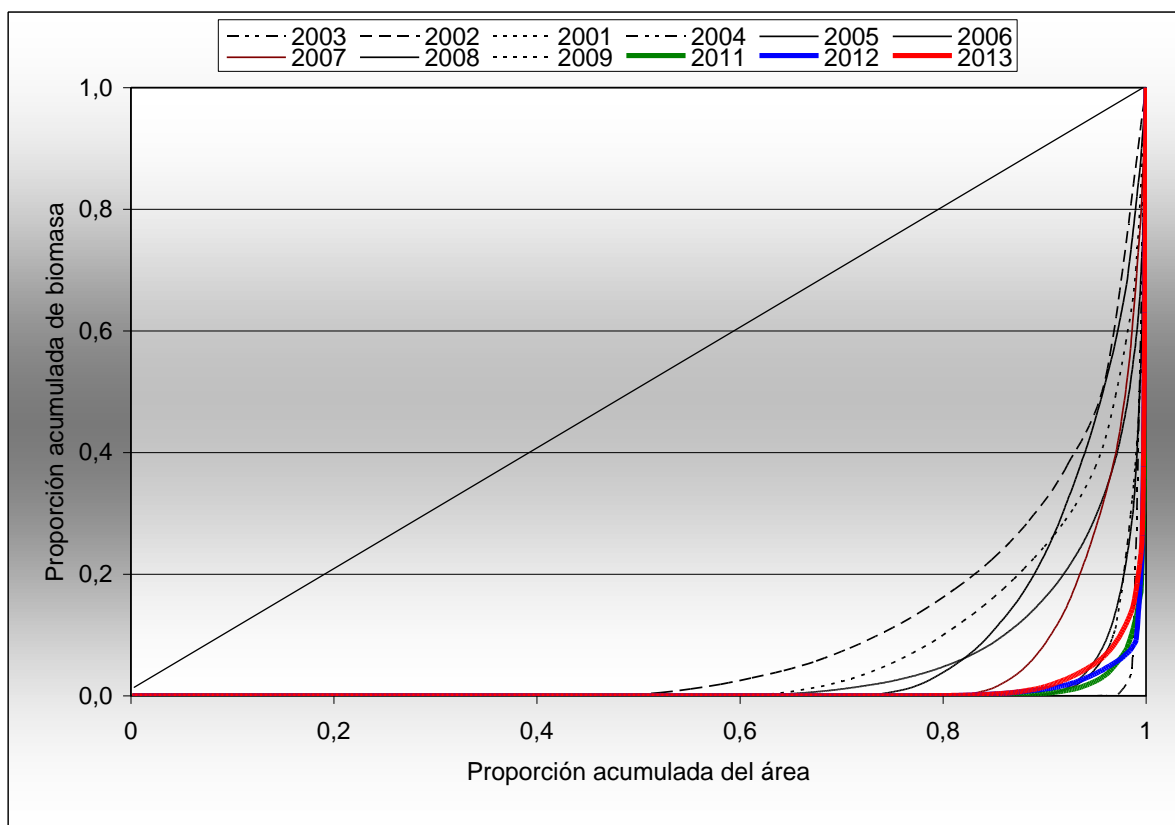


**Figura 10.** Distribución de frecuencia de la Abundancia Zona R + Zona 3. Agosto 2013.



**Figura 11.** Distribución espacial de la densidad de merluza de tres aletas, Zona 1+2+3. Agosto 2013.

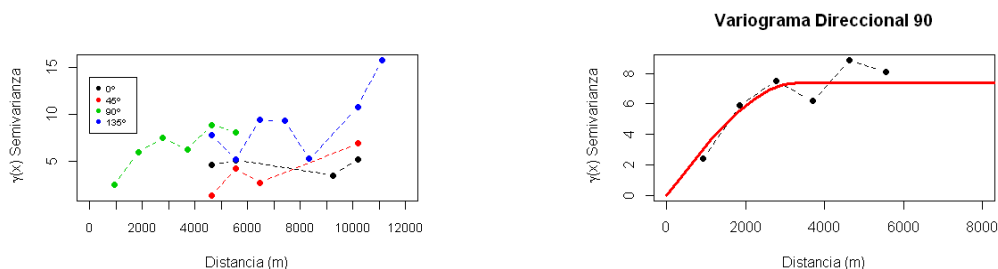




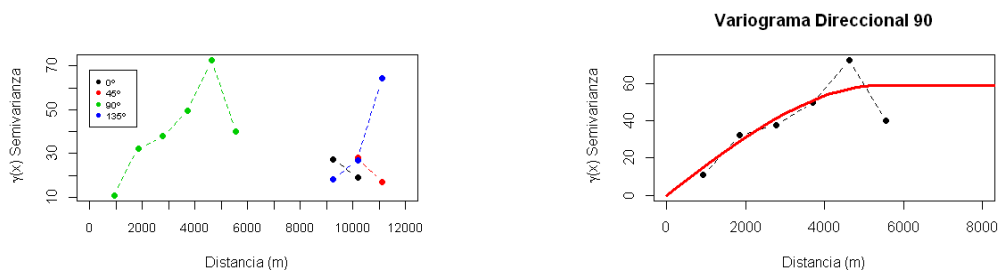
**Figura 13.** Curvas de Lorenz estimadas para los años 2001-2013.



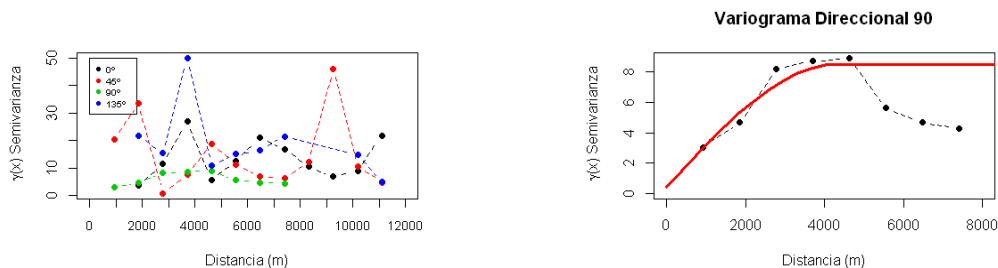
### Zona1



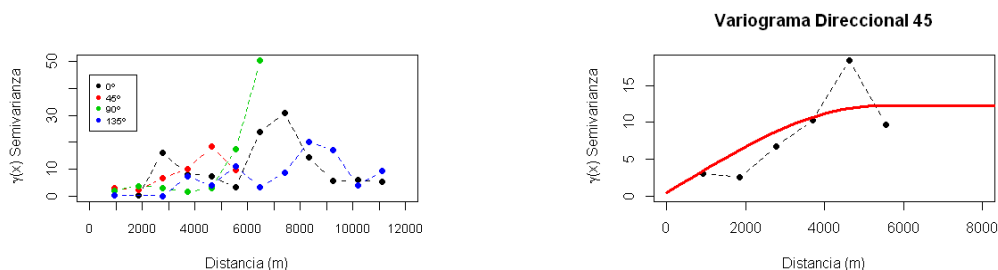
### Zona 2



### Zona 3

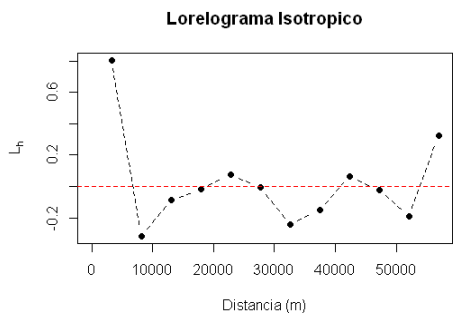


### Zona R

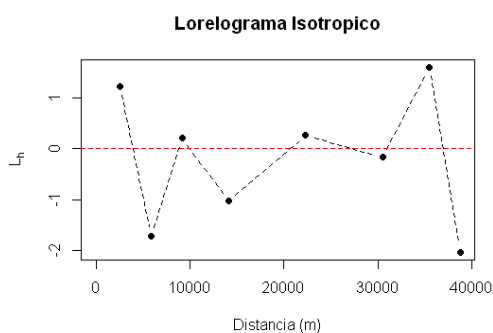


**Figura 14.** a) Variograma experimental anisotrópico en las direcciones 0°, 45°, 90° y 135°. b) Variograma experimental en la dirección de mayor continuidad espacial (•-•-•-•) y teórico. Ajustado (—).

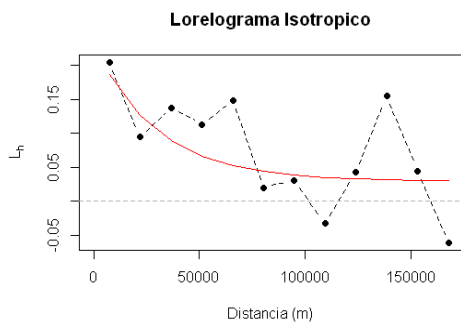
### Zona 1



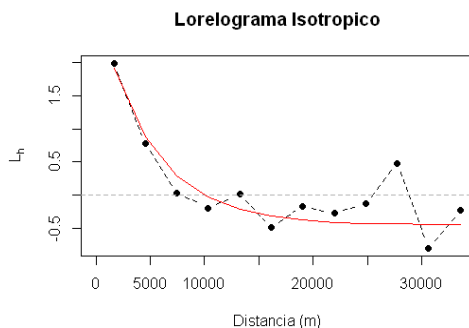
### Zona 2



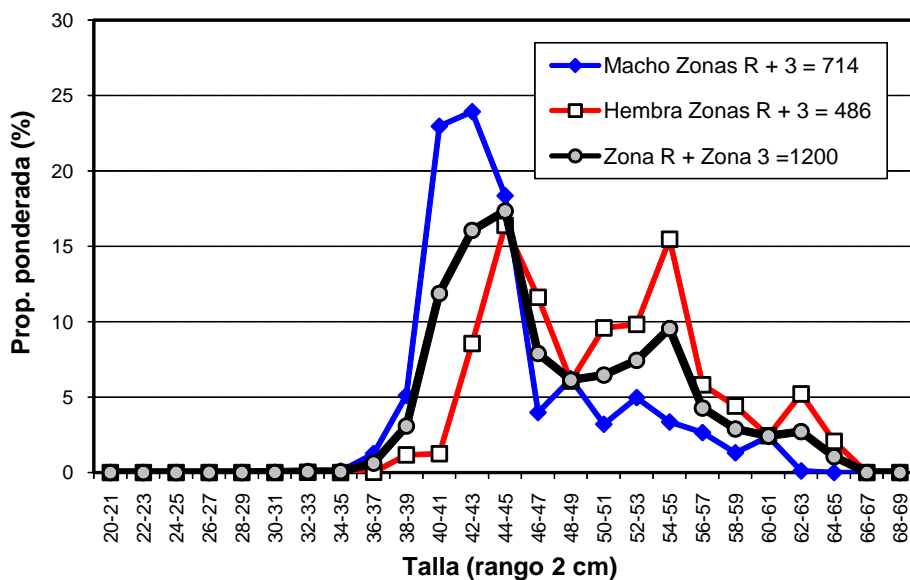
### Zona 3



### Zona R



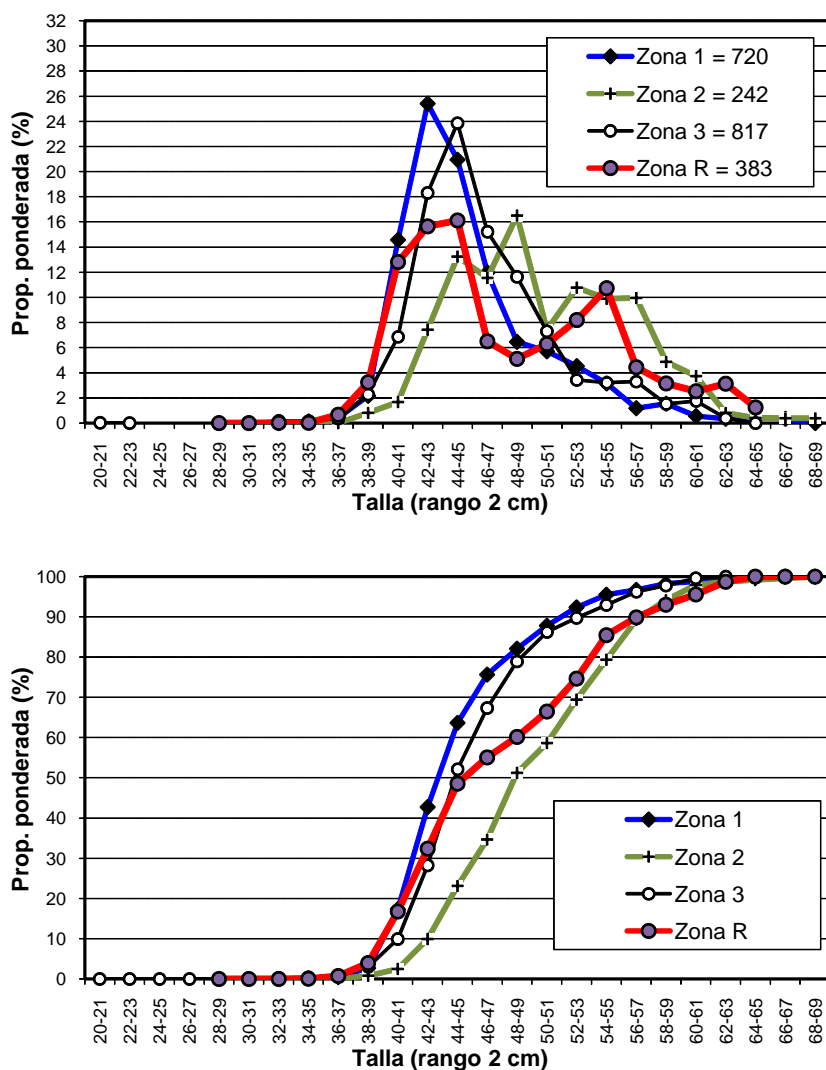
**Figura 15.** Lorelogramas medio estimado de log Odds Ratio en función a la distancia para la data estratificada por zona.



Indicador	Macho Zonas R + 3	Hembra Zonas R + 3	Total Zonas R + 3
n	714	486	1200
Mín. (cm)	21	31	21
Máx. (cm)	62	64	64
Prom. (cm)	44,9	50,6	47,8
D. est. (cm)	3,3	3,8	2,6
% < 35 cm	0,2	0,0	0,1
Prop. Sex. (%)	48,9	51,1	100

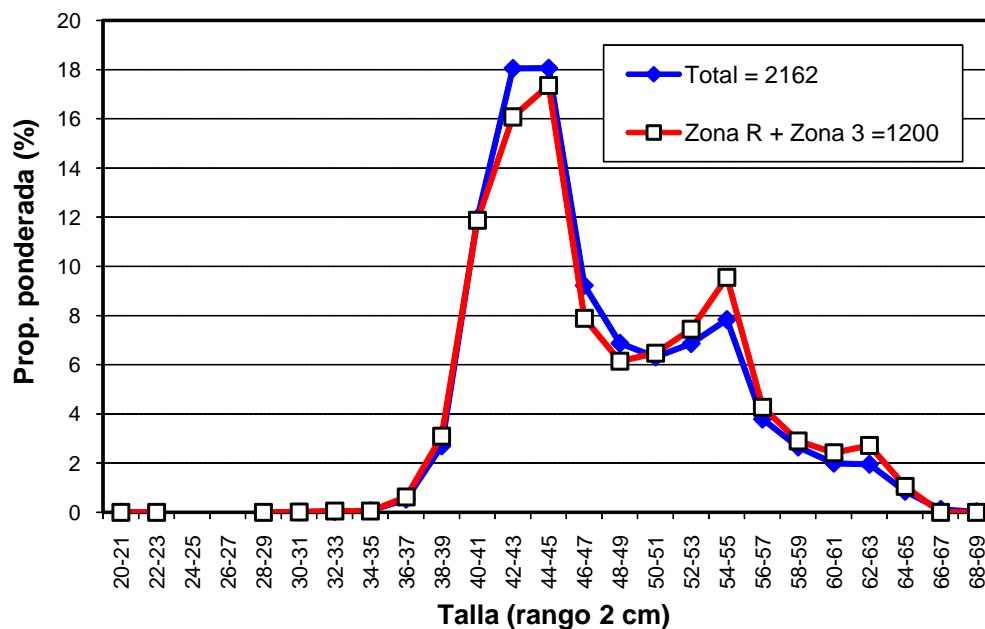
Zona 3	47°37,5' - 51°00' LS	Lances Crucero2 6 al 20 entre 21y 28/ago/2013
Zona R	46°45' - 47°20' LS	Lances Crucero2 21 al 24 entre 21 y 29/ago/2013

**Figura 16.** Distribución de talla por sexo de merluza de tres aletas para período de desove comprendido entre la Zona R más la Zona 3. B/C Cabo de Hornos. Agosto 2013.



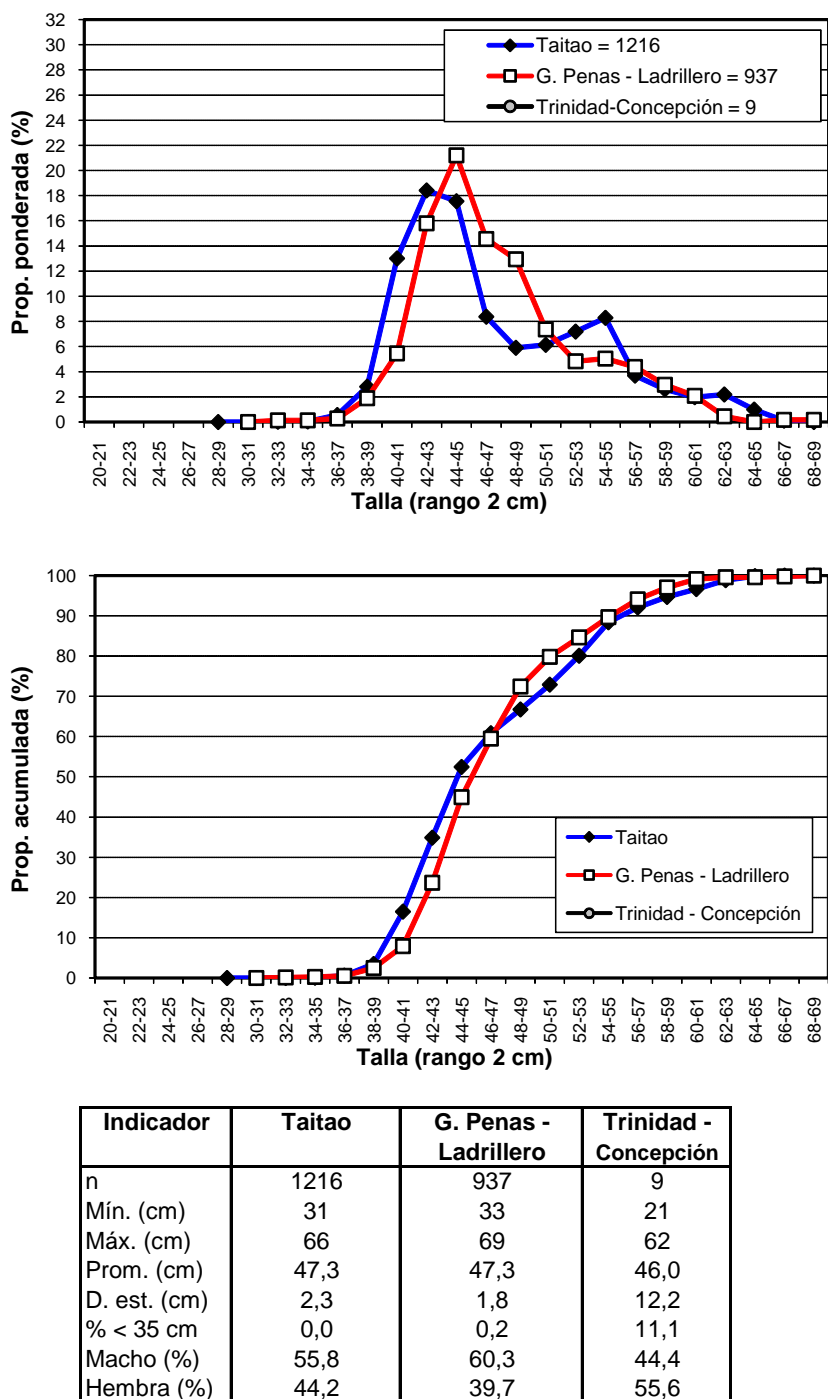
Zona 1	46°40' - 47°10' LS	Lances Crucero1 23, 24 y 25 + Lances Crucero2 1, 2 y 3 entre 17 y 20/ago/2013
Zona 2	47°10' - 47°37,5' LS	Lances Crucero2 4 y 5 21/ago/2013
Zona 3	47°37,5' - 51°00' LS	Lances Crucero2 6 al 20 entre 21 y 28/ago/2013
Zona R	46°45' - 47°20' LS	Lances Crucero2 21 al 24 entre 21 y 29/ago/2013

**Figura 17.** Distribución de talla de merluza de tres aletas para las diferentes zonas en el área de estudio. B/C Cabo de Hornos. Agosto, 2013.

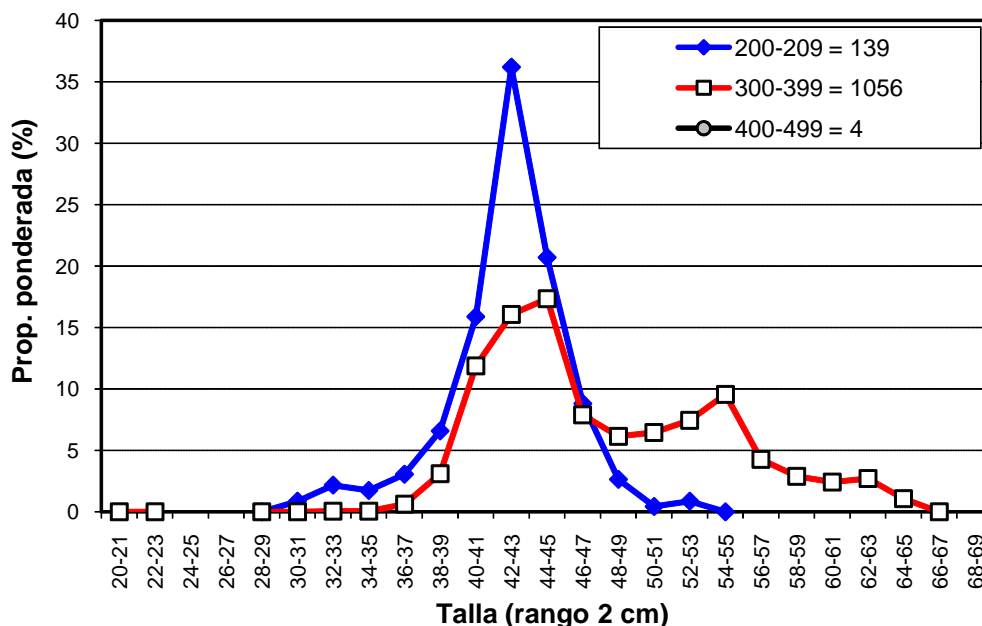


Indicador	Total	Total
	Todos los lances	Zonas R + 3
n	2162	1200
Mín. (cm)	21	21
Máx. (cm)	69	64
Prom. (cm)	47,3	47,8
D. est. (cm)	2,0	2,6
% < 35 cm	0,1	0,1
Macho (%)	56,4	48,9
Hembra (%)	43,6	51,1

**Figura 18.** Distribución de talla de merluza de tres aletas para el total de los lances observados y la Zona R + Zona 3. B/C Cabo de Hornos. Agosto, 2013.



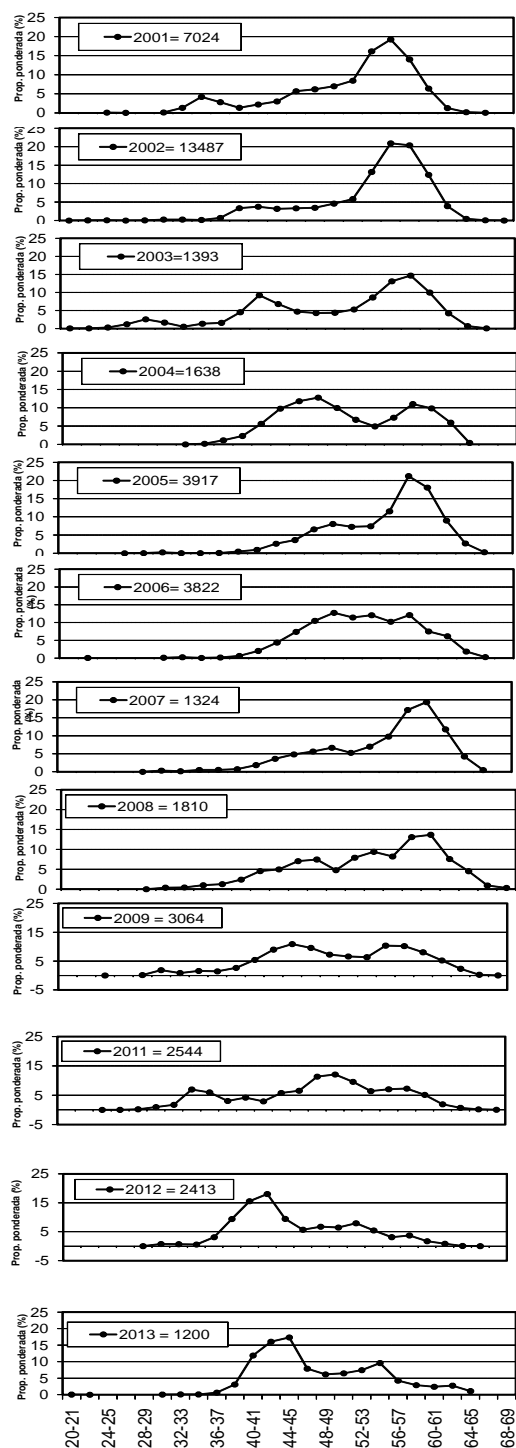
**Figura 19.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por área. B/C Cabo de Hornos. Agosto, 2013.



Indicador	200-209	300-399	400-499
n	139	1056	5
Mín. (cm)	31	21	38
Máx. (cm)	53	64	59
Prom. (cm)	42,3	47,9	48,4
D. est. (cm)	3,3	2,7	8,7
% < 35 cm	3,9	0,1	0,0
Macho (%)	79,9	48,6	60,0
Hembra (%)	20,1	51,4	40,0

Rango de profundidad en metros

**Figura 20.** Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red, m) en la Zona R + Zona 3. B/C Cabo de Hornos. Agosto, 2013.

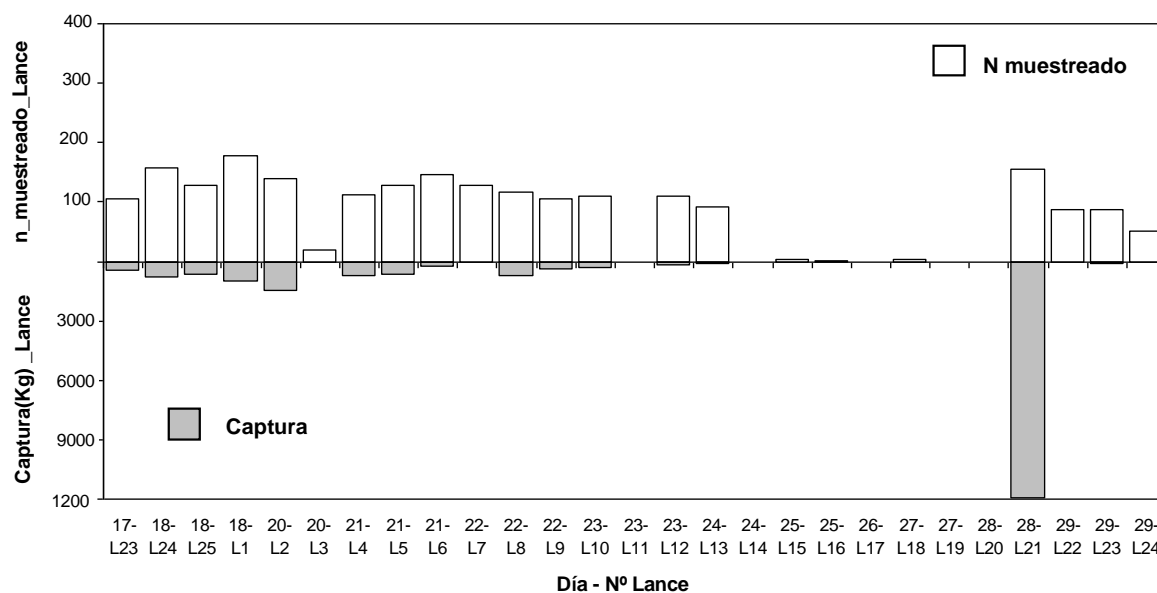


Año	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 35 cm (%)	Prop. Sexual %	
				Macho	Hembra
2001	50,0	6,8	3,6	54	46
2002	49,9	7,8	3,5	53	47
2003	46,8	8,7	7,0	56	44
2004	53,0	6,0	0,5	49	51
2005	54,0	1,9	0,3	52	48
2006	52,6	0,6	0,5	42	58
2007	53,9	2,0	0,5	49	51
2008	51,9	2,5	1,0	53	47
2009	49,4	1,7	3,4	69	31
2011	48,5	1,6	5,0	58	42
2012	45,7	2,3	1,7	36	64
2013	47,8	2,6	0,1	49	51

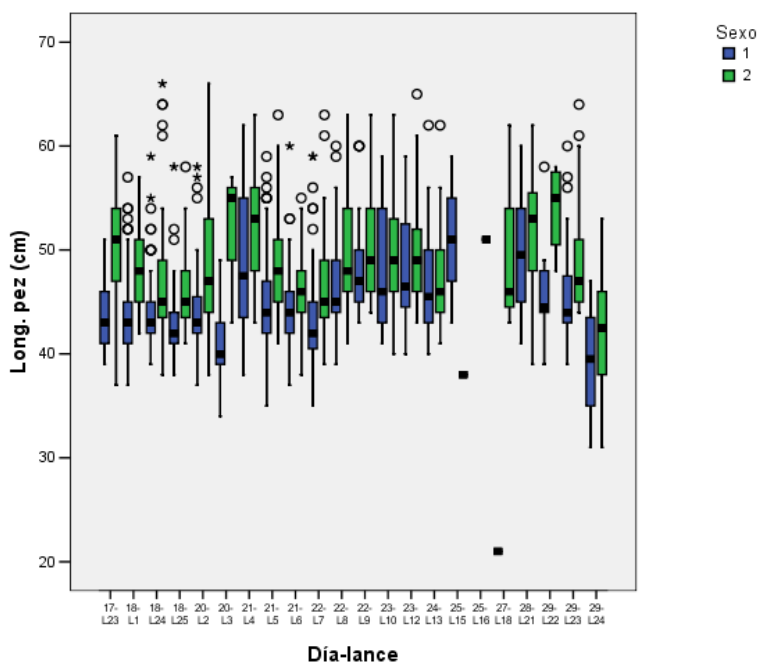
Año	20-33 cm (%)	34-49 cm (%)	>= 50 cm (%)
2001	1,6	32,5	65,9
2002	0,6	22,4	77,0
2003	6,4	36,9	56,7
2004	0,0	53,7	46,1
2005	0,3	22,3	77,4
2006	0,4	37,9	61,7
2007	0,5	24,4	75,2
2008	0,8	33,6	65,6
2009	2,9	47,8	49,3
2011	2,9	46,7	50,4
2012	1,6	68,8	29,6
2013	0,1	63,1	36,8

**Figura 21.** Distribución relativa de la talla de merluza de tres aletas para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012 y 2013.

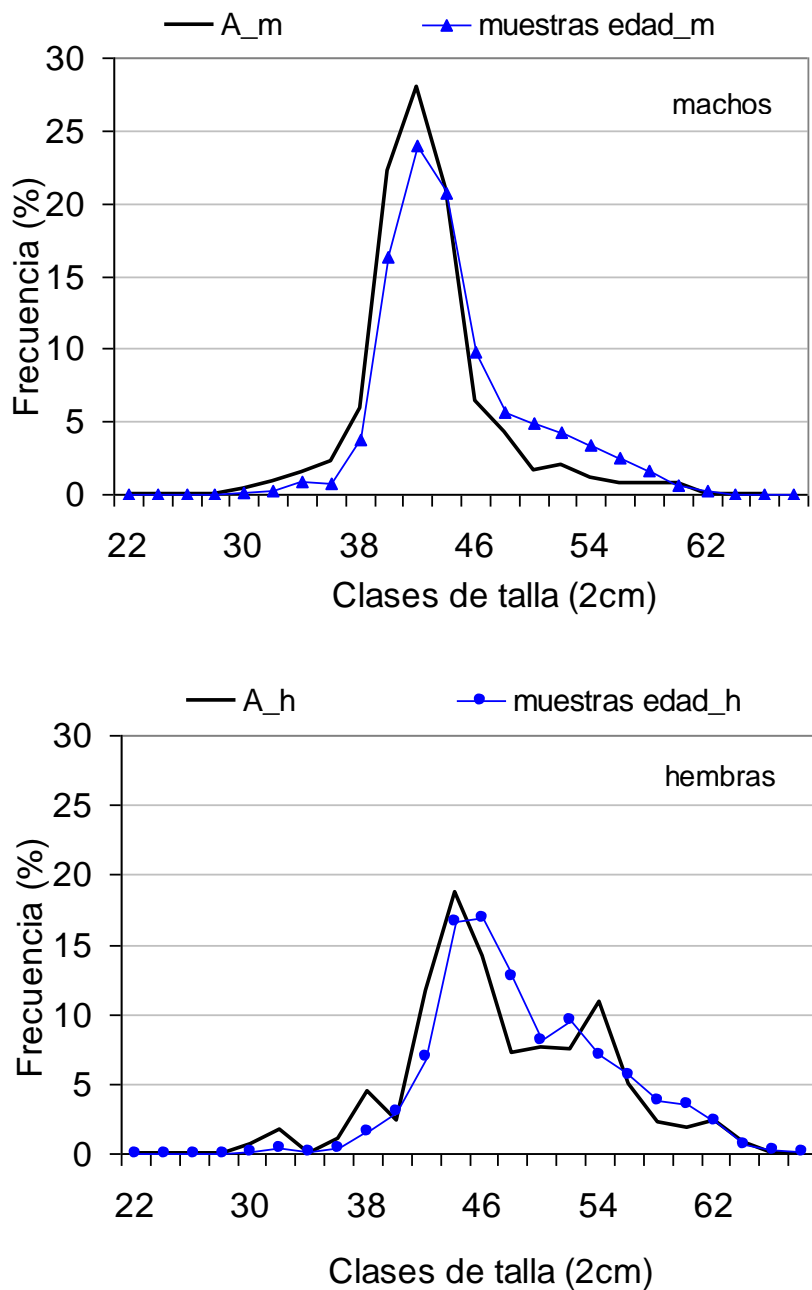




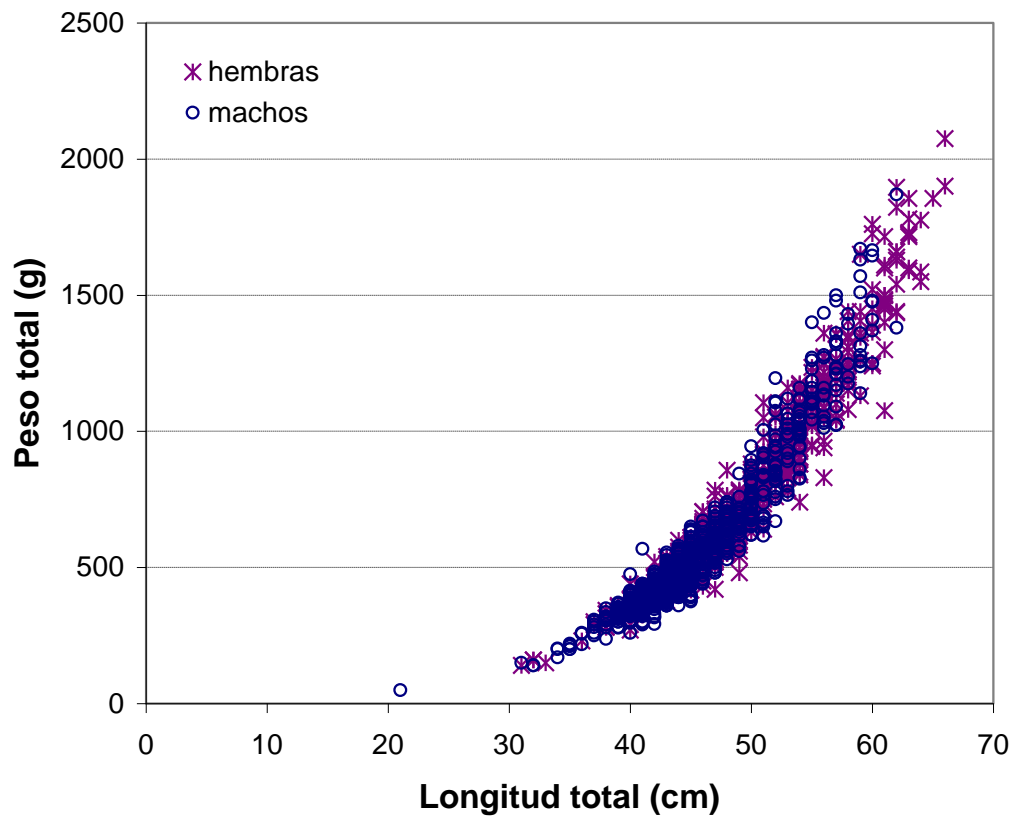
**Figura 22.** Distribución de la captura y número de ejemplares muestreados por lance de pesca. Crucero de Investigación Merluza de tres aletas 2013.



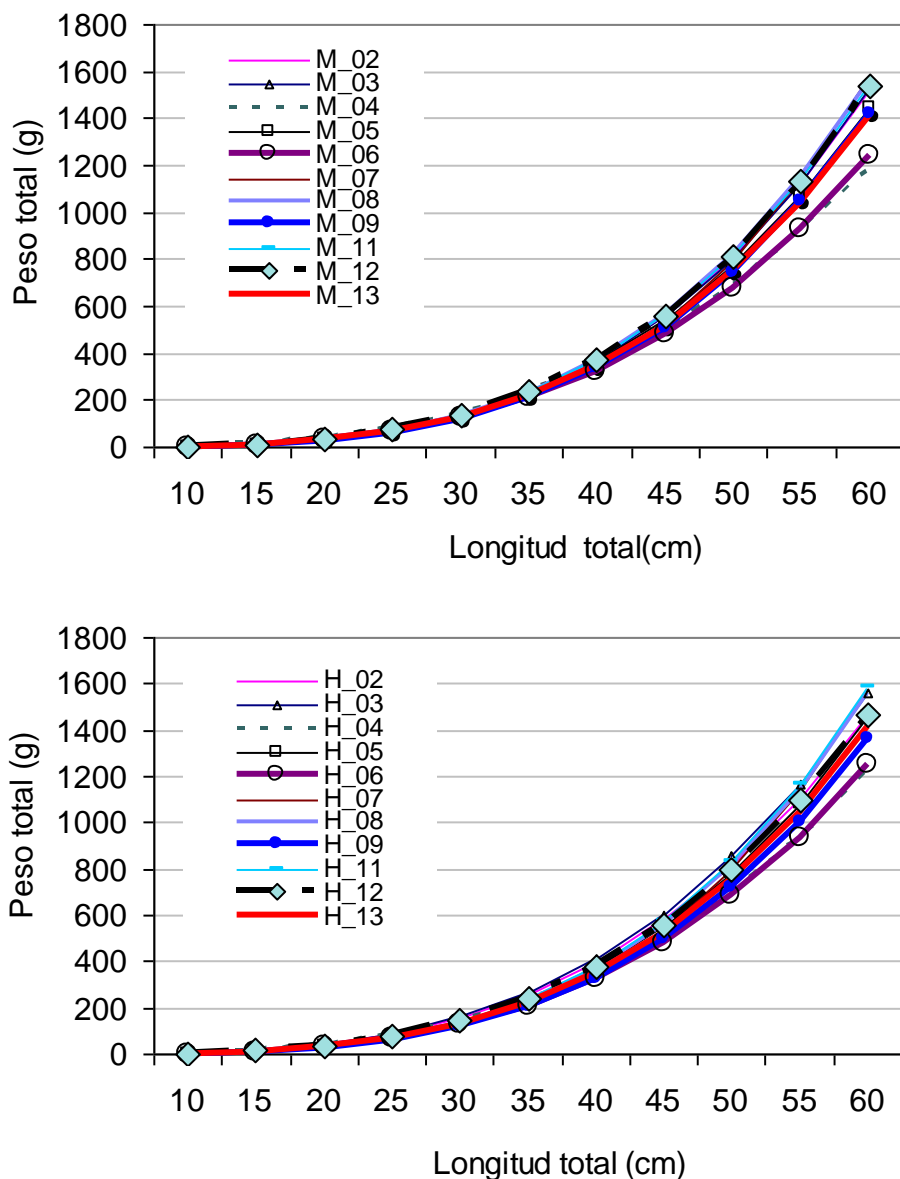
**Figura 23.** Rango de longitudes y tendencia central del Muestreo Biológico asociado a cada lance, agosto 2013.



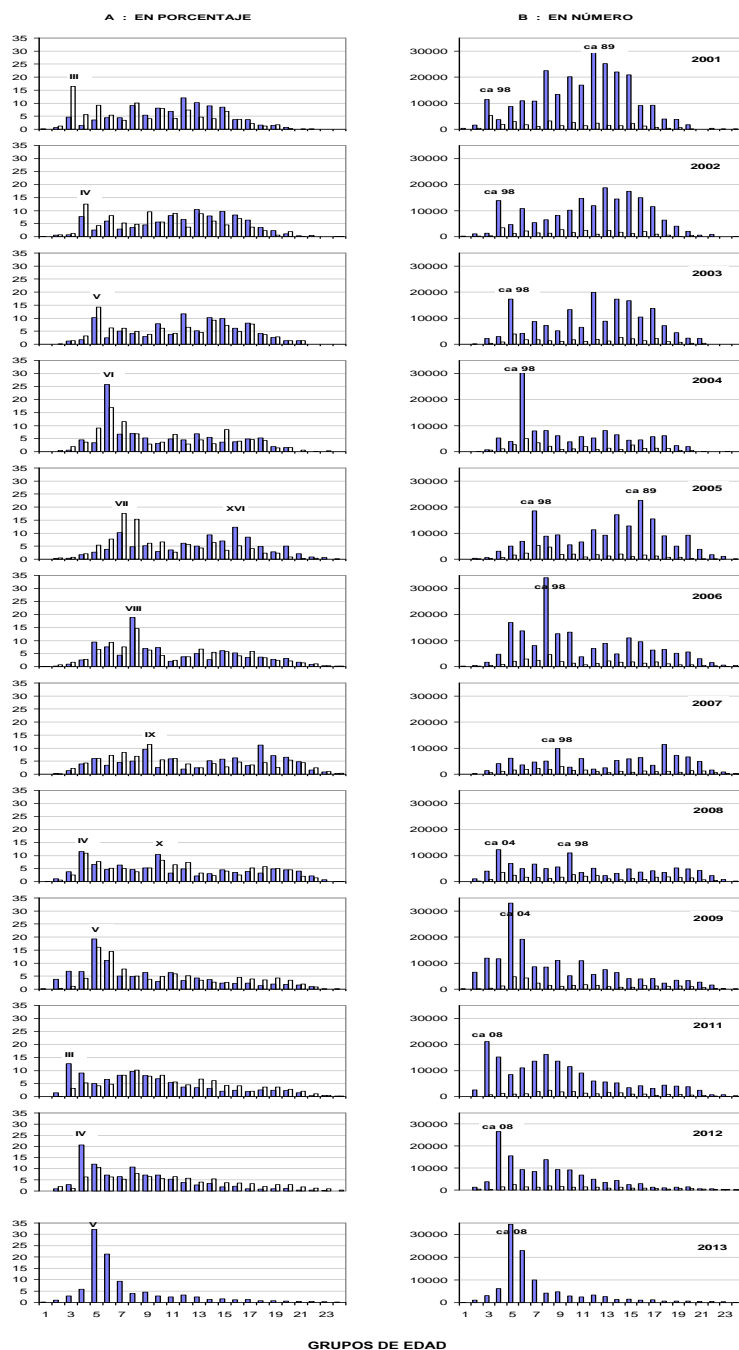
**Figura 24.** Distribución de frecuencia de tallas (en %) del muestreo de otolitos analizados para el estudio de edad, para machos (\_m) y hembras (\_h) y distribución de frecuencia de longitudes observadas, agosto 2013.



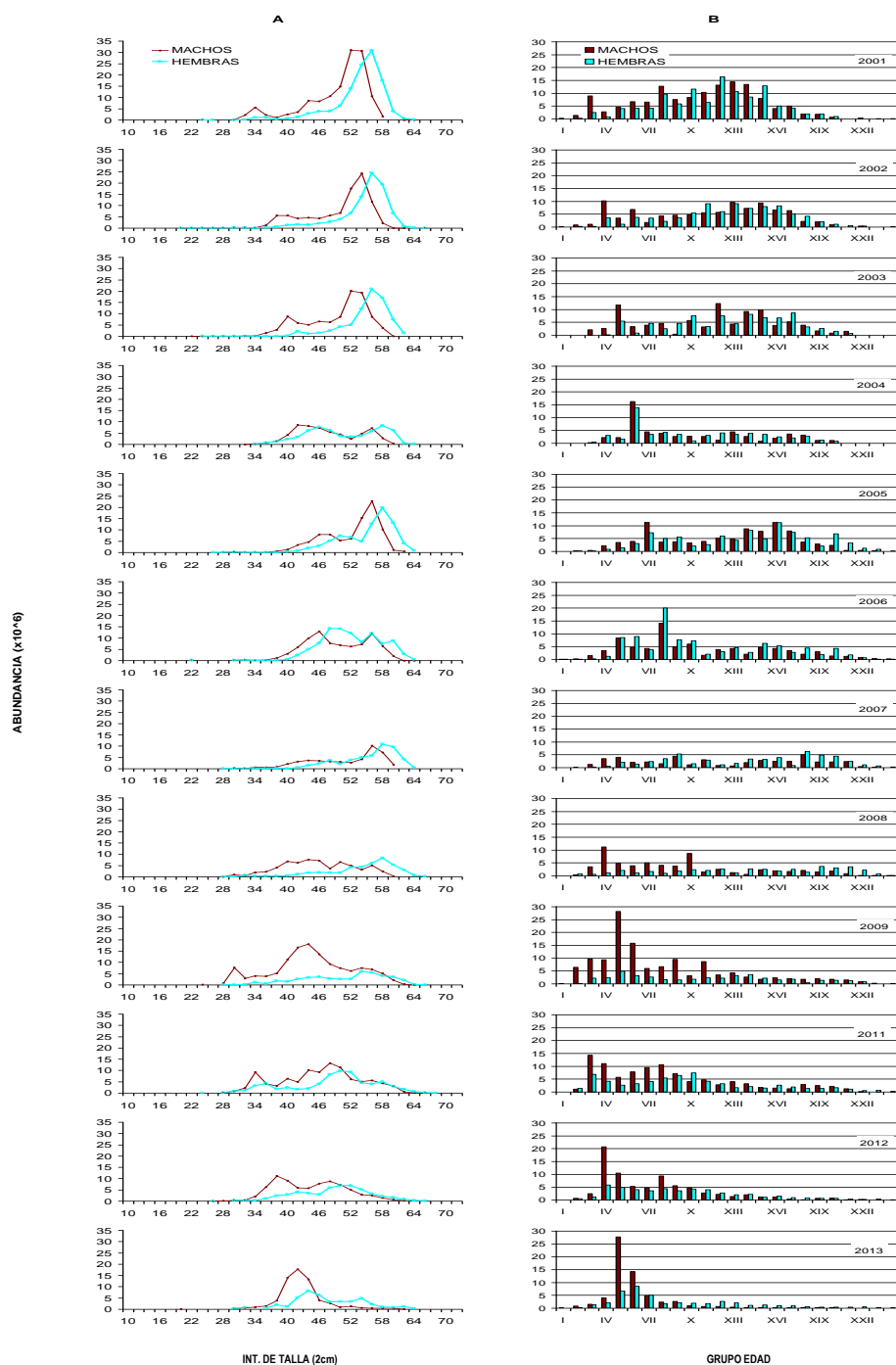
**Figura 25.** Dispersión de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Agosto 2013.



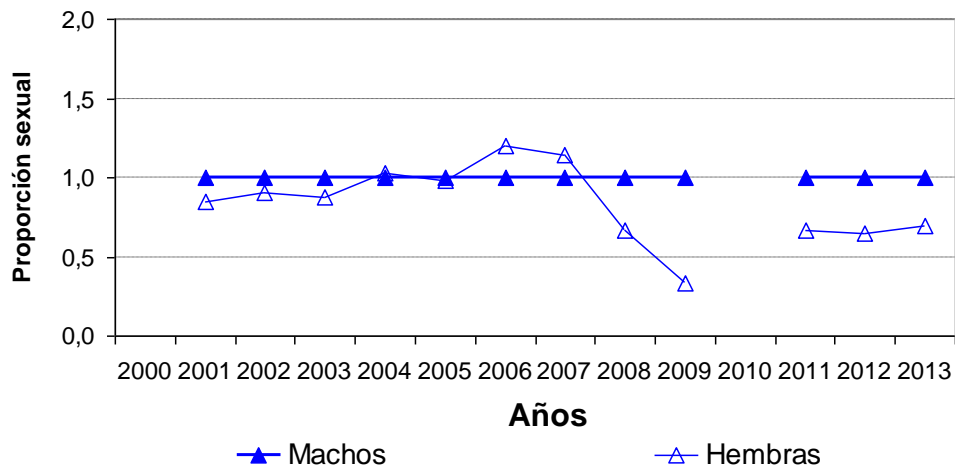
**Figura 26.** Curvas teóricas de función peso - longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra. Para muestras obtenidas durante el mes de agosto, años 2002 a 2013.



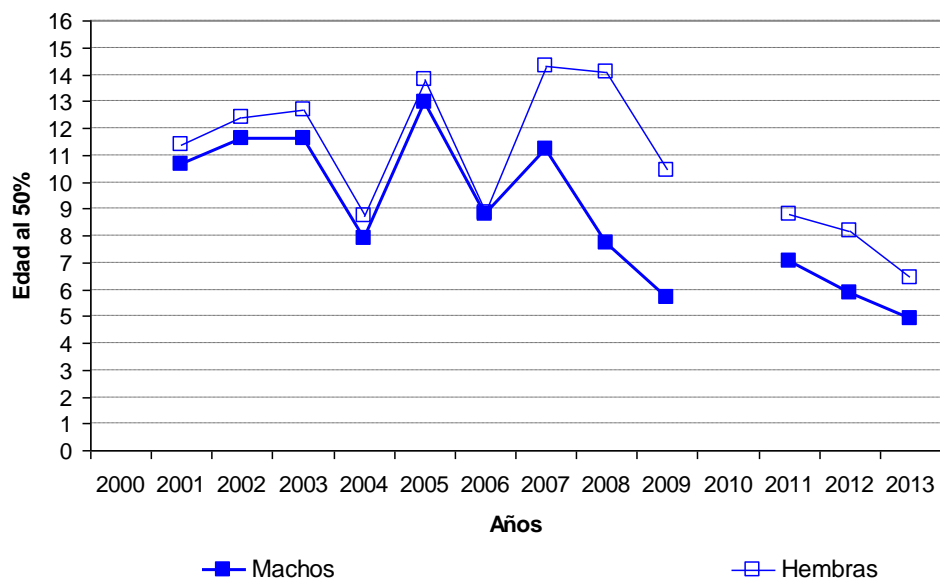
**Figura 27.** Estructura de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas A: en porcentaje B: en número. Para muestras obtenidas durante el mes de agosto, años 2002 a 2013. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigación.



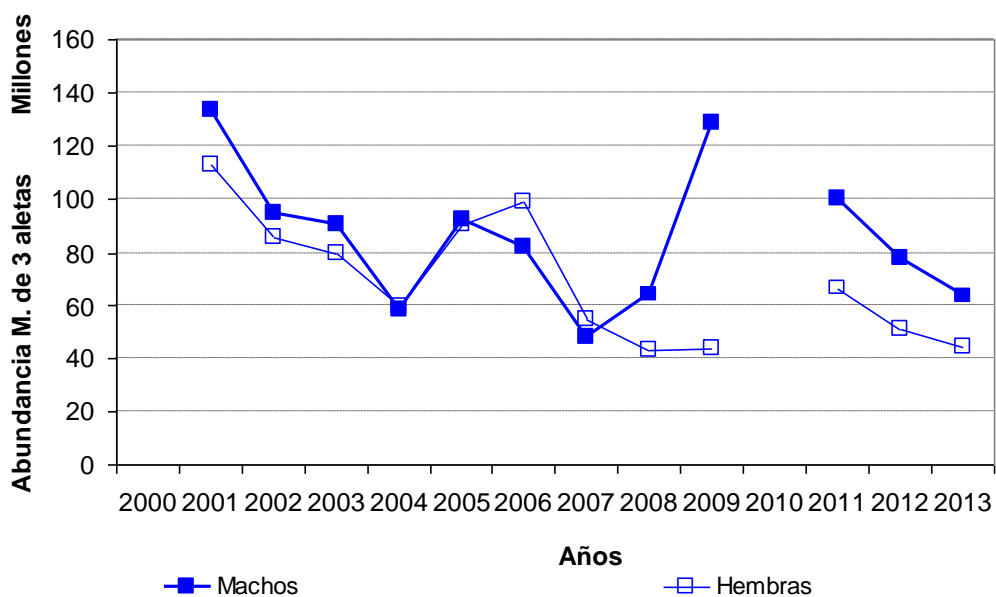
**Figura 28.** Distribución por clases de talla y por GE de la abundancia registrada en los Cruceros de Evaluación de merluza de tres aletas. Para muestras obtenidas durante el mes de agosto, años 2001 a 2013.



**Figura 29.** Proporción sexual de merluza de tres aletas, presente en la abundancia en el período de desove, según año.

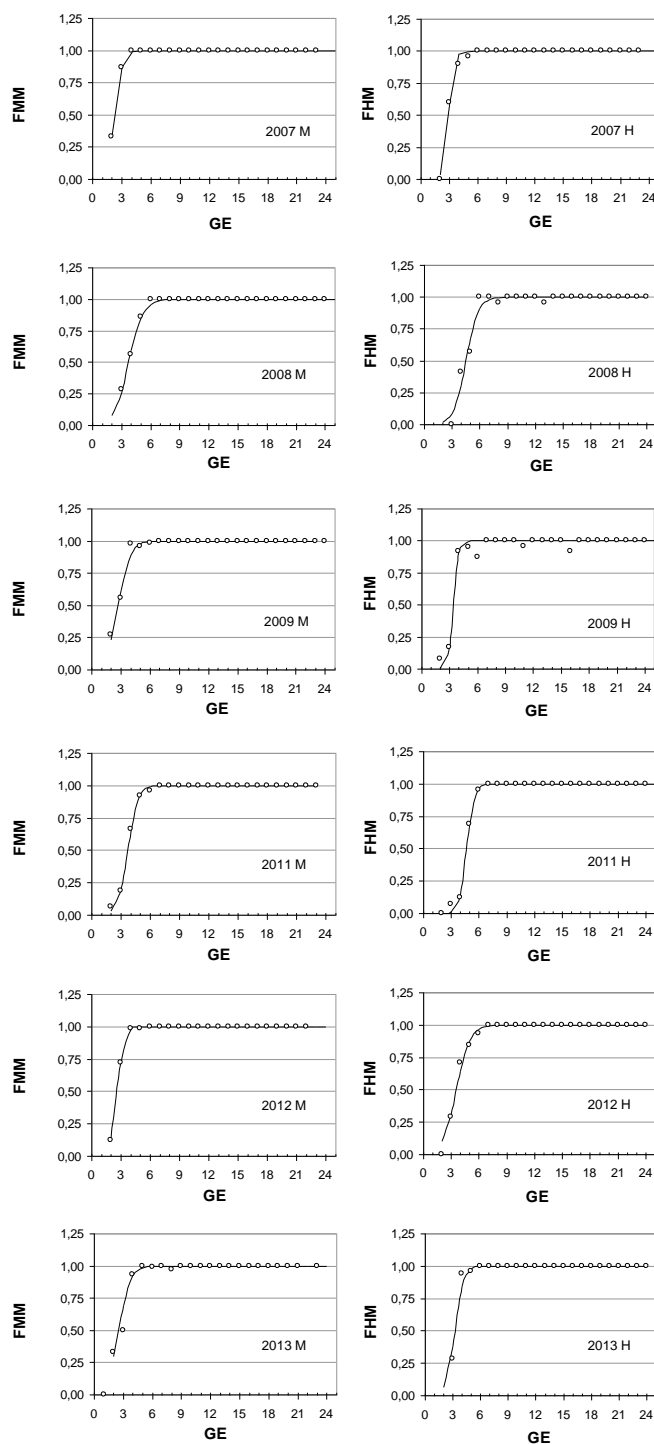


**Figura 30.** Edades medias de merluza de tres aletas, por sexo, presente en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2001 - 2013.

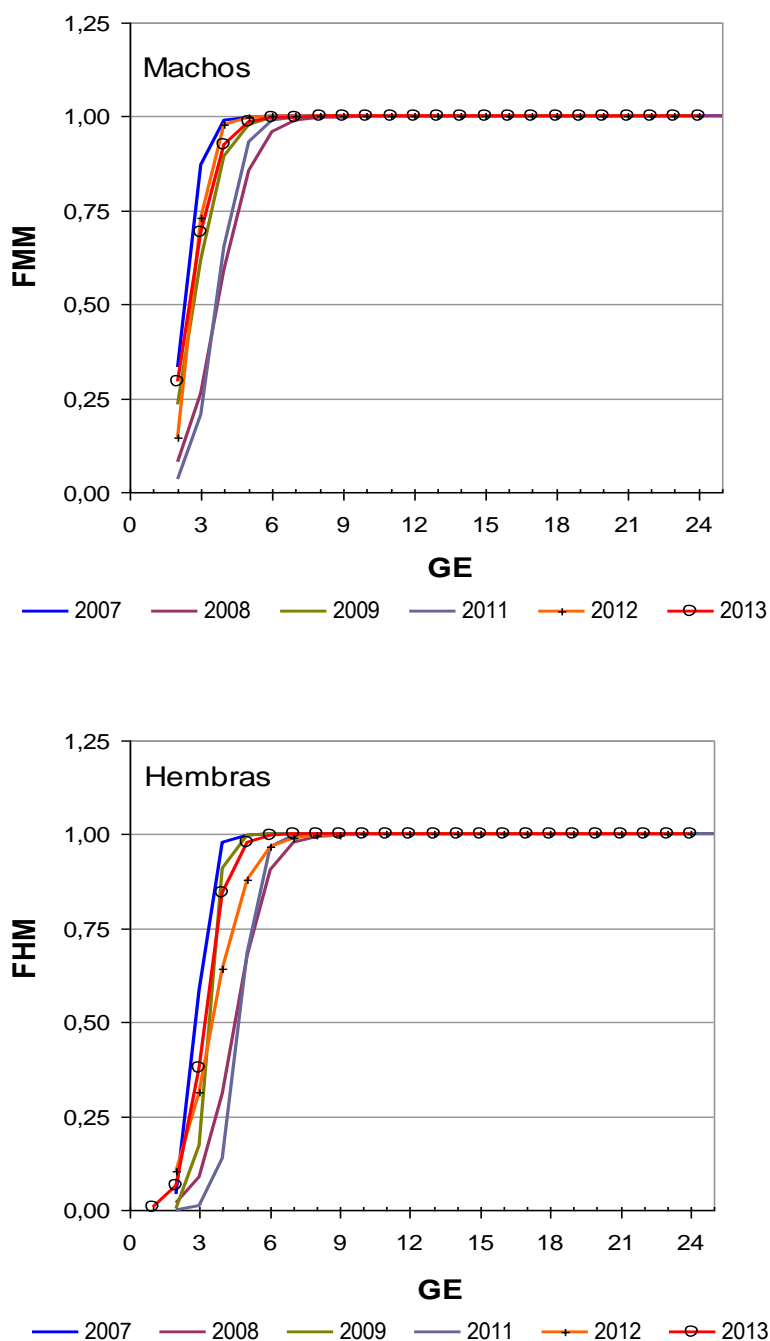


**Figura 31.** Abundancia de merluza de tres aletas, por sexo, en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 - 2013.

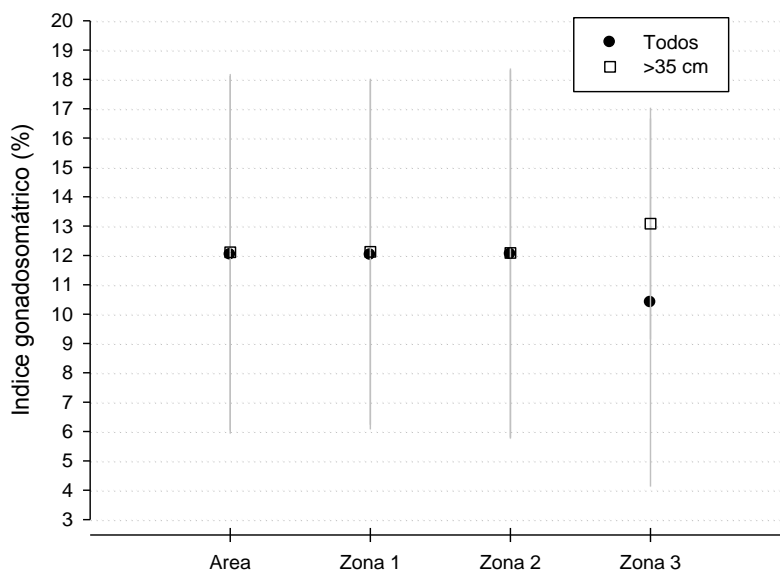




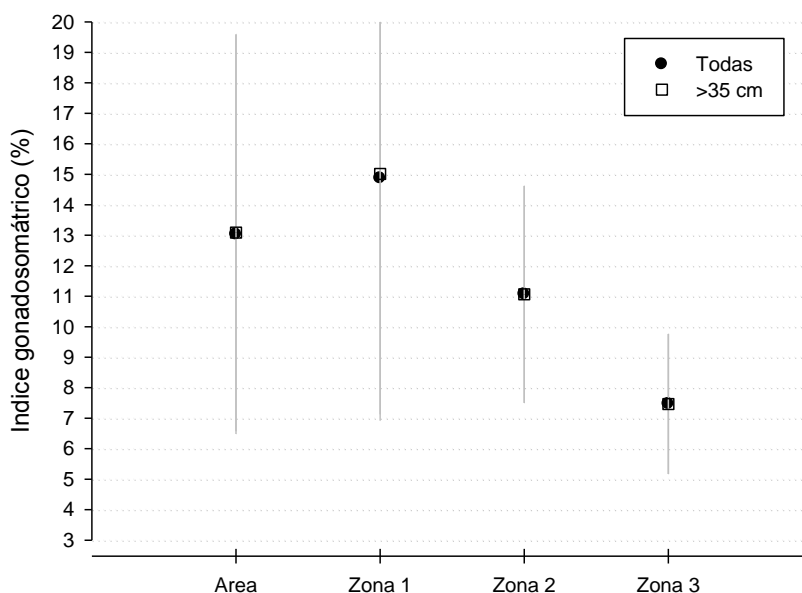
**Figura 32.** Fracción de merluza de tres aletas (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2007-2013.



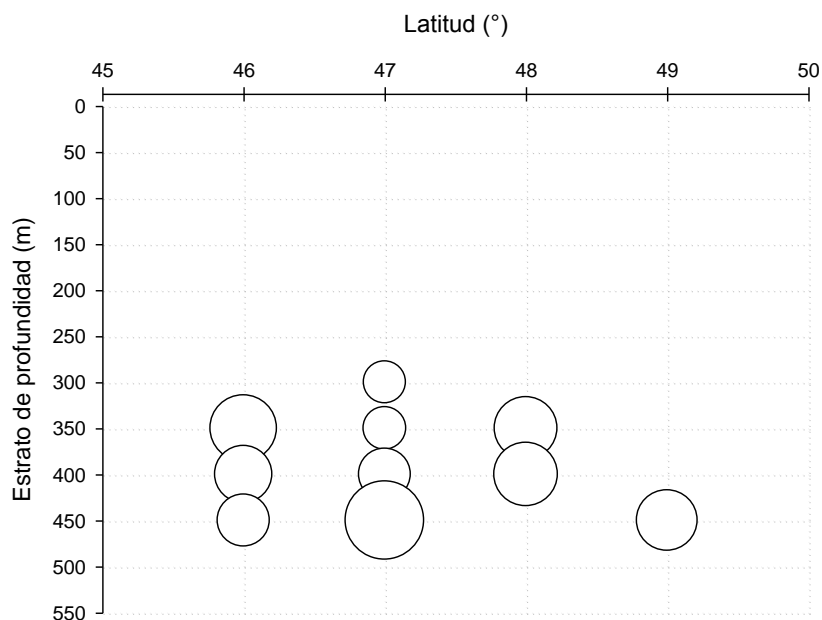
**Figura 33.** Curvas de madurez estimadas para merluza de tres aletas (machos y hembras), según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2007 a 2013. FMM: fracción de machos maduros; FHM: fracción de hembras maduras.



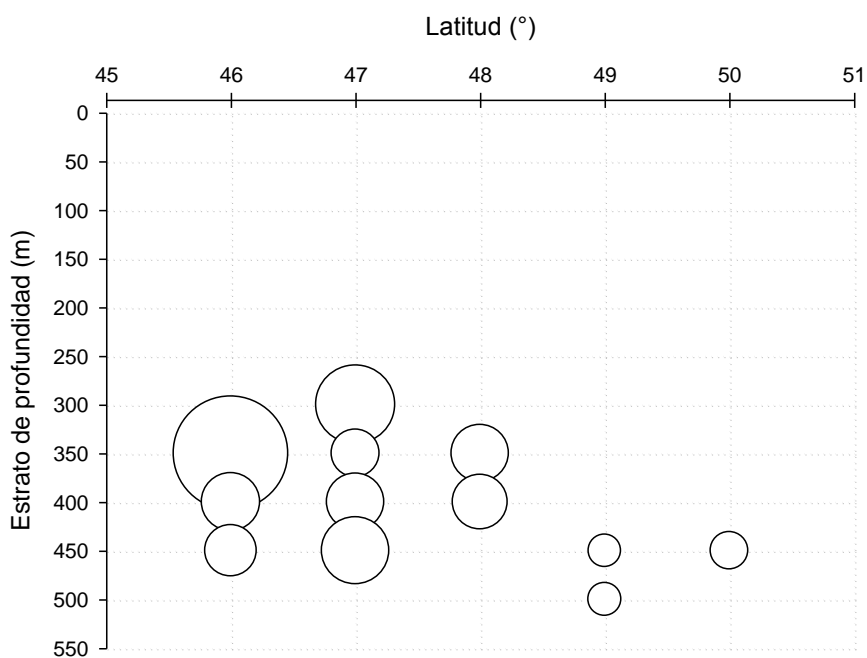
**Figura 34.** Índice gonadosomático promedio de machos de todas las tallas y > a 35 cm LT, para el área prospectada y por zonas (1: Taitao; 2: Golfo Penas – Ladrillero; 3: Trinidad – Concepción).



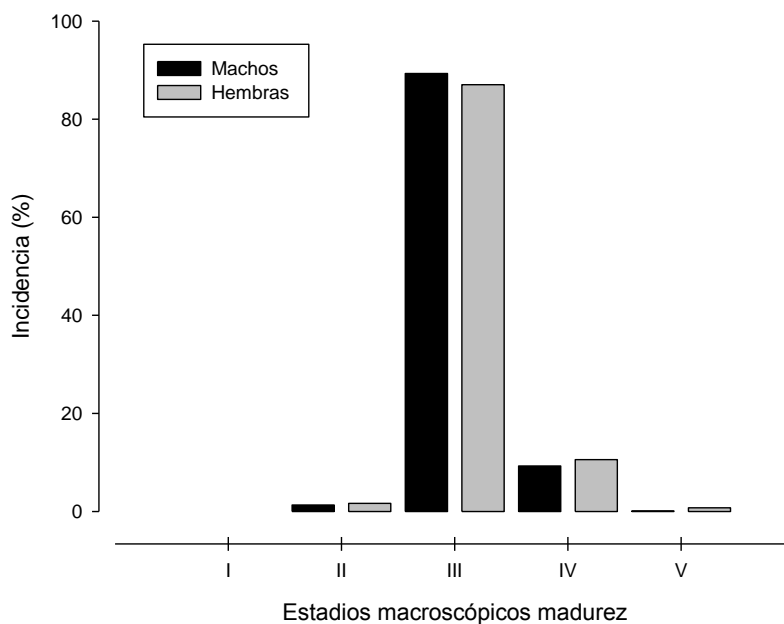
**Figura 35.** Índice gonadosomático promedio de hembras de todas las tallas y > a 35 cm LT, para el área prospectada y por zonas (1: Taitao; 2: Golfo Penas – Ladrillero; 3: Trinidad – Concepción).



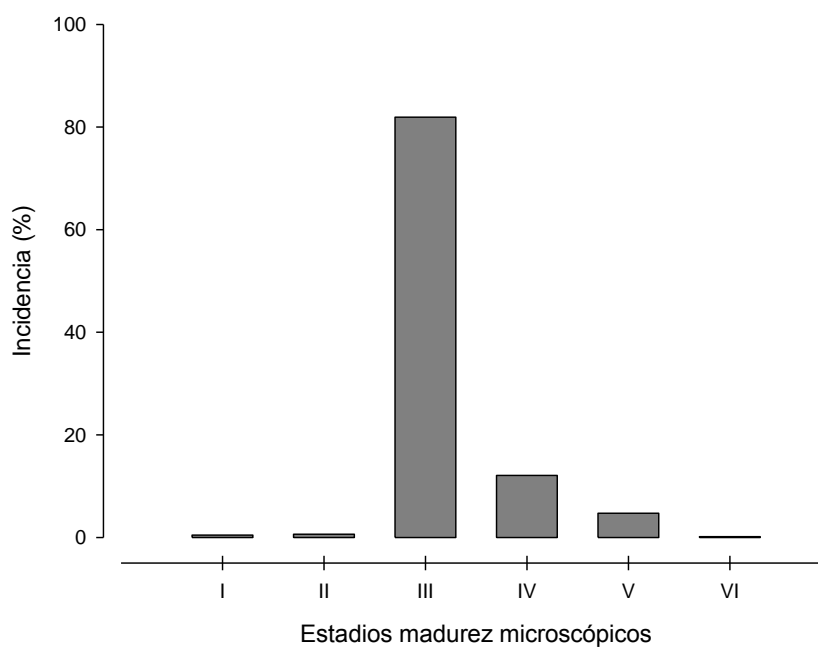
**Figura 36.** Distribución de los valores medios de IGS de machos > a 35 cm LT por grado de latitud y estrato de profundidad.



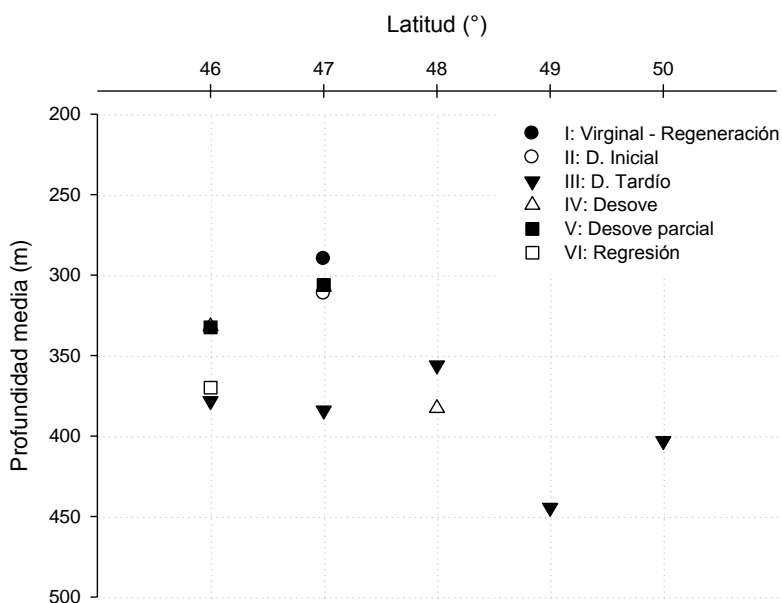
**Figura 37.** Distribución de los valores medios de IGS de hembras > a 35 cm LT por grado de latitud y estrato de profundidad.



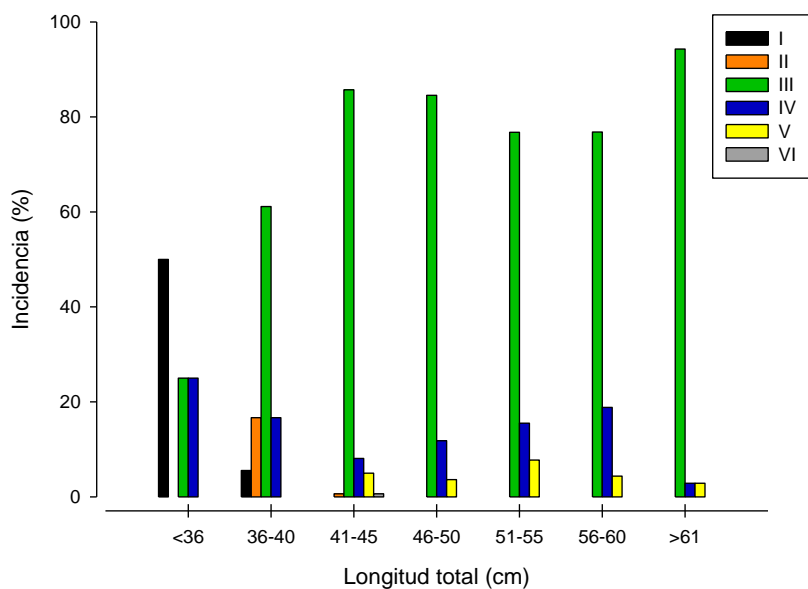
**Figura 38.** Incidencia de fases macroscópicas de madurez por sexos.



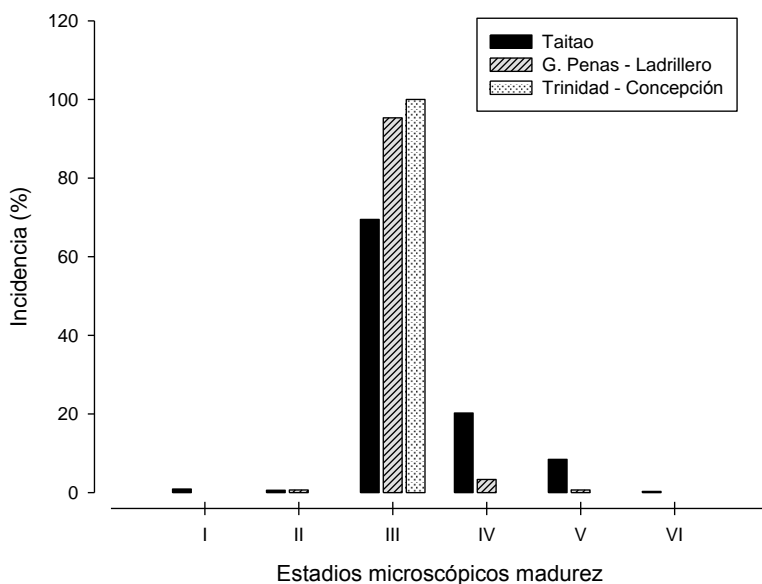
**Figura 39.** Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica.



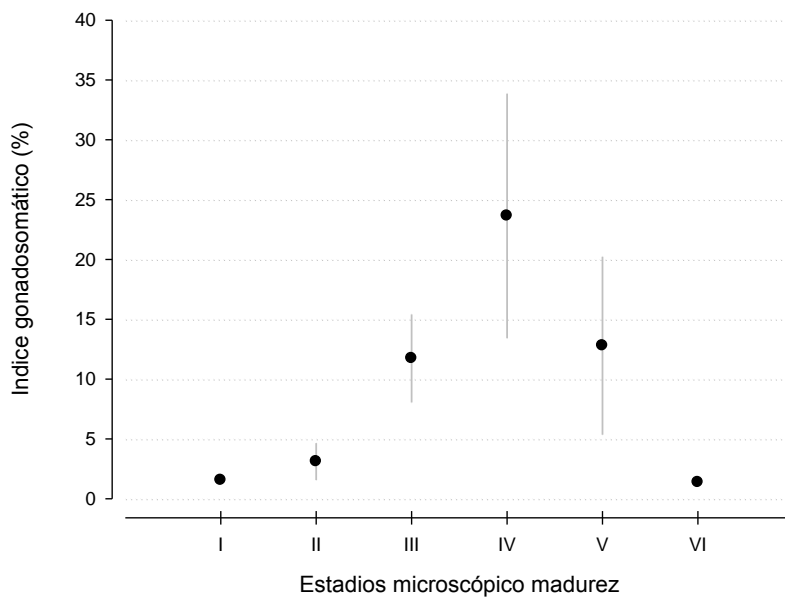
**Figura 40.** Distribución de las fases ováricas de madurez por grado de latitud y profundidad media.



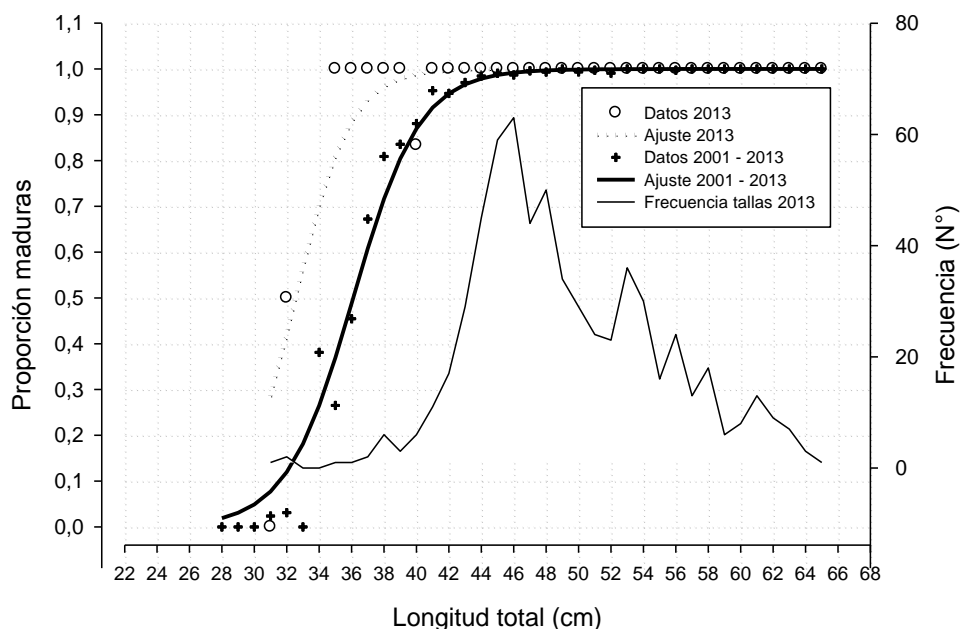
**Figura 41.** Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica por grupos de tamaños de las hembras.



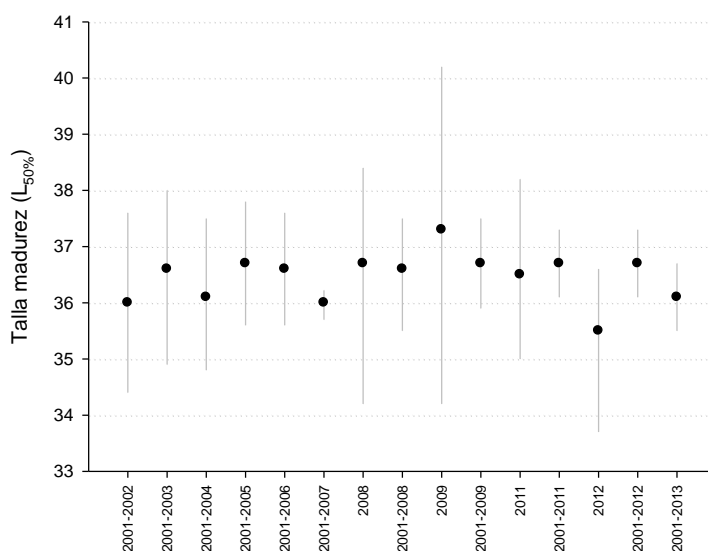
**Figura 42.** Incidencia de fases microscópicas de madurez ovárica por zonas.



**Figura 43.** Distribución del IGS medio en relación a las fases microscópicas de madurez ovárica.

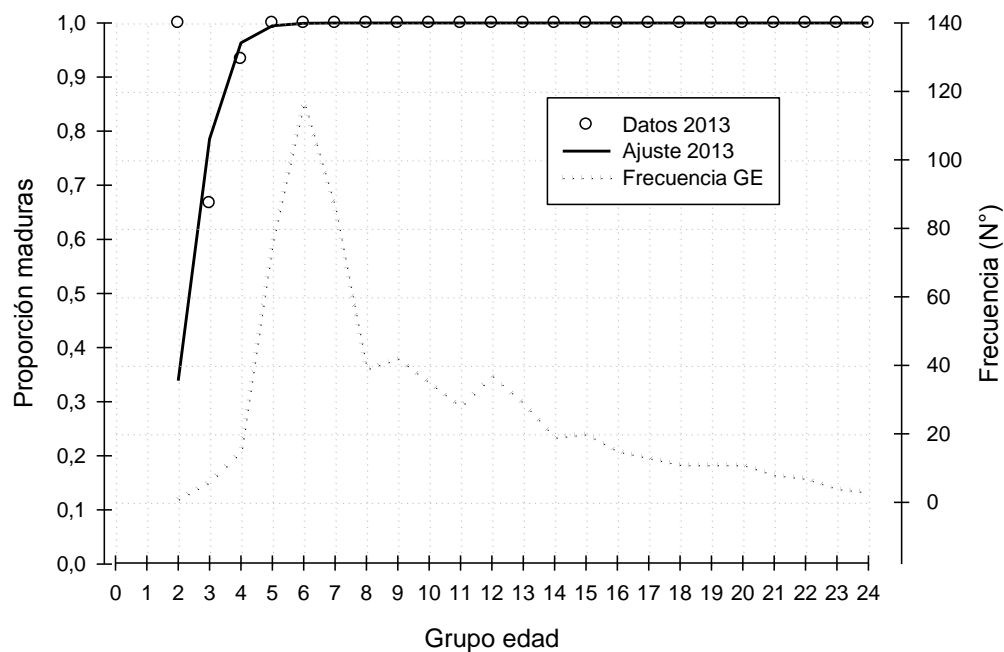


**Figura 44.** Proporción de hembras maduras por talla y ojiva de madurez, para datos de 2013 y periodo 2001 - 2013.

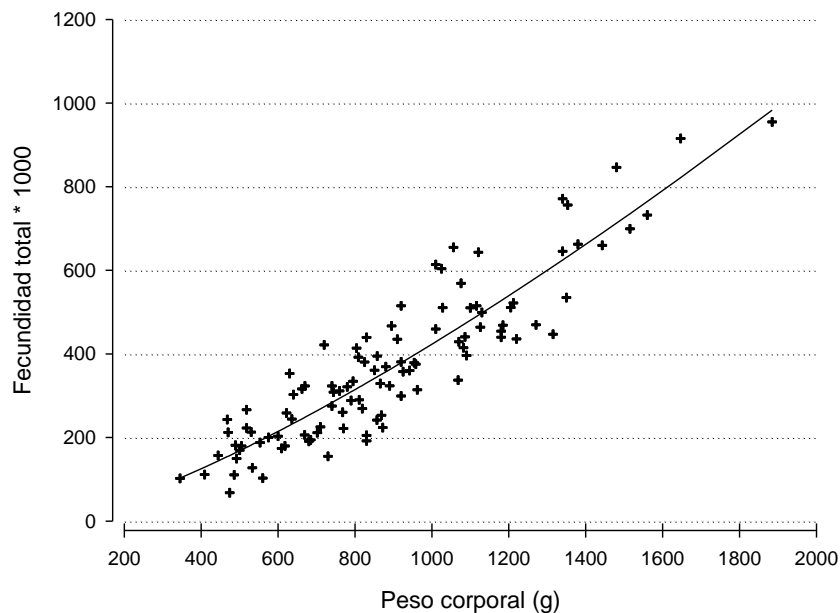


**Figura 45.** Estimados de la talla de madurez ( $L_{50\%}$ ) de hembras a partir de evaluaciones directas entre los años 2001 - 2013.

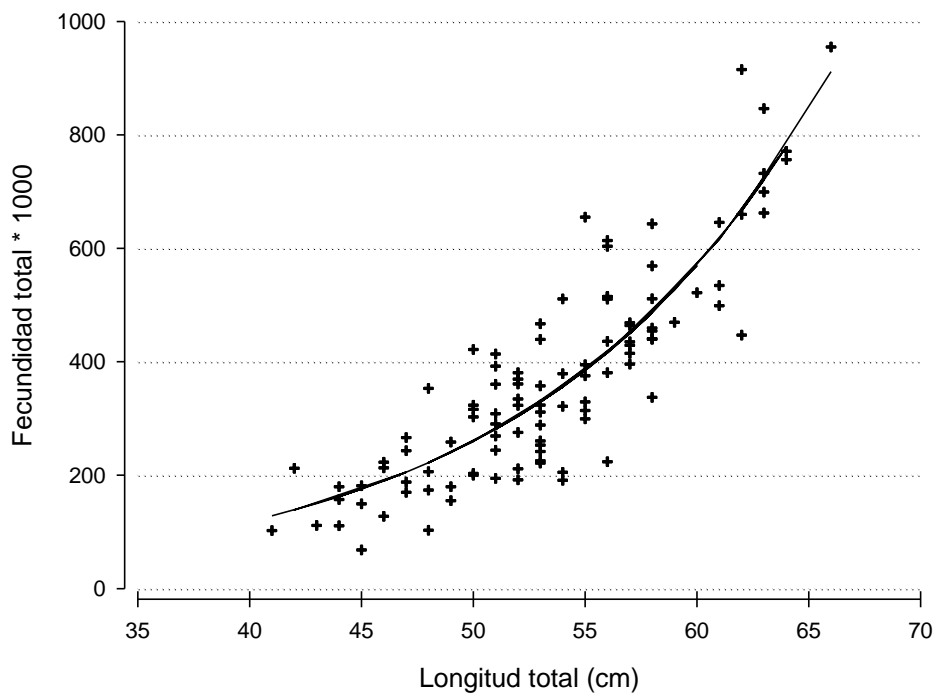




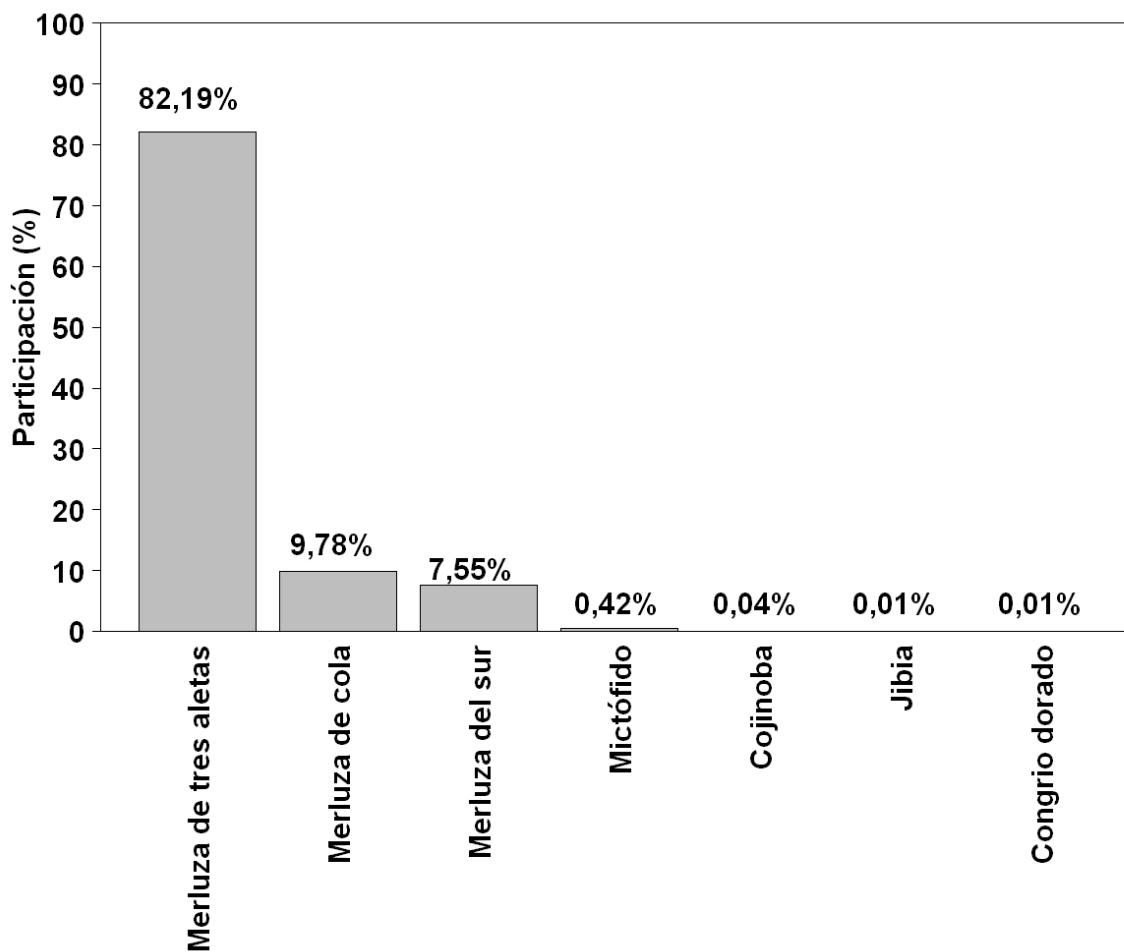
**Figura 46.** Proporción de hembras maduras por grupo de edad y ojiva de madurez, para datos de 2013.



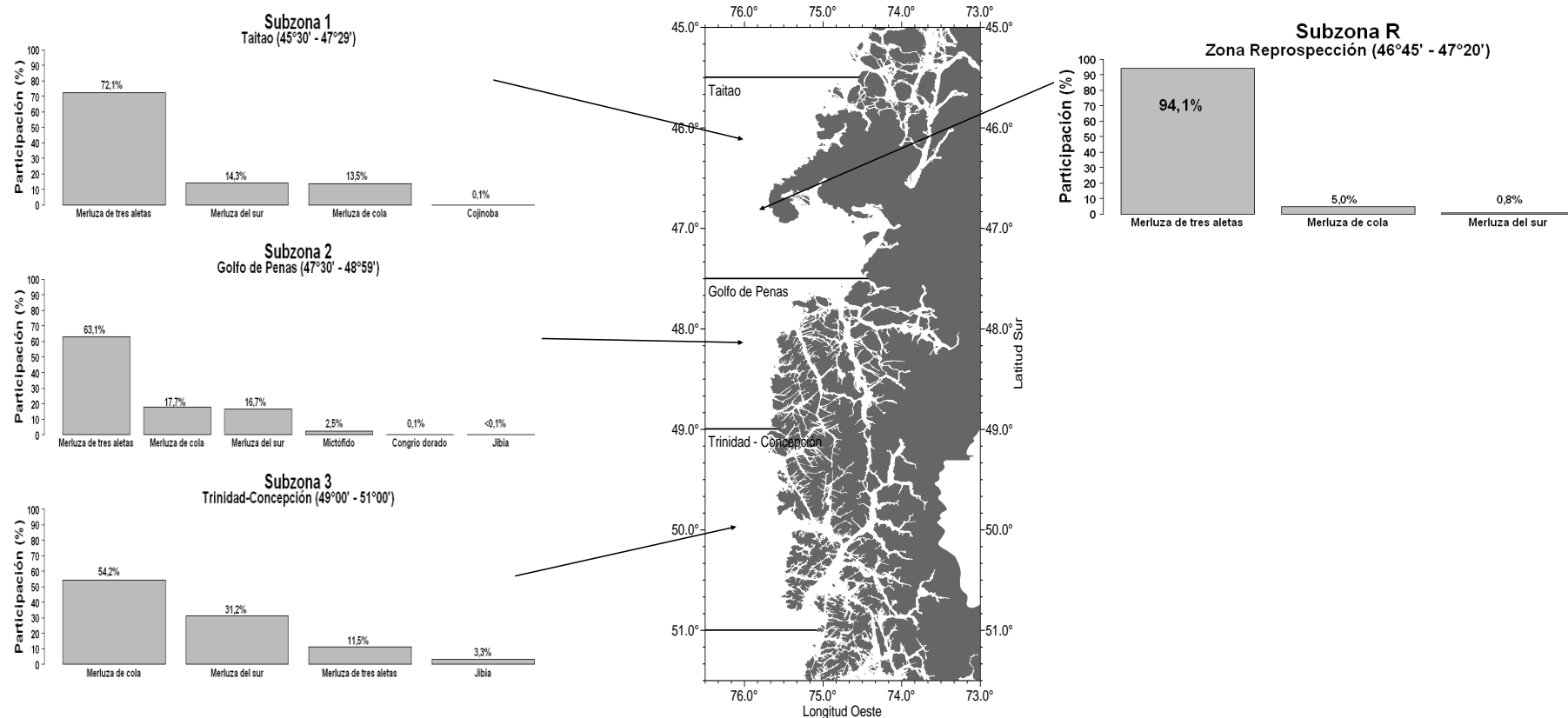
**Figura 47.** Relación potencial entre la fecundidad total y el peso corporal de las hembras.



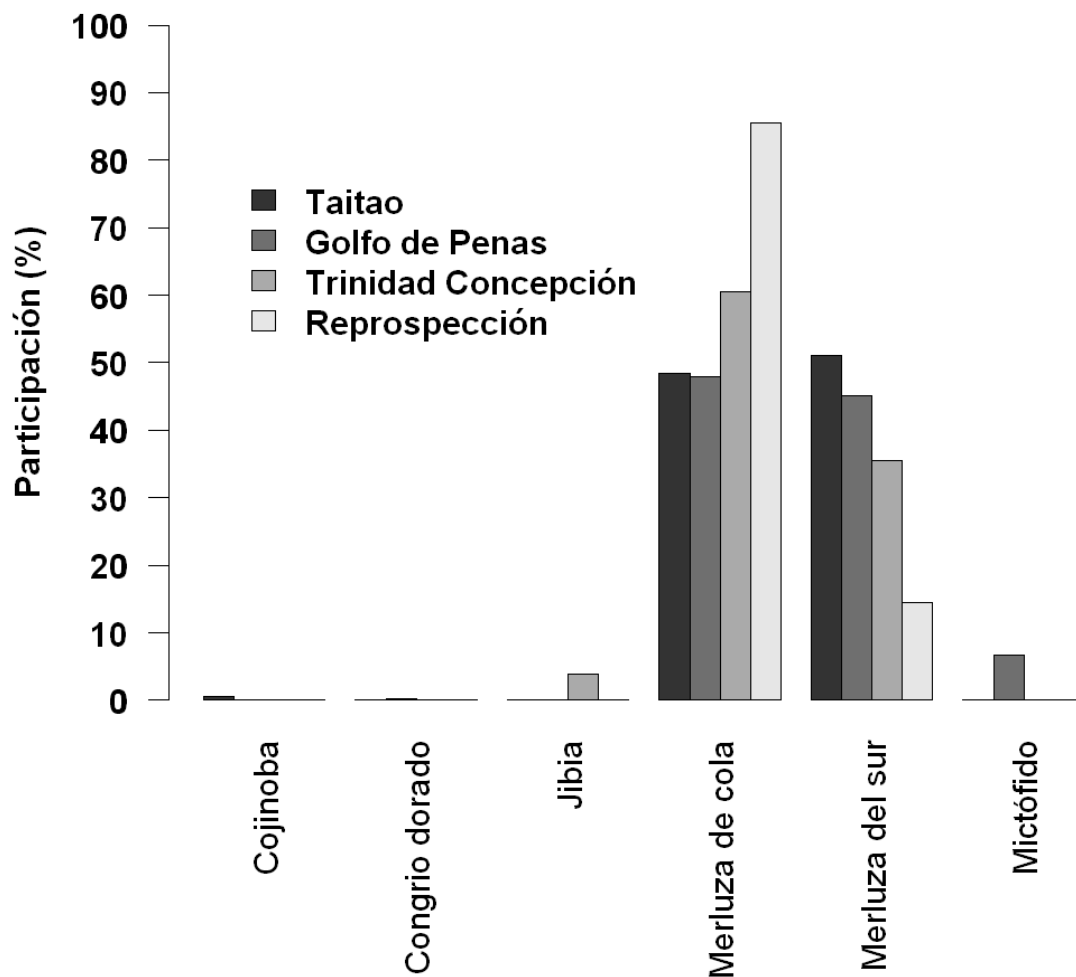
**Figura 48.** Relación exponencial entre la fecundidad total y la longitud total de las hembras.



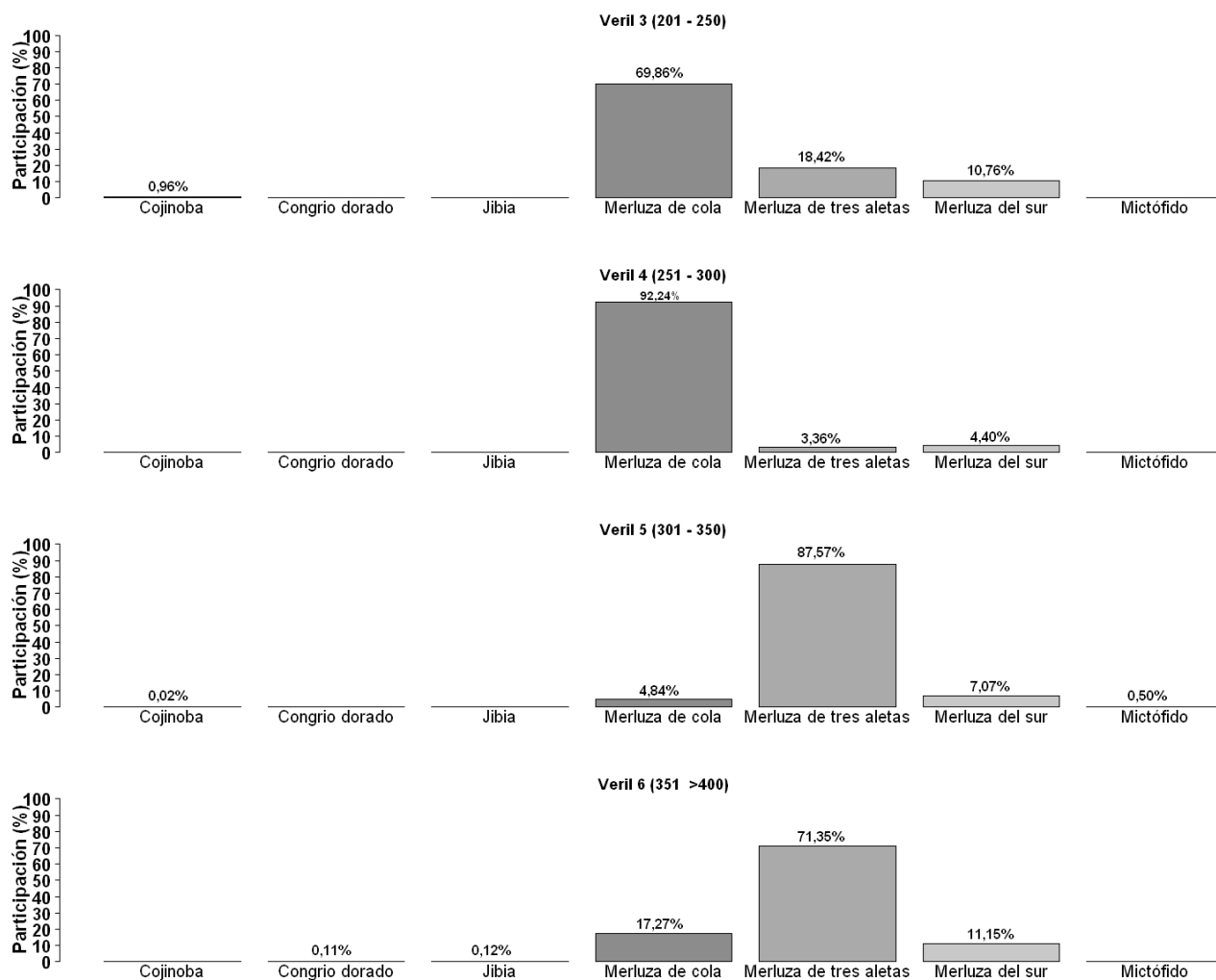
**Figura 49.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación efectuados en el área total de estudio, crucero 2013.



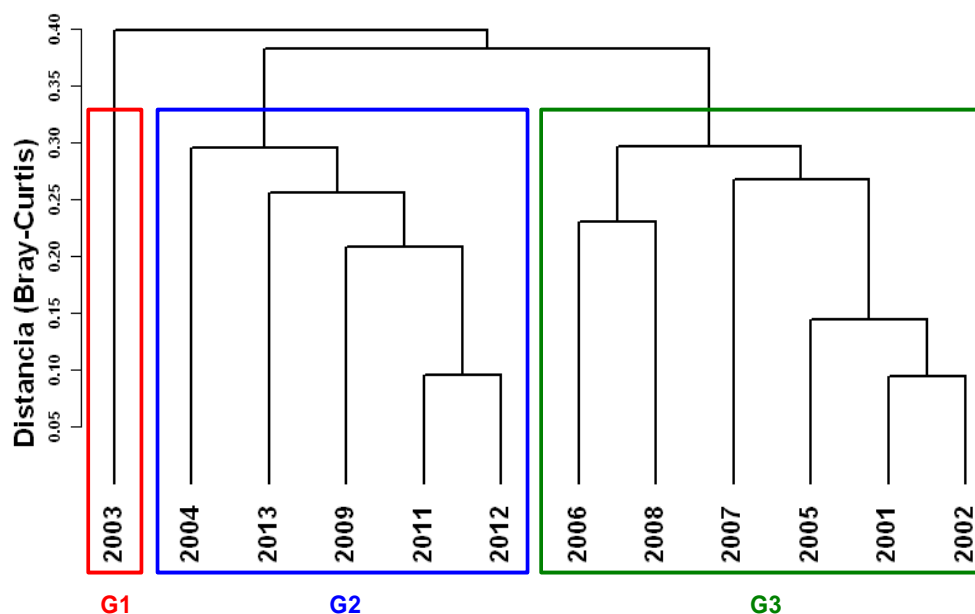
**Figura 50.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por zonas históricas además de la zona de repospección, crucero 2013.



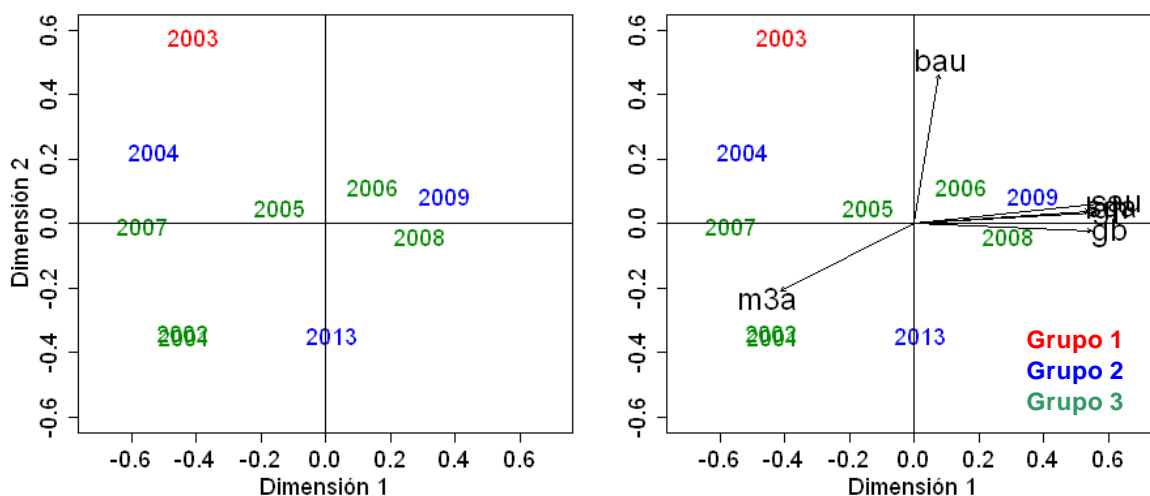
**Figura 51.** Composición de la captura de fauna acompañante asociada a merluza de tres aletas, obtenida en los lances de identificación, crucero 2013.



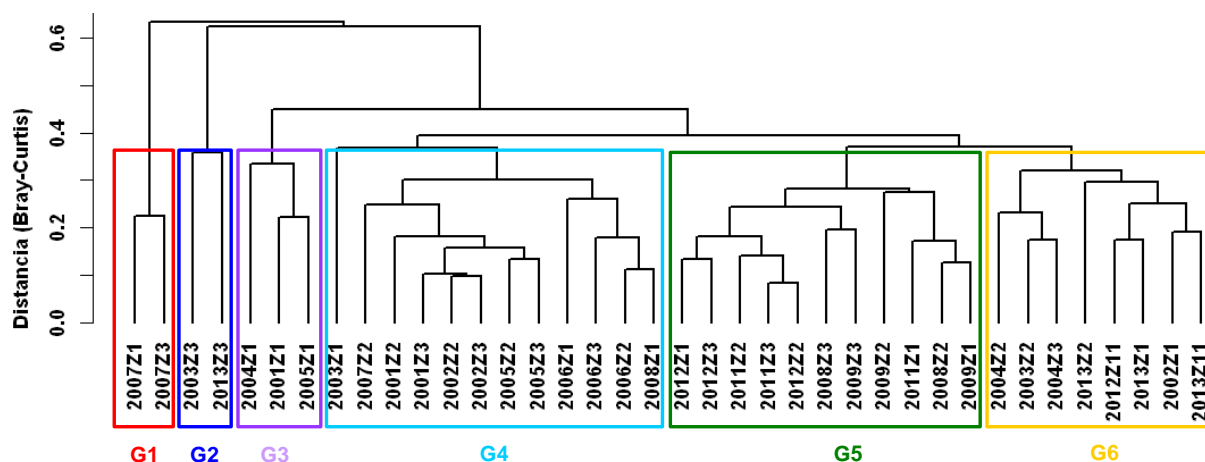
**Figura 52.** Composición de la captura obtenida en los lances de identificación por veril de profundidad, crucero 2013.



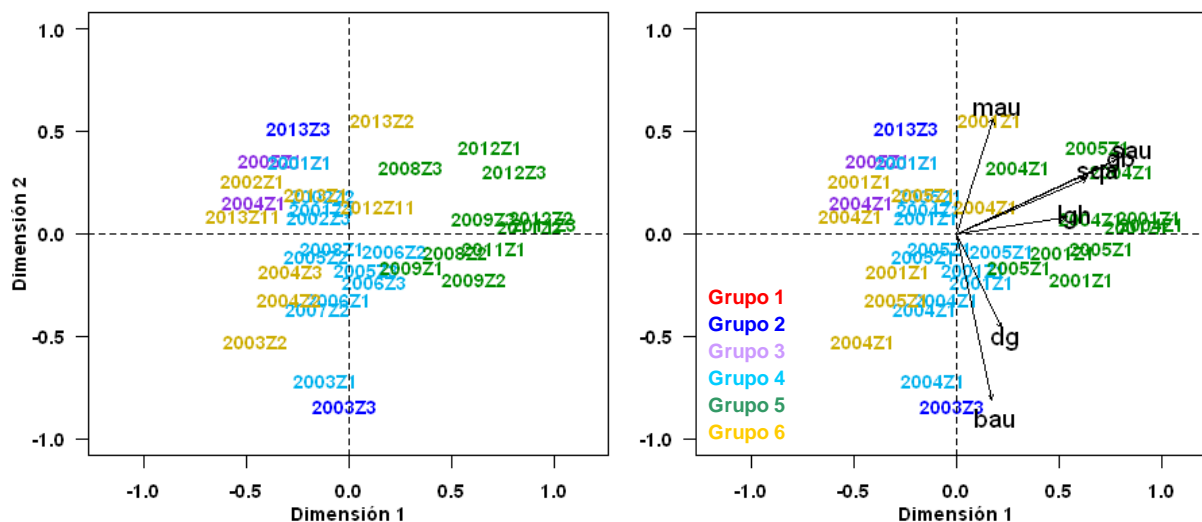
**Figura 53.** Resultado del análisis de clasificación de los proyectos realizados entre el año 2001 y año 2013, diferenciados por cruceros.



**Figura 54.** Resultado del análisis de ordenación de los proyectos realizados entre el 2001 y 2013, diferenciados por cruceros.

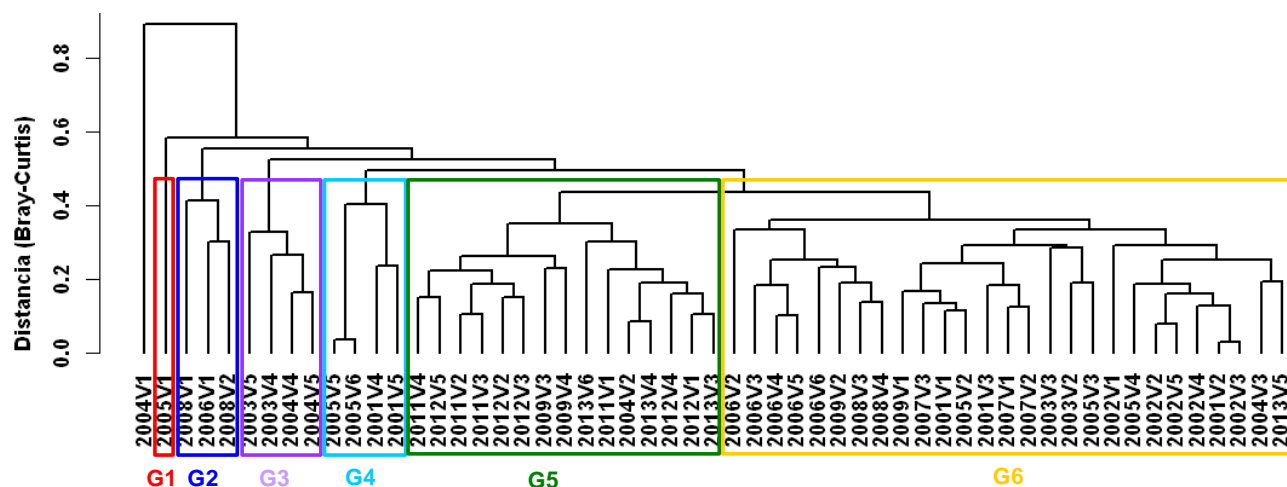


**Figura 55.** Resultado del análisis de clasificación de los proyectos realizados entre el año 2001 y año 2013, diferenciados por zonas.

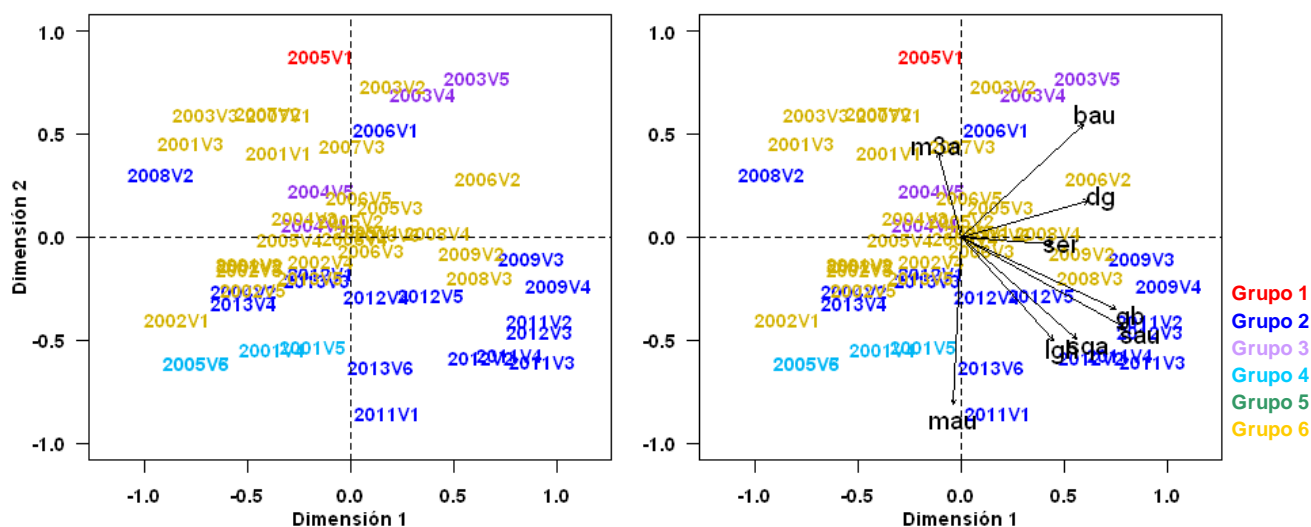


**Figura 56.** Resultado del análisis de ordenación de los proyectos realizados entre el 2001 y 2013, diferenciados por zonas.

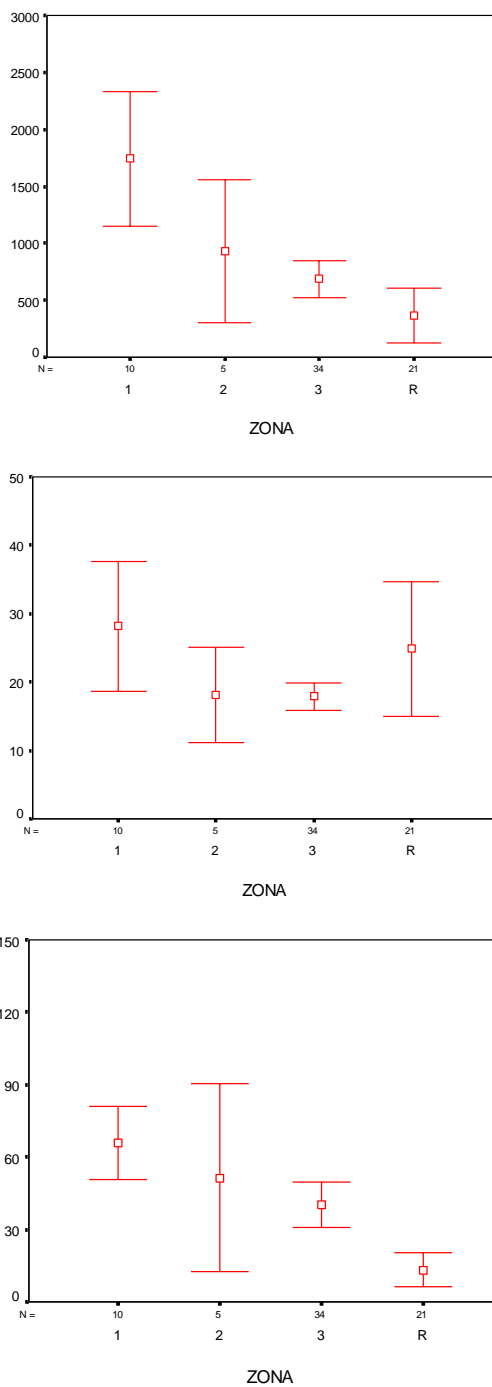




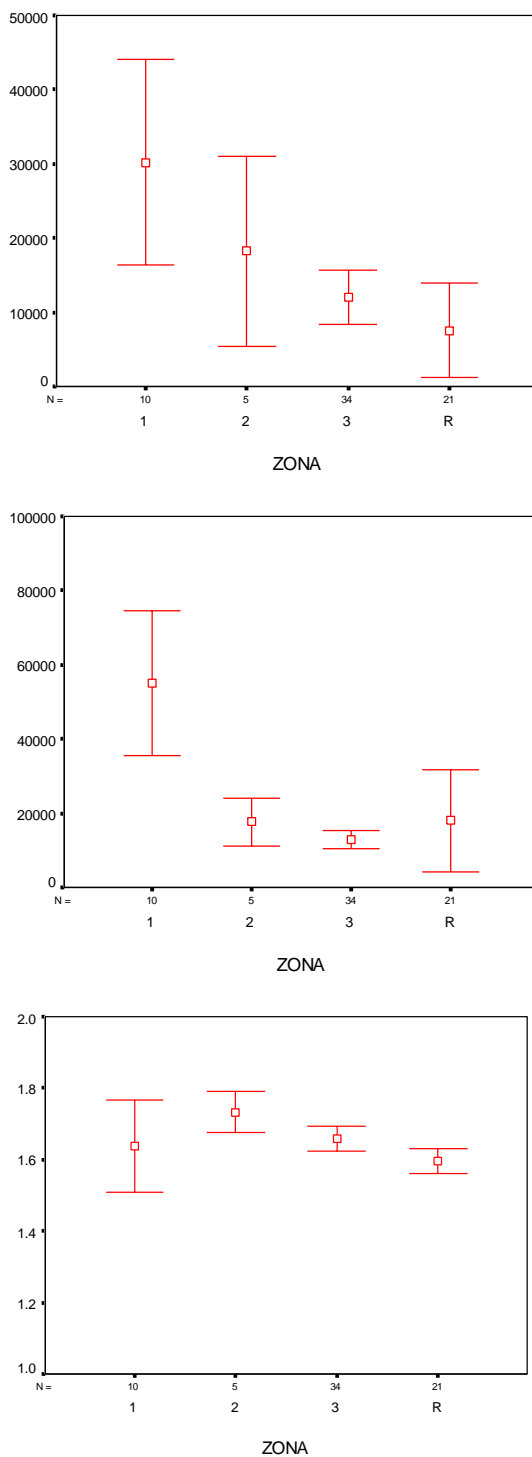
**Figura 57.** Resultado de los análisis de clasificación de los cruceros por veril, realizados entre el 2001 y 2012.



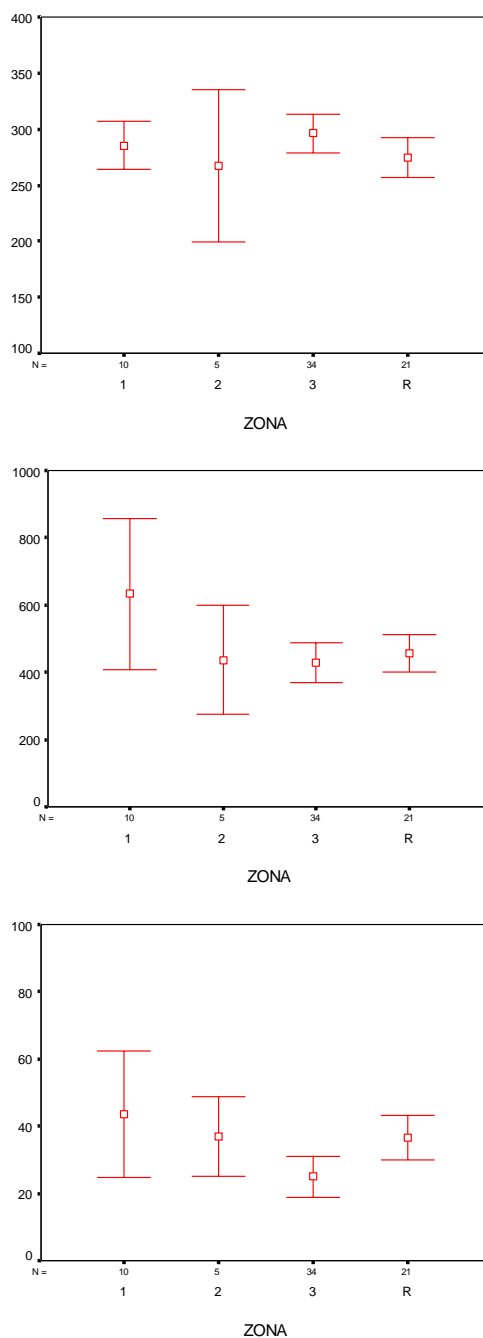
**Figura 58.** Resultado del análisis de ordenación de los cruceros por veril, realizados 2001 y 2012.



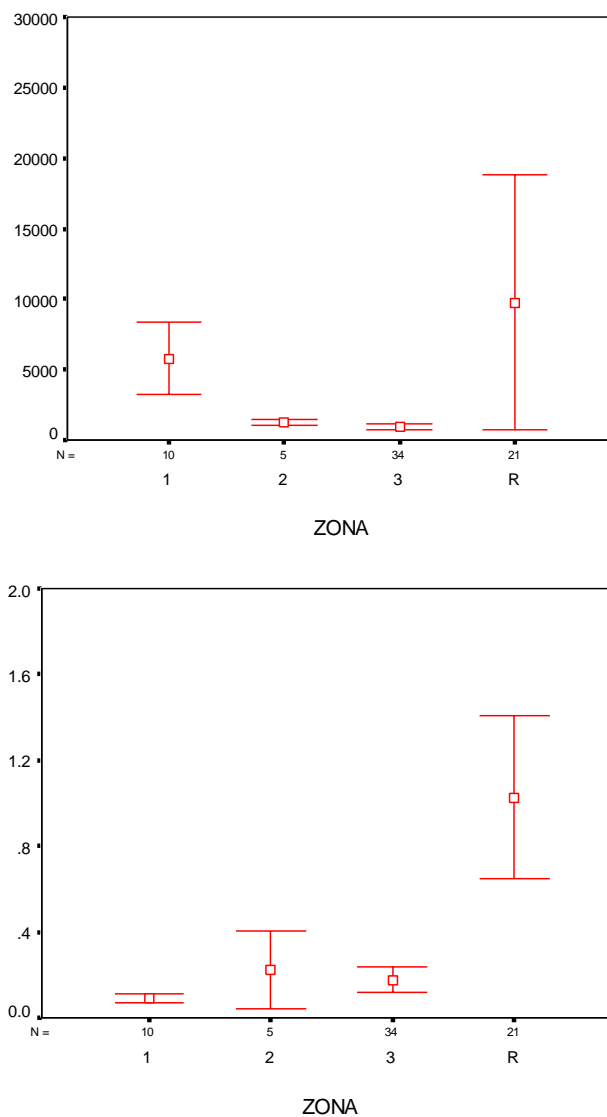
**Figura 59.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según latitud.



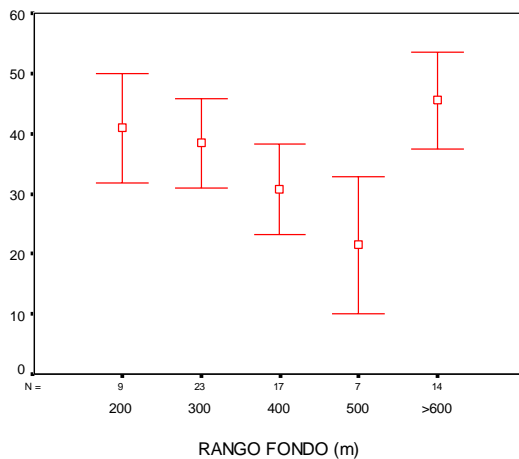
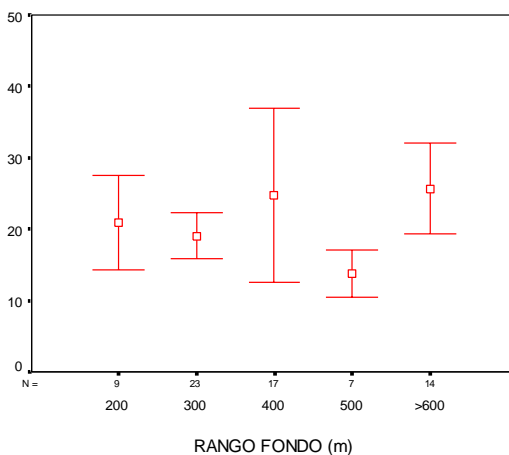
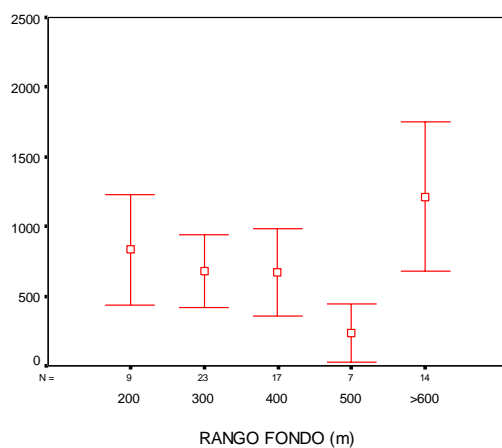
**Figura 60.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según latitud.



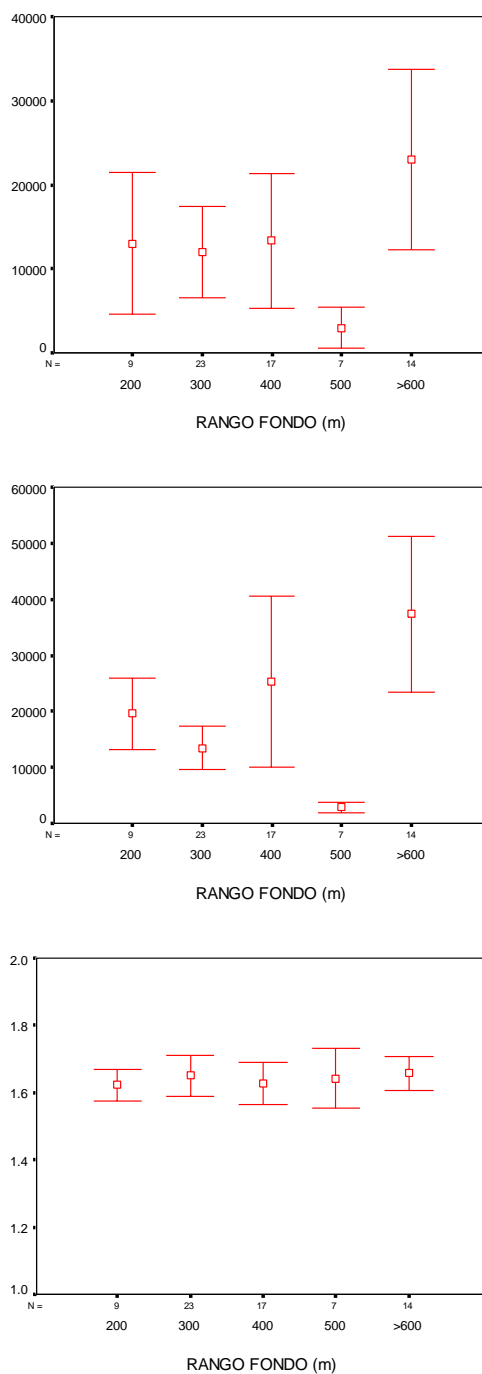
**Figura 61.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según latitud.



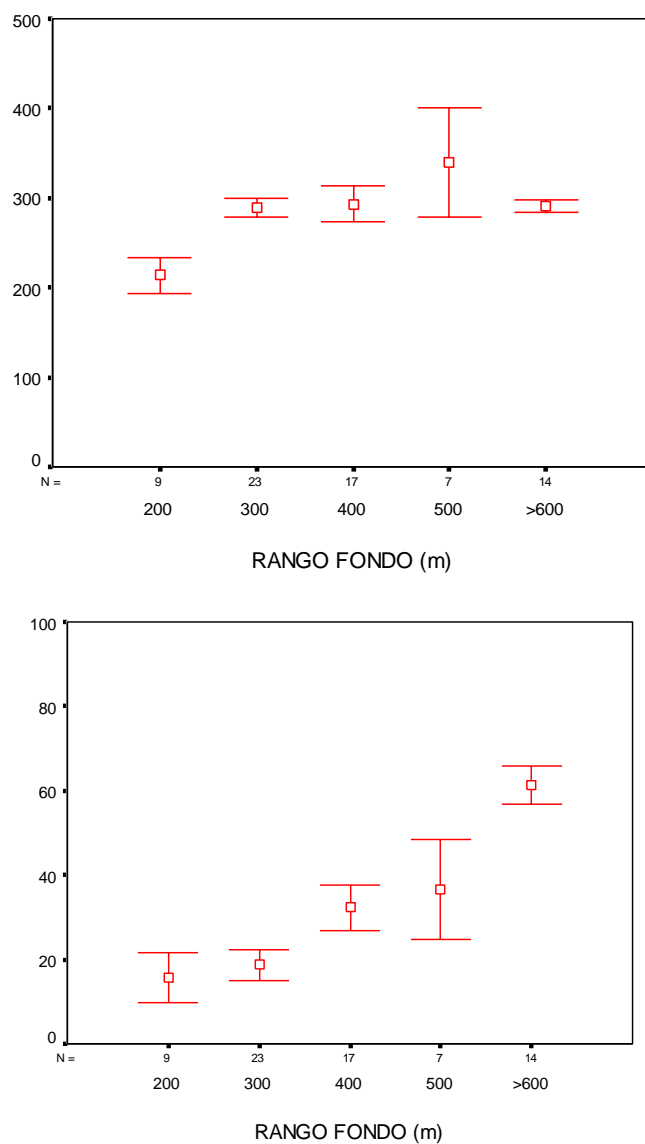
**Figura 62.** Valor promedio e intervalo de confianza de la pendiente del fondo y de los descriptores de energía acústica, densidad acústica de agregaciones según latitud.



**Figura 63.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según rango de fondo.

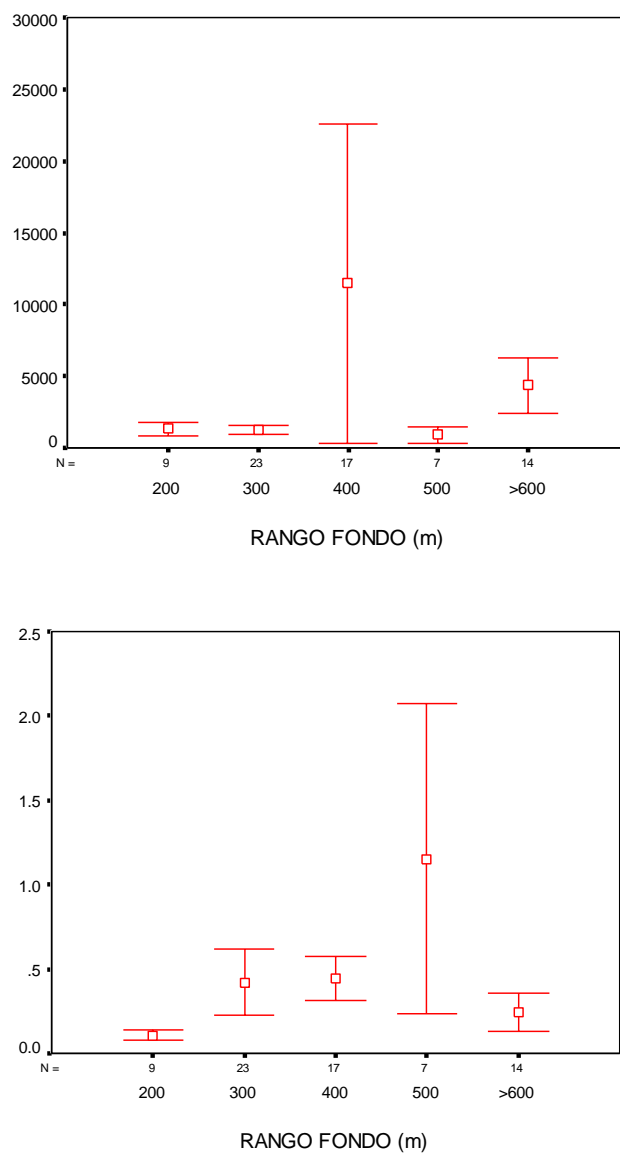


**Figura 64.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según rango de fondo.

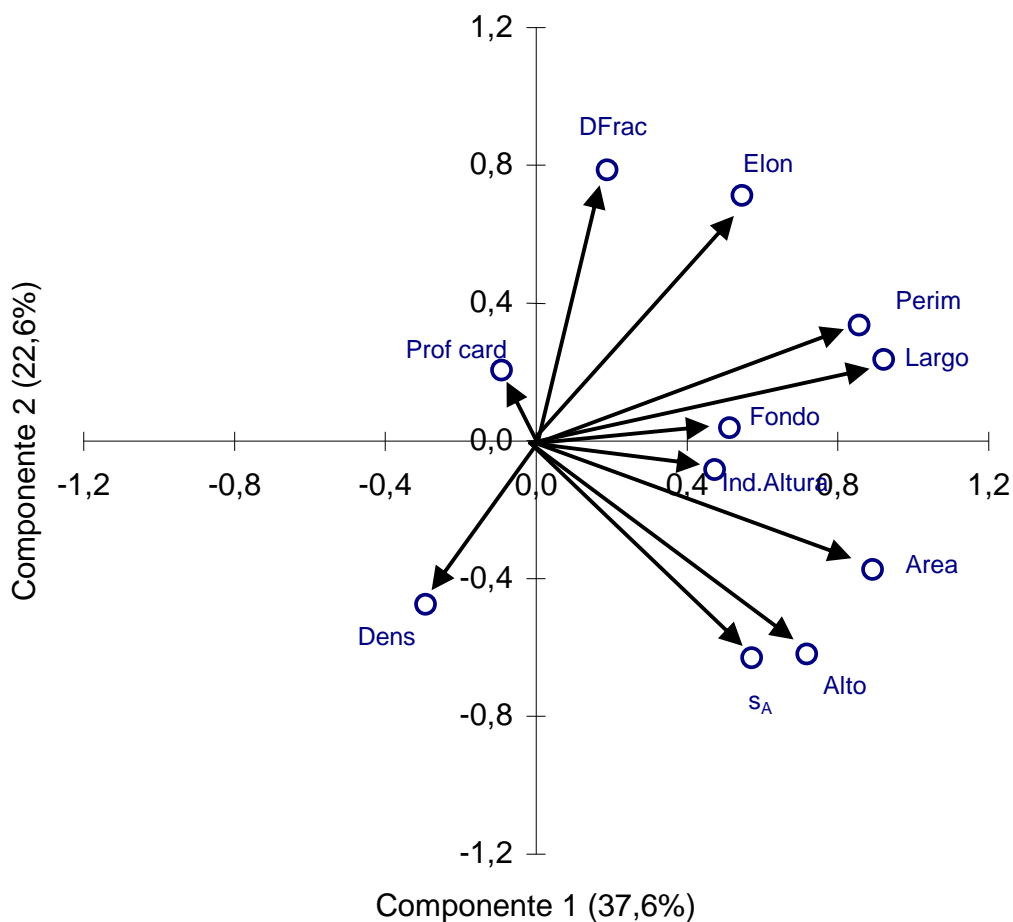


**Figura 65.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones e índice de altura según rango de fondo.

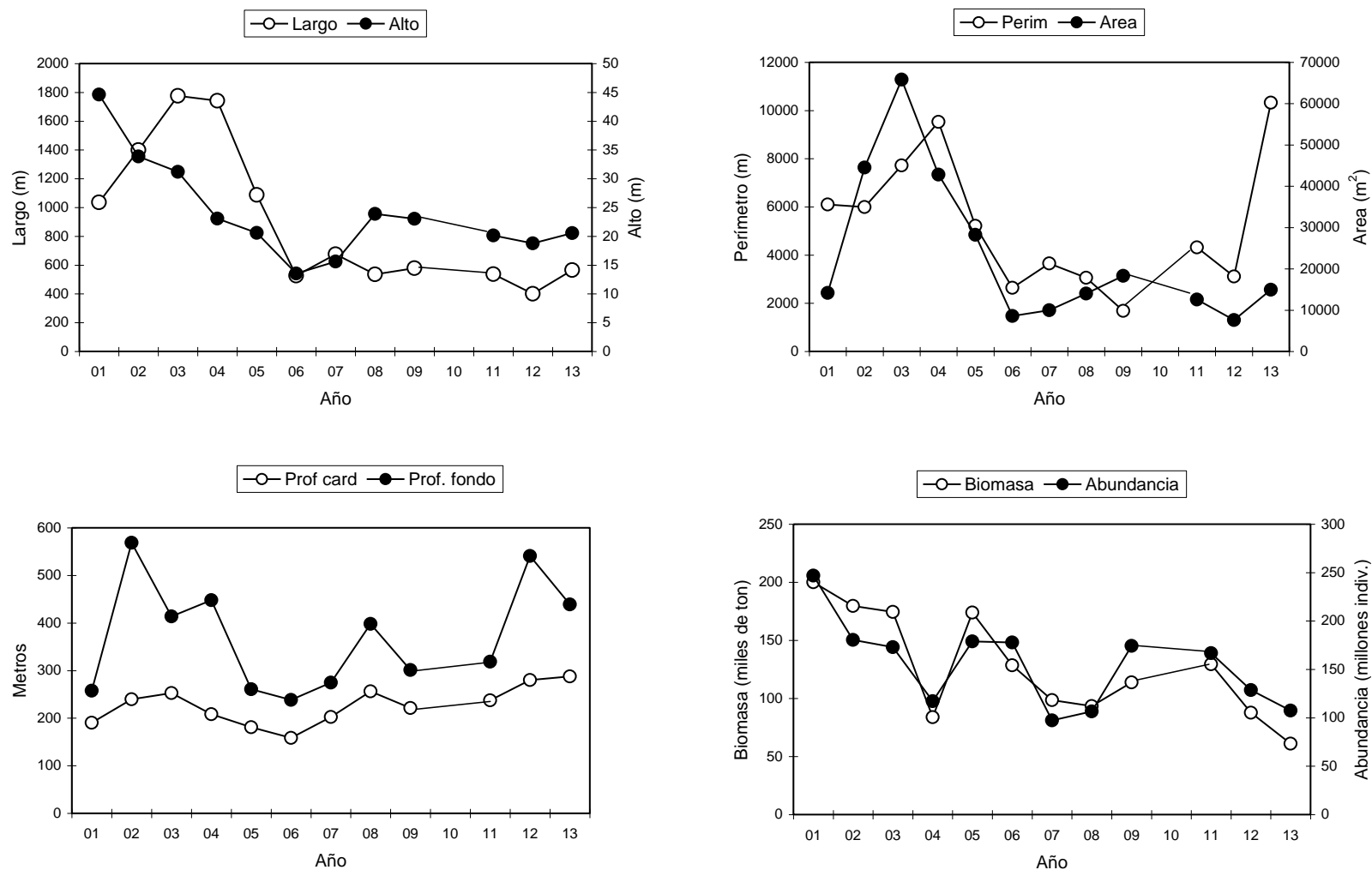




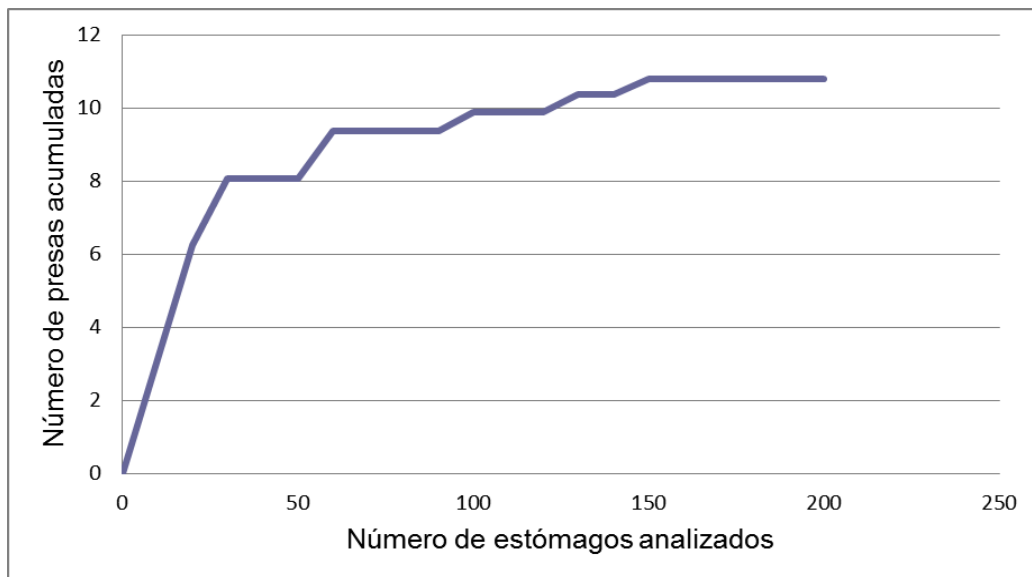
**Figura 66.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica según rango de fondo.



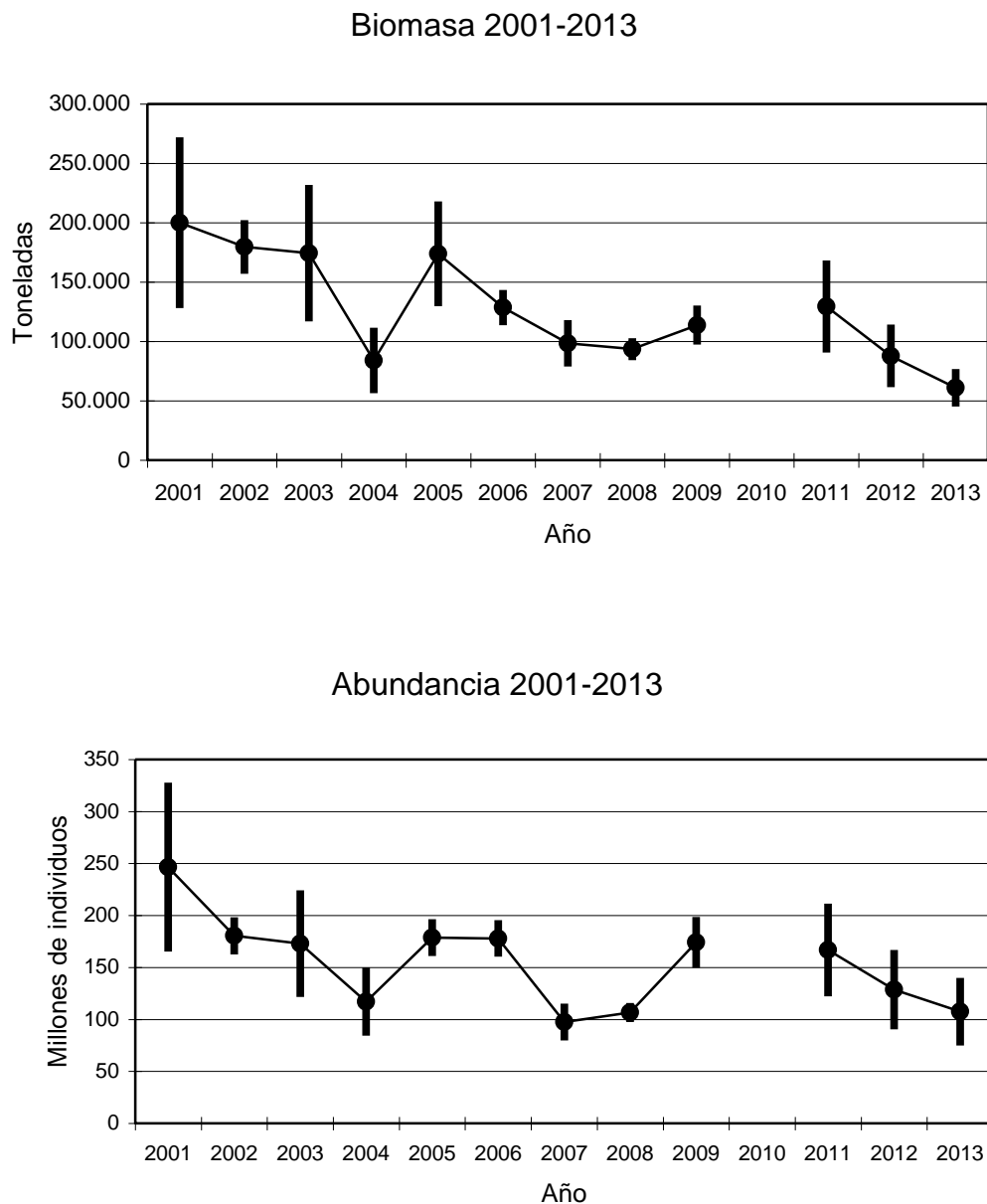
**Figura 67.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes.



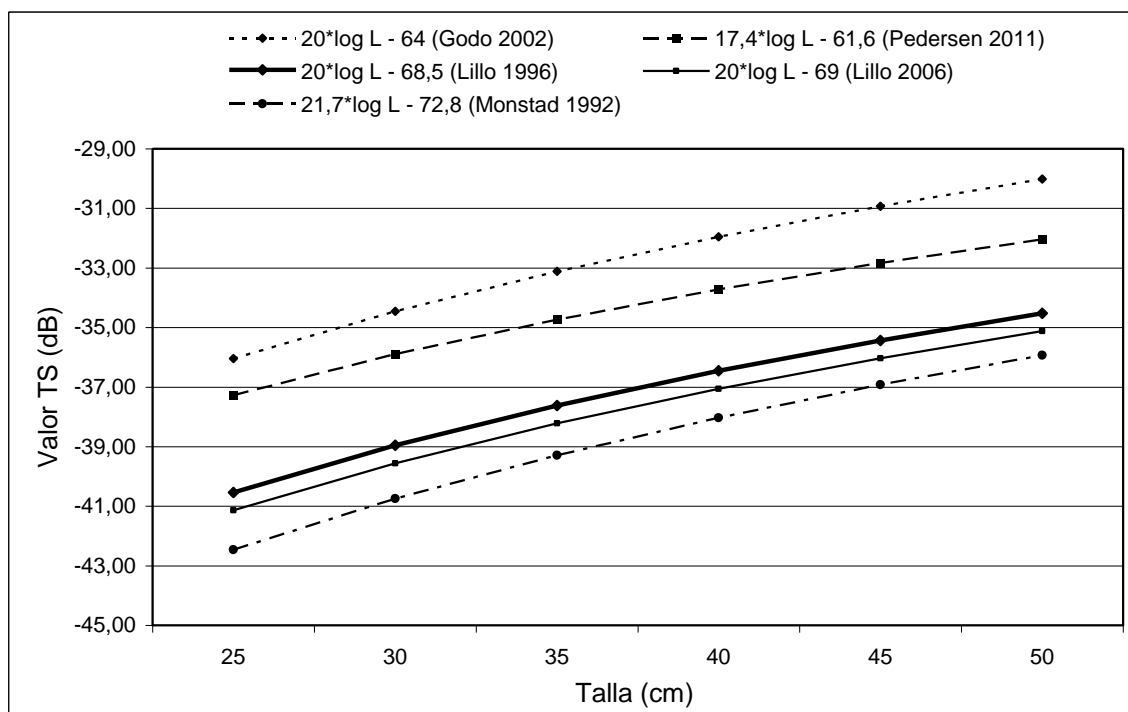
**Figura 68.** Variación de los principales descriptores y estimados de abundancia y biomasa años 2001-2013.



**Figura 69.** Curva trófica para *Micromesistius australis* Norman, obtenida a partir de los análisis de estómagos, provenientes del crucero realizado en Agosto de 2013 en aguas exteriores de la XI y XII Región de Chile.



**Figura 70.** Estimados de Biomasa y Abundancia con sus intervalos de confianza, años 2001-2013.



**Figura 71.** Relaciones TS-Talla estimadas para *M. australis* y *M. poutassou*.

## **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 lúmen 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 lúmen 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, lúmen amplio, muy flácido, de color rojizo de aspecto hemorrágico, sin óvulos visibles. Este ovario pasa al estado II, inmaduro.

**Tabla 3.**  
Caracterización histomorfológica de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas (Pájaro y Macchi, 2001 (modificada)).

Estadio	Clasificación	Descripción
I	Virginal e Inmaduro reincidente	Sólo ovocitos previtelogénicos basófilos
II	En Desarrollo (inicial)	Un número de ovocitos muestra vesículas de vitelo en el citoplasma (estado vesicular). Los ovocitos más grandes presentan glóbulos de vitelo entre las vesículas. Se observan también, ovocitos previtelogénicos basófilos.
III	En Desarrollo (tardío)	A medida que el crecimiento avanza, el diámetro de los ovocitos incrementa y su citoplasma se hace acidófilo, debido a la acumulación de glóbulos de vitelo. Ovocitos previtelogénicos y en estado vesicular están presentes.
IV	Hidratado y En desove	En la fase final de la maduración, ovocitos vitelados incrementan rápidamente su volumen debido a la hidratación. Durante la ovulación es posible observar folículos postovulatorios (FPO) junto a ovocitos hidratados y vitelados tardío.
V	Desove parcial	Presencia de ovocitos vitelados tardío junto a folículos postovulatorios
VI	Desovada	Esta fase indica el final del desove e involucra la degeneración y reabsorción de los ovocitos maduros residuales. Presencia de ovocitos atrésicos junto con ovocitos previtelogénicos.

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

Lugar	Valparaíso	
Fecha	29/07/2013	
Buque	AGS 61 cabo de Hornos	
Ecosonda	Simrad ER 60	
Transductor	ES38B	
Profundidad esfera	13 m	
Profundidad fondo	36 m	
Frecuencia	38 KHz	
Ganancia anterior	26,50 dB	
Ganancia (calibración)	26,90 dB	
TS esfera	-33,6 dB	
Corrección $s_A$	-0,66 dB	
Ancho de banda	2,43 KHz	
Intervalo de muestreo	0,192 m	
Coeficiente de absorción	9,2 dB/km	
Velocidad del sonido	1499,6 m/s	
2-way beam angle	-20,6 dB	
	<u>Alongship</u>	<u>Athwartships</u>
Sensibilidad del ángulo	21,9	21,9
Ancho del haz	7,00°	6,92 °
Desplazamiento del ángulo	-0,03 °	0,00 °

**Tabla 5.**  
**Captura en peso y número por cada lance de identificación,**  
**crucero merluza de tres aletas, agosto 2013**

Captura en Peso (Kg)												
Lance N°	Fecha	Latitud media lance	Longitud media lance	Merluza de Cola	Merluza Austral	Merluza de 3 Aletas	Cojinoba Moteada	Cojinoba Azul	Jibia	Congrio Dorado	Mictofido	Total
c1 - 23	17-08-2013	4641,5	7542,7	76,1	154,0	411,1						641,24
c1 - 24	18-08-2013	4657,9	7539,5	44,4	82,2	810,8						937,38
c1 - 25	18-08-2013	4650,4	7540,1	191,4	346,5	667,2						1.205,00
1	18-08-2013	4645,0	7542,9	181,9	86,2	963,8						1.231,92
2	20-08-2013	4647,3	7541,8	0,9	212,8	1.446,5	1,9	2,5				1.664,70
3	20-08-2013	4705,1	7535,0	292,2	7,2	9,0	5,4					313,80
4	21-08-2013	4714,9	7535,9	160,4	112,3	745,7						1.018,37
5	21-08-2013	4733,2	7538,3	137,8	110,7	674,0						922,56
6	21-08-2013	4739,9	7540,6	115,5	121,4	230,6						467,42
7	22-08-2013	4750,5	7545,1	92,1	59,0	67,2						218,20
8	22-08-2013	4802,4	7552,2	74,1	41,0	733,0						848,14
9	22-08-2013	4810,8	7555,3	101,3	205,4	360,6						667,22
10	23-08-2013	4818,0	7557,5	134,4	26,7	285,6			1,1	3,0		450,72
11	23-08-2013	4835,9	7559,5	0,0	18,7	0,0					101,7	120,47
12	23-08-2013	4845,0	7558,0	5,0	45,9	143,8						194,70
13	24-08-2013	4855,6	7580,0	63,3	52,5	84,6						200,46
14	24-08-2013	4910,2	7557,2									0,00
15	25-08-2013	4925,3	7555,1	2,6	0,0	3,0						5,55
16	25-08-2013	4939,1	7559,0	17,7	4,0	0,8			2,1			24,70
17	26-08-2013	5032,0	7608,0									0,00
18	27-08-2013	5039,4	7607,5	12,4	15,2	3,0						30,60
19	27-08-2013	5009,3	7551,8									0,00
20	28-08-2013	4657,3	7538,8									0,00
21	28-08-2013	4658,5	7536,5	15,7	29,5	11.954,8						12.000,00
22	29-08-2013	4708,4	7536,8	14,4	2,0	10,7						27,08
23	29-08-2013	4701,5	7536,1	99,6	53,1	94,3						247,08
24	29-08-2013	4703,9	7534,6	513,3	24,5	18,7						556,55

Captura en Número												
Lance N°	Fecha	Latitud media lance	Longitud media lance	Merluza de Cola	Merluza Austral	Merluza de 3 Aletas	Cojinoba Moteada	Cojinoba Azul	Jibia	Congrio Dorado	Mictofido	Total
c1 - 23	17-08-2013	4641,5	7542,7	227	46	773						
c1 - 24	18-08-2013	4657,9	7539,5	152	21	1.505						
c1 - 25	18-08-2013	4650,4	7540,1	893	102	1.507						
1	18-08-2013	4645,0	7542,9	590	22	1.722						2.334
2	20-08-2013	4647,3	7541,8	3	64	2.620	2	1				2.690
3	20-08-2013	4705,1	7535,0	786	4	20	6					816
4	21-08-2013	4714,9	7535,9	317	31	902						1.249
5	21-08-2013	4733,2	7538,3	490	34	980						1.504
6	21-08-2013	4739,9	7540,6	322	30	488						839
7	22-08-2013	4750,5	7545,1	217	14	128						359
8	22-08-2013	4802,4	7552,2	478	11	1.230						1.719
9	22-08-2013	4810,8	7555,3	317	68	478						864
10	23-08-2013	4818,0	7557,5	332	8	448			2	1		791
11	23-08-2013	4835,9	7559,5	4							14.031	14.035
12	23-08-2013	4845,0	7558,0	13	11	236						260
13	24-08-2013	4855,6	7580,0	166	14	151						331
14	24-08-2013	4910,2	7557,2									
15	25-08-2013	4925,3	7555,1	4		4						8
16	25-08-2013	4939,1	7559,0	33	2	1			2			38
17	26-08-2013	5032,0	7608,0									
18	27-08-2013	5039,4	7607,5	17	3	4						24
19	27-08-2013	5009,3	7551,8									
20	28-08-2013	4657,3	7538,8									
21	28-08-2013	4658,5	7536,5	78	78	16.556						16.712
22	29-08-2013	4708,4	7536,8	38	1	17						56
23	29-08-2013	4701,5	7536,1	215	16	179						410
24	29-08-2013	4703,9	7534,6	1.728	20	51						1.799

**Tabla 6.**

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

Parámetros del análisis	$X^2_{\text{crítico}}= 50,00$ $N^{\circ} \text{ de categorías}= 36$ $Z= 1,64485$ $\text{Grupos}= 4$ $np= 2162$	
Zona	$X^2$ calculado	Ho
3	63,85	R
R	68,60	R
2	114,85	R
1	118,39	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	$X^2_{\text{crítico}}= 42,00$ $N^{\circ} \text{ de categorías}= 29$ $Z= 1,64485$ $\text{Grupos}= 6$ $np= 729$	
Lance	$X^2$ calculado	Ho
1	19,98	A
c1-23	22,95	A
3	24,22	A
c1-25	25,07	A
c1-24	36,61	A
2	49,50	R
% APROBACIÓN		83,33%

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	$X^2_{\text{crítico}}=$	40,00
	Nº de categorías=	27
	Z=	1,64485
	Grupos=	2
	np=	242
Lance	$X^2$ calculado	Ho
4	5,39	A
5	7,52	A
% APROBACIÓN		100,00%

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 3.

Parámetros del análisis	$X^2_{\text{crítico}}= 44,00$ $N^{\circ}$ de categorías= 31 $Z= 1,64485$ Grupos= 7 $np= 808$	
Lance	$X^2$ calculado	Ho
9	24,76	A
10	25,06	A
6	25,52	A
12	30,47	A
8	30,89	A
13	31,90	A
7	46,60	R
% APROBACIÓN		85,71%

A: Acepta; R: Rechaza

**Tabla 10.**

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 (Reprospección).

Parámetros del análisis	X <sup>2</sup> crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np=	48,00 34 1,64485 4 383
Lance	X <sup>2</sup> calculado	Ho
23	30,03	A
22	40,58	A
24	46,53	A
21	55,57	R
% APROBACIÓN		75,00%

A: Acepta; R: Rechaza

**Tabla 11.**

Estimados de Biomasa y abundancia para el total de zona 1, 2 y 3 (crucero operación normal) según métodos de Hansen, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013.

Método	Total Zona 1, 2 y 3			
	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N°*1000)	CV
Hansen	43.163	0,105	76.118	0,121
Bootstrap	43.523	0,088	76.905	0,103
Geoestadístico	43.163	0,085	76.118	0,098

**Tabla 12.**

Estimados de Biomasa y abundancia para la Zona de Re-prospección según métodos de Hansen, Bootstrap y Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013.

Método	Zona Re-prospección			
	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N°*1000)	CV
Hansen	47.995	0,221	83.280	0,251
Bootstrap	51.731	0,210	89.762	0,210
Geoestadístico	47.995	0,196	83.280	0,196

**Tabla 13.**

Estimados de Biomasa y abundancia para las Zonas 1, 2, 3, Zona R y Zona R + Zona 3 según método Geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013.

	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N°*1000)	CV
Zona 1	18.858	0,153	36.860	0,173
Zona 2	11.360	0,114	15.160	0,106
Zona 3	12.945	0,142	24.098	0,148
Zona 1-2-3	43.163	0,085	76.118	0,098
Zona R	47.995	0,196	83.280	0,234
Zona R + Zona 3	60.941	0,158	107.378	0,184

**Tabla 14.**

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 1,2 y R (Reprospección).

Parámetros del análisis	X <sup>2</sup> crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np=	50,00 36 1,64485 12 1662
Lance	X <sup>2</sup> calculado	Ho
c1-23	20,45	A
1	26,28	A
3	29,31	A
c1-24	31,49	A
23	34,56	A
2	36,95	A
c1-25	41,88	A
22	51,44	R
4	110,64	R
5	110,74	R
24	150,36	R
21	276,67	R
% APROBACIÓN		58,33%

A: Acepta; R: Rechaza

**Tabla 15.**

Estimador de razón y coeficiente de variación (CV) por método y zona.

	s <sub>A</sub> prom				CV (s <sub>A</sub> )			
Método	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona R	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona R
Hansen	509,8	371,7	52,3	1.137,0	0,558	0,705	0,320	0,946
Bootstrap	520,9	366,7	52,7	1.225,5	0,352	0,348	0,239	0,846
Geoestadístico	509,8	371,7	52,3	1.137,0	0,231	0,369	0,312	0,708



**Tabla 16.**

Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013. Zona 1.

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
20	29,4	0	0
21	35,0	0	0
22	41,2	0	0
23	48,3	0	0
24	56,1	0	0
25	64,9	0	0
26	74,5	0	0
27	85,2	0	0
28	96,9	0	0
29	109,8	0	0
30	123,8	0	0
31	139,1	0	0
32	155,6	0	0
33	173,6	0	0
34	193,0	86.349	17
35	213,9	81.485	17
36	236,3	77.021	18
37	260,4	218.743	57
38	286,2	345.636	99
39	313,9	853.159	268
40	343,3	2.495.491	857
41	374,8	4.869.250	1.825
42	408,2	4.809.902	1.963
43	443,7	5.506.545	2.443
44	481,4	4.537.255	2.184
45	521,3	3.056.206	1.593
46	563,5	2.264.339	1.276
47	608,2	1.626.757	989
48	655,3	1.429.708	937
49	705,0	706.761	498
50	757,4	798.557	605
51	812,5	652.416	530
52	870,4	369.155	321
53	931,2	568.570	529
54	995,0	479.244	477
55	1061,9	230.988	245
56	1131,9	159.151	180
57	1205,2	92.170	111
58	1281,9	267.056	342
59	1362,0	0	0
60	1445,6	0	0
61	1532,8	107.304	164
62	1623,8	51.935	84
63	1718,6	0	0
64	1817,3	73.110	133
65	1920,0	0	0
66	2026,8	45.831	93
67	2137,8	0	0
68	2253,1	0	0
69	2372,7	0	0
70	2496,9	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>36.860.095</b>	<b>18.858</b>

**Tabla 17.**

Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013. Zona 2.

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
20	29,4	0	0
21	35,0	0	0
22	41,2	0	0
23	48,3	0	0
24	56,1	0	0
25	64,9	0	0
26	74,5	0	0
27	85,2	0	0
28	96,9	0	0
29	109,8	0	0
30	123,8	0	0
31	139,1	0	0
32	155,6	0	0
33	173,6	0	0
34	193,0	0	0
35	213,9	0	0
36	236,3	0	0
37	260,4	0	0
38	286,2	0	0
39	313,9	200.931	63
40	343,3	95.505	33
41	374,8	272.709	102
42	408,2	779.632	318
43	443,7	743.792	330
44	481,4	868.227	418
45	521,3	1.584.675	826
46	563,5	1.227.663	692
47	608,2	760.927	463
48	655,3	1.658.072	1.087
49	705,0	954.652	673
50	757,4	427.862	324
51	812,5	646.247	525
52	870,4	847.677	738
53	931,2	598.394	557
54	995,0	576.436	574
55	1061,9	656.695	697
56	1131,9	974.541	1.103
57	1205,2	188.129	227
58	1281,9	454.245	582
59	1362,0	87.795	120
60	1445,6	42.447	61
61	1532,8	328.531	504
62	1623,8	79.505	129
63	1718,6	0	0
64	1817,3	37.307	68
65	1920,0	0	0
66	2026,8	35.080	71
67	2137,8	0	0
68	2253,1	0	0
69	2372,7	32.096	76
70	2496,9	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>15.159.772</b>	<b>11.360</b>

**Tabla 18.**

Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013. Zona 3.

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
20	29,4	0	0
21	35,0	135.450	5
22	41,2	0	0
23	48,3	0	0
24	56,1	0	0
25	64,9	0	0
26	74,5	0	0
27	85,2	0	0
28	96,9	0	0
29	109,8	0	0
30	123,8	0	0
31	139,1	0	0
32	155,6	0	0
33	173,6	109.703	19
34	193,0	51.673	10
35	213,9	97.524	21
36	236,3	138.272	33
37	260,4	87.266	23
38	286,2	372.300	107
39	313,9	667.632	210
40	343,3	1.381.336	474
41	374,8	1.243.706	466
42	408,2	2.912.174	1.189
43	443,7	2.390.629	1.061
44	481,4	3.363.091	1.619
45	521,3	2.477.831	1.292
46	563,5	2.145.435	1.209
47	608,2	1.352.047	822
48	655,3	1.322.224	866
49	705,0	845.871	596
50	757,4	645.121	489
51	812,5	505.242	410
52	870,4	353.452	308
53	931,2	297.710	277
54	995,0	245.817	245
55	1061,9	197.466	210
56	1131,9	247.619	280
57	1205,2	91.926	111
58	1281,9	142.053	182
59	1362,0	85.799	117
60	1445,6	33.185	48
61	1532,8	112.371	172
62	1623,8	31.079	50
63	1718,6	15.050	26
64	1817,3	0	0
65	1920,0	0	0
66	2026,8	0	0
67	2137,8	0	0
68	2253,1	0	0
69	2372,7	0	0
70	2496,9	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>24.098.054</b>	<b>12.945</b>

**Tabla 19.**

Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2013. Zonas 1, 2 y 3.

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
20	29,4	0	0
21	35,0	135.450	5
22	41,2	0	0
23	48,3	0	0
24	56,1	0	0
25	64,9	0	0
26	74,5	0	0
27	85,2	0	0
28	96,9	0	0
29	109,8	0	0
30	123,8	0	0
31	139,1	0	0
32	155,6	0	0
33	173,6	109.703	19
34	193,0	138.022	27
35	213,9	179.009	38
36	236,3	215.293	51
37	260,4	306.009	80
38	286,2	717.936	206
39	313,9	1.721.722	540
40	343,3	3.972.331	1.364
41	374,8	6.385.665	2.393
42	408,2	8.501.709	3.470
43	443,7	8.640.966	3.834
44	481,4	8.768.573	4.221
45	521,3	7.118.712	3.711
46	563,5	5.637.437	3.177
47	608,2	3.739.731	2.274
48	655,3	4.410.005	2.890
49	705,0	2.507.284	1.768
50	757,4	1.871.540	1.417
51	812,5	1.803.905	1.466
52	870,4	1.570.285	1.367
53	931,2	1.464.674	1.364
54	995,0	1.301.496	1.295
55	1061,9	1.085.149	1.152
56	1131,9	1.381.311	1.564
57	1205,2	372.225	449
58	1281,9	863.354	1.107
59	1362,0	173.595	236
60	1445,6	75.632	109
61	1532,8	548.206	840
62	1623,8	162.519	264
63	1718,6	15.050	26
64	1817,3	110.417	201
65	1920,0	0	0
66	2026,8	80.911	164
67	2137,8	0	0
68	2253,1	0	0
69	2372,7	32.096	76
70	2496,9	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>76.117.921</b>	<b>43.163</b>

**Tabla 20.**  
Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico  
para merluza de tres aletas, año 2013. Zona R.

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
20	29,4	0	0
21	35,0	0	0
22	41,2	0	0
23	48,3	0	0
24	56,1	0	0
25	64,9	0	0
26	74,5	0	0
27	85,2	0	0
28	96,9	0	0
29	109,8	0	0
30	123,8	0	0
31	139,1	519.033	72
32	155,6	974.201	152
33	173,6	229.013	40
34	193,0	431.480	83
35	213,9	407.176	87
36	236,3	769.739	182
37	260,4	910.868	237
38	286,2	1.727.116	494
39	313,9	2.951.427	926
40	343,3	4.520.295	1.552
41	374,8	8.011.517	3.002
42	408,2	9.755.269	3.982
43	443,7	7.823.117	3.471
44	481,4	9.661.502	4.651
45	521,3	6.034.757	3.146
46	563,5	3.417.992	1.926
47	608,2	3.386.993	2.060
48	655,3	2.273.137	1.490
49	705,0	1.454.202	1.025
50	757,4	199.516	151
51	812,5	2.972.419	2.415
52	870,4	1.291.249	1.124
53	931,2	2.574.750	2.398
54	995,0	3.335.537	3.319
55	1061,9	1.648.896	1.751
56	1131,9	1.511.006	1.710
57	1205,2	767.607	925
58	1281,9	370.683	475
59	1362,0	859.738	1.171
60	1445,6	623.489	901
61	1532,8	469.167	719
62	1623,8	843.429	1.370
63	1718,6	188.508	324
64	1817,3	365.326	664
65	1920,0	0	0
66	2026,8	0	0
67	2137,8	0	0
68	2253,1	0	0
69	2372,7	0	0
70	2496,9	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>83.280.154</b>	<b>47.995</b>

**Tabla 21.**

Abundancia y biomasa a la talla estimada mediante método geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2012. Zona R + Zona 3.

Talla (cm)	Peso (g)	Abundancia (Nº ind.)	Biomasa (t)
20	29,4	0	0
21	35,0	135.450	5
22	41,2	0	0
23	48,3	0	0
24	56,1	0	0
25	64,9	0	0
26	74,5	0	0
27	85,2	0	0
28	96,9	0	0
29	109,8	0	0
30	123,8	0	0
31	139,1	519.033	72
32	155,6	974.201	152
33	173,6	338.717	59
34	193,0	483.153	93
35	213,9	504.700	108
36	236,3	908.011	215
37	260,4	998.133	260
38	286,2	2.099.416	601
39	313,9	3.619.059	1.136
40	343,3	5.901.630	2.026
41	374,8	9.255.223	3.468
42	408,2	12.667.443	5.171
43	443,7	10.213.746	4.532
44	481,4	13.024.592	6.270
45	521,3	8.512.588	4.438
46	563,5	5.563.427	3.135
47	608,2	4.739.040	2.882
48	655,3	3.595.361	2.356
49	705,0	2.300.073	1.622
50	757,4	844.637	640
51	812,5	3.477.662	2.825
52	870,4	1.644.701	1.431
53	931,2	2.872.460	2.675
54	995,0	3.581.354	3.563
55	1061,9	1.846.362	1.961
56	1131,9	1.758.626	1.991
57	1205,2	859.533	1.036
58	1281,9	512.736	657
59	1362,0	945.537	1.288
60	1445,6	656.674	949
61	1532,8	581.538	891
62	1623,8	874.508	1.420
63	1718,6	203.558	350
64	1817,3	365.326	664
65	1920,0	0	0
66	2026,8	0	0
67	2137,8	0	0
68	2253,1	0	0
69	2372,7	0	0
70	2496,9	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>107.378.209</b>	<b>60.941</b>

**Tabla 22.**  
Parámetros de la relación peso - longitud de merluza de tres aletas  
crucero de evaluación agosto del 2013.

Sexo	Parámetros	Zona sur
<b>Machos</b>	<b>a</b>	0,000497248
	intervalo	0,0003836                      0,0006108
	<b>b</b>	3,64014425
	intervalo	3,5817772                      3,6985113
	<b>N</b>	858
	<b>r<sup>2</sup></b>	0,938
<b>Hembras</b>	<b>a</b>	0,000951502
	intervalo	0,0006888                      0,0012142
	<b>b</b>	3,473810777
	intervalo	3,4045640                      3,5430576
	<b>N</b>	593
	<b>r<sup>2</sup></b>	0,943
<b>Ambos</b>	<b>a</b>	0,000717236
	intervalo	0,0005967                      0,0008377
	<b>b</b>	3,545472091
	intervalo	3,5029893                      3,5879549
	<b>N</b>	1451
	<b>r<sup>2</sup></b>	0,946

**Tabla 23.**

Parámetros del Variograma gaussiano y binomial ajustado a merluza de tres aletas en las distintas zonas de estudio.

Tipo	Zona	Modelo	Nugget	Sill	Rango (m)	GOF <sub>npairs</sub>	Spd(%)
<b>Gaussian</b>	<b>1</b>	Esférico	0	7,39	3316,06	0,014	100
	<b>2</b>	Esférico	0	59,23	5471,70	0,028	100
	<b>3</b>	Esférico	0,41	8,10	4303,63	0,027	95,18
	<b>R</b>	Esférico	0	11,87	5401,16	0,103	100
<b>Binomial</b>	<b>1</b>	Aleatorio					--
	<b>2</b>	Aleatorio					--
	<b>3</b>	Exponencial		0,2	30000	0,605	100
	<b>R</b>	Exponencial		3,3	5000	0,610	100

**Tabla 24.**

Estimados de biomasa en las cuatro zonas analizadas mediante el método de simulación de Montecarlo.

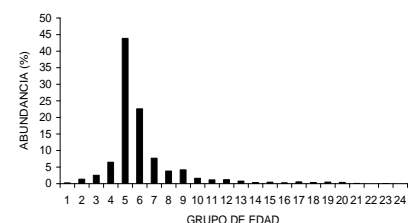
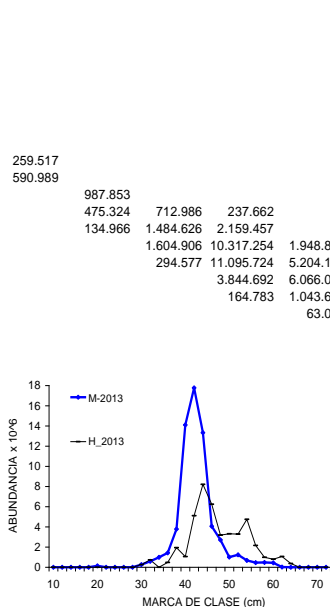
Biomasa MC	Estimación	Coef. Var. %	Lim Inf	Lim Sup
Área (R + 3)	60.218	26%	29.796	90.640
Zona 1	18.942	20%	11.648	26.236
Zona 2	11.353	22%	6.379	16.328
Zona 3	12.166	15%	8.548	15.783
Zona R	48.052	32%	17.847	78.258



**Tabla 25.**

Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, zona 3 + zona reprospectada, crucero 2013. (Abundancia Total Machos= 63.458.993 ejemplares; Machos Zona 3= 15.689.361; Machos Zona Reprospectada= 47.769.632).

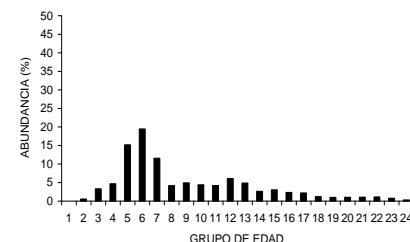
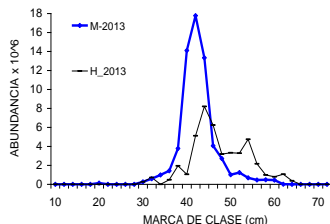
TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																							
10 - 11		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
12 - 13																									
14 - 15																									
16 - 17																									
18 - 19	135.450	135.450																							
20 - 21																									
22 - 23																									
24 - 25																									
26 - 27																									
28 - 29																									
30 - 31	259.517		259.517																						
32 - 33	590.989		590.989																						
34 - 35	987.853			987.853																					
36 - 37	1.425.971			475.324	712.986	237.662																			
38 - 39	3.779.049			134.966	1.484.626	2.159.457																			
40 - 41	14.100.246				1.604.906	10.317.254	1.948.815	229.272																	
42 - 43	17.772.797				294.577	11.095.724	5.204.189	687.346	392.769	98.192															
44 - 45	13.328.267					3.844.692	6.066.070	2.221.378	854.376	170.875	170.875														
46 - 47	4.064.645					164.783	1.043.625	1.483.046	659.132	604.204	54.928														
48 - 49	2.709.340						63.008	252.032	441.055	1.071.135	441.055			252.032	126.016	63.008									
50 - 51	1.004.480								54.296	461.518	162.889	162.889	81.444	27.148	27.148	27.148									
52 - 53	1.235.228									115.803	386.009	347.408	115.803	38.601	38.601										
54 - 55	678.729										78.315	156.630	78.315	104.420	26.105	104.420	52.210	52.210	26.105						
56 - 57	454.724													47.866	47.866				23.933	23.933					23.933
58 - 59	474.239																		23.933	23.933					
60 - 61	442.092																		79.040	79.040					
62 - 63	15.376																		88.418	176.837					
64 - 65																				7.688	7.688				
66 - 67																									
68 - 69																									
70 - 71																									
72 - 73																									
74 - 75																									
76 - 77																									
78 - 79																									
80 - 81																									
82 - 83																									
84 - 85																									
86 - 87																									
TOTAL	63.458.993	135.450	850.506	1.598.143	4.097.095	27.819.572	14.325.707	4.873.074	2.401.628	2.637.529	1.023.864	705.527	759.199	476.180	202.728	266.819	163.528	329.954	217.496	279.809	224.045	47.208			23.933
PORCENTAJE		0,21	1,34	2,52	6,46	43,84	22,57	7,68	3,78	4,16	1,61	1,11	1,20	0,75	0,32	0,42	0,26	0,52	0,34	0,44	0,35	0,07			0,04
TALLA PROM. (cm)		20,50	31,89	35,43	39,22	41,70	43,39	44,85	45,59	48,26	48,95	52,48	51,16	51,48	52,19	55,40	56,34	57,14	58,61	59,59	60,22	59,15	#DIV/0!		56,50
VARIANZA			0,79	1,67	2,89	3,02	2,71	3,13	4,22	5,34	7,87	1,65	4,27	9,71	9,63	4,60	2,18	2,13	3,92	1,55	0,76	1,49	#DIV/0!		
PESO PROM (g)		29,6	148,5	218,5	317,1	395,9	457,1	515,7	548,8	675,8	715,2	910,0	833,5	860,6	904,0	1.112,7	1.178,6	1.240,2	1.363,7	1.443,8	1.497,7	1.406,4	#DIV/0!		1.186,5



**Tabla 26.**

Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, zona 3+ zona reproductada, crucero 2013. (Abundancia Total= 43.919.216 ejemplares; Hembras Zona 3= 8.408.693; Hembras Zona Reproductada= 35.510.522).

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																									
24 - 25																									
26 - 27																									
28 - 29																									
30 - 31	259.517			259.517																					
32 - 33	721.929		240.643	481.286																					
34 - 35																									
36 - 37	480.173			320.116	160.058																				
38 - 39	1.939.425			387.885	1.357.598	193.943																			
40 - 41	1.056.607				422.643	633.964																			
42 - 43	5.108.391				111.052	2.887.352	1.887.884	222.104																	
44 - 45	8.208.913					2.686.553	4.104.457	1.417.903																	
46 - 47	6.237.822					222.779	2.394.878	2.339.183																	
48 - 49	3.186.093					37.930	151.719	1.099.961	891.117	389.864															
50 - 51	3.317.819								758.594	796.523	303.437														
52 - 53	3.281.933								184.323	921.616	1.044.499	552.970	368.647	122.882	61.441										
54 - 55	4.748.987									52.094	468.848	781.413	885.601	468.848	312.565	156.283	156.283								
56 - 57	2.163.435										116.942	505.211	1.313.550	1.212.507	202.085	606.254	404.169	505.211							
58 - 59	984.035												58.471	292.356	467.770	409.298	175.414	350.827	292.356						
60 - 61	796.120												39.361		118.084	118.084	196.807	39.361	196.807						
62 - 63	1.062.689															34.614	34.614	69.228	196.807	196.807					
64 - 65	365.326																	242.298	242.298	242.298					
66 - 67																			78.723	78.723					
68 - 69																			69.228	69.228					
70 - 71																			398.509	398.509					
72 - 73																			132.836	132.836					
74 - 75																									
76 - 77																									
78 - 79																									
80 - 81																									
82 - 83																									
84 - 85																									
86 - 87																									
TOTAL	43.919.216	240.643	1.448.803	2.051.350	6.662.521	8.538.937	5.079.151	1.834.034	2.160.098	1.933.726	1.839.594	2.665.630	2.134.523	1.161.945	1.324.533	1.028.727	964.628	523.777	439.104	453.856	467.736	492.650	340.412	132.836	
PORCENTAJE		0,55	3,30	4,67	15,17	19,44	11,56	4,18	4,92	4,40	4,19	6,07	4,86	2,65	3,02	2,34	2,20	1,19	1,00	1,03	1,06	1,12	0,78	0,30	
TALLA PROM. (cm)		32,50	34,63	38,97	43,17	44,69	46,20	47,73	49,09	51,03	52,45	53,39	54,00	54,96	55,40	55,27	55,82	57,52	59,60	60,74	62,20	62,59	64,11	62,50	
VARIANZA			9,09	1,69	2,73	2,25	2,58	1,75	2,44	3,36	2,26	2,60	2,70	4,94	3,27	5,93	2,94	1,52	0,99	1,79	0,49	1,25	0,61	0,00	
PESO PROM (g)		170,0	219,0	321,0	458,5	516,4	579,8	648,0	715,2	819,7	899,4	956,8	995,6	1.061,9	1.088,6	1.083,8	1.117,4	1.237,2	1.399,2	1.495,3	1.621,9	1.658,6	1.801,4	1.648,0	



**Tabla 27.**

Abundancia por grupos de edad y desviación estándar para merluza de tres aletas por sexo y proporción de ambos según GE. Crucero de evaluación 2013.

GE	MACHOS			HEMBRAS			AMBOS	
	Nº	sd	CV	Nº	sd	CV	Nº	%
I	135.450	24.967	0,1843				135450	0,1
II	850.506	156.769	0,1843	240.643	240.643	1,0000	1.091.149	1,0
III	1.598.143	437.807	0,2739	1.448.803	465.405	0,3212	3.046.946	2,8
IV	4.097.095	988.344	0,2412	2.051.350	527.292	0,2570	6.148.445	5,7
V	27.819.572	5.236.052	0,1882	6.662.521	1.356.571	0,2036	34.482.093	32,1
VI	14.325.707	2.798.426	0,1953	8.538.937	1.685.973	0,1974	22.864.644	21,3
VII	4.873.074	1.055.312	0,2166	5.079.151	1.044.599	0,2057	9.952.225	9,3
VIII	2.401.628	594.237	0,2474	1.834.034	433.251	0,2362	4.235.663	3,9
IX	2.637.529	584.526	0,2216	2.160.098	493.352	0,2284	4.797.627	4,5
X	1.023.864	291.699	0,2849	1.933.726	455.494	0,2356	2.957.591	2,8
XI	705.527	184.297	0,2612	1.839.594	467.238	0,2540	2.545.121	2,4
XII	759.199	217.424	0,2864	2.665.630	627.583	0,2354	3.424.829	3,2
XIII	476.180	161.926	0,3401	2.134.523	537.235	0,2517	2.610.703	2,4
XIV	202.728	95.322	0,4702	1.161.945	329.658	0,2837	1.364.672	1,3
XV	266.819	93.815	0,3516	1.324.533	380.131	0,2870	1.591.352	1,5
XVI	163.528	71.811	0,4391	1.028.727	317.556	0,3087	1.192.256	1,1
XVII	329.954	107.256	0,3251	964.628	312.105	0,3235	1.294.582	1,2
XVIII	217.496	114.517	0,5265	523.777	177.181	0,3383	741.273	0,7
XIX	279.809	131.472	0,4699	439.104	136.673	0,3113	718.914	0,7
XX	224.045	120.829	0,5393	453.856	153.994	0,3393	677.901	0,6
XXI	47.208	40.516	0,8583	467.736	163.367	0,3493	514.944	0,5
XXII	0	0		492.650	184.768	0,3750	492.650	0,5
XXIII	23.933	23.933	1,0000	340.412	127.502	0,3746	364.345	0,3
XXIV	0	0		132.836	92.489	0,6963	132.836	0,1
TOTAL	63.458.993	11.696.936		43.919.216	8.095.311		107.378.209	100,0

**Tabla 28.**

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.

GE 50% stock desovante de Merluza de tres aletas						
Sexo	2007	2008	2009	2011	2012	2013
Machos	2,3	3,7	2,7	3,7	2,6	2,5
Hembras	2,9	4,5	3,4	4,7	3,6	3,2
Diferencia	0,6	0,8	0,7	1,0	1,0	0,7

**Tabla 29.**

Clasificación de merluzas de tres aletas en estado gonadal maduros e inmaduros mediante observación macroscópica y microscópica (histológica) de sus gónadas. En achurado 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	100,0	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						
	nº de muestras		EMMi Maduro	EMMi Inmaduro	Total	%	
	EMMa	Maduro	746	1	747	89,8	
	EMMa	Inmaduro	43	42	85	10,2	
	Total		789	43	832		
	%		94,8	5,2			
	Total analizado por ambas técnicas (nº)				832		
Concordancia (nº)				788			
Concordancia (%)				94,7			

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 30.**

Valor medio del Índice Gonadosomático por sexo, para todas las tallas y > 35 cm LT, de merluza de tres aletas en el área de prospección, por zonas de interés.

	Machos			Machos > 35 cm			Hembras			Hembras > 35 cm		
	Media	D.E.	n	Media	D.E.	n	Media	D.E.	n	Media	D.E.	n
Área	12,0	6,1	1.058	12,1	6,1	1046	13,0	6,5	663	13,1	6,5	658
Taitao	12,0	5,9	578	12,1	5,9	570	14,9	8,0	347	15,0	7,9	342
Golfo Penas - Ladrillero	12,1	6,3	476	12,1	6,3	473	11,1	3,6	311	11,1	3,6	311
Trinidad - Concepción	10,4	6,3	4	13,1	3,9	3	7,5	2,3	5	7,5	2,3	5

**Tabla 31.**

Incidencia de fases macroscópicas de madurez por sexos y áreas prospectadas.

		Fases macroscópicas madurez					
		I	II	III	IV	V	Total
Machos	Área	0	14	945	98	1	1058
	%	0,0	1,3	89,3	9,3	0,1	
Hembras	Área	0	11	577	70	5	663
	%	0,0	1,7	87,0	10,6	0,8	

**Tabla 32.**

Incidencia de fases microscópicas de madurez de hembras en el área de prospección, en la zona re-prospectada y por zonas de interés.

		Estadios madurez microscópicos						Total
		I	II	III	IV	V	VI	
Área	n	3	4	521	77	30	1	636
	%	0,5	0,6	81,9	12,1	4,7	0,2	
Taitao	n	3	2	230	67	28	1	331
	%	0,9	0,6	69,5	20,2	8,5	0,3	
Golfo Penas - Ladrillero	n	0	2	286	10	2	0	300
	%	0,0	0,7	95,3	3,3	0,7	0,0	
Trinidad - Concepción	n	0	0	5	0	0	0	5
	%	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	

**Tabla 33.**

Estimados de la talla de madurez sexual ( $L_{50\%}$ ) de hembras a partir de evaluaciones directas entre 2001 y 2013.

Periodo	$L_{50\%}$	LI	LS
2001-2002	36,0	34,4	37,6
2001-2003	36,6	34,9	38,0
2001-2004	36,1	34,8	37,5
2001-2005	36,7	35,6	37,8
2001-2006	36,6	35,6	37,6
2001-2007	36,0	35,7	36,2
2008	36,7	34,2	38,4
2001-2008	36,6	35,5	37,5
2009	37,3	34,2	40,2
2001-2009	36,7	35,9	37,5
2011	36,5	35,0	38,2
2001-2011	36,7	36,1	37,3
2012	35,5	33,7	36,6
2001-2012	36,7	36,1	37,3
2001-2013	36,1	35,5	36,7

**Tabla 34.**  
Número de hembras inmaduras y maduras por grupo de edad.

Grupo edad	Inmaduro	Maduro	Total
2		1	1
3	2	4	6
4	1	14	15
5		76	76
6		117	117
7		86	86
8		39	39
9		42	42
10		35	35
11		28	28
12		37	37
13		29	29
14		19	19
15		20	20
16		15	15
17		13	13
18		11	11
19		11	11
20		11	11
21		8	8
22		7	7
23		4	4
24		3	3
	3	630	633

**Tabla 35.**  
Estimados de fecundidad total y relativa a partir de evaluaciones directas entre 2001 y 2013.

	Fecundidad total			Fecundidad relativa			Tamaño hembras		
	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	n
2001	119.479	1.110.293	386.831	150	974	392	50	61	57
2002	124.058	1.103.030	523.125	254	972	592	37	63	94
2003	119.842	1.340.841	733.540	174	1981	698	40	62	124
2004	76.676	1.573.646	615.362	141	1159	639	40	64	135
2005	71.771	1.245.209	593.968	165	913	534	43	64	124
2006	52.285	1.590.339	474.335	87	817	445	42	64	104
2007	105.435	1.210.836	400.327	197	738	482	36	62	28
2008	84.034	1.111.541	530.681	193	780	447	42	66	123
2009	18.478	926.779	297.329	34	646	314	42	63	36
2011	128.402	1.387.777	649.082	182	849	545	44	67	101
2012	103.340	1.083.838	400.441	239	695	456	34	65	117
2013	68.064	954.929	370.708	144	620	403	41	66	104
Mín.			297.329			314			
Máx.			733.540			698			
Media			497.977			496			

**Tabla 36.**  
Resumen de la relación entre la fecundidad total con el peso corporal y la longitud total (a: intercepto; b: pendiente; S<sub>x</sub>: error estándar del parámetro; gl: grado de libertad; SCE: suma cuadrado del error; r<sup>2</sup>: coeficiente de determinación).

Año	Variable	Regresión	a	Sa	b	Sb	gl	SCE	r2
2013	Peso corporal	Lineal	-119801	24065	552,1	25,64	102	640400000000	0,82
		Potencial	43,3	19,08	1,33	0,06279	102	621900000000	0,82
		Exponencial	119707	8178	0,00120	0,00006	102	727000000000	0,80
2013	Longitud total	Lineal	-1184000	94838	29123	1767	102	969800000000	0,73
		Potencial	0,00802	0,00807	4,418	0,2483	102	815600000000	0,77
		Exponencial	5132	1273	0,07848	0,00427	102	809400000000	0,77



**Tabla 37.**

Nombre científico y código utilizado para la identificación de especies en crucero de merluza de tres aletas.

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>
Cojinoba	ser	<i>Seriolella sp.</i>
Reineta	bau	<i>Brama australis</i>
Congrio dorado	gb	<i>Genypterus blacodes</i>
Tollo cachos	sqa	<i>Squalus acanthias</i>
Jibia	dg	<i>Dosidicus gigas</i>
Brótula	sau	<i>Salilota australis</i>
Calamar	lgh	<i>Loligo gahi</i>
Mictófidós	mic	Fam. Mictophidae

*La especie Cojinoba, se agrupo por el género, para evitar confusión entre especies.*

**Tabla 38.**

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)	759	3.217	22	691	0,91	70
Alto (m)	21	114	7	14	0,65	70
Elongación	37	91	2	29	0,80	70
Perímetro (m)	13.724	67.772	399	14.745	1,07	70
Area (m <sup>2</sup> )	20.840	241.257	243	37.665	1,81	70
Dim. Fractal	1,64	1,87	1,20	0,11	0,07	70
Prof. Card (m)	286	446	169	45	0,16	70
Prof. Fondo (m)	466	1.138	213	191	0,41	70
Índice altura (%)	32	75	4	19	0,59	70
s <sub>A</sub> (m <sup>2</sup> /mn <sup>2</sup> )	4.319	173.485	151	20.778	4,81	70
Densidad (s <sub>A</sub> /m <sup>2</sup> )	0,4	6,13	0,02	0,9	2,13	70

**Tabla 39.**

Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de agregaciones de merluza de tres aletas (zona R + zona 3).

Variable	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	CV	Nº obs
Largo (m)	565	2.088	22	508	0,90	55
Alto (m)	21	114	7	14	0,70	55
Elongación	30	90	2	27	0,89	55
Perímetro (m)	10.322	56.988	399	11.983	1,16	55
Area (m <sup>2</sup> )	14.916	241.257	243	33.352	2,24	55
Dim. Fractal	1,63	1,87	1,46	0,10	0,06	55
Prof. Card (m)	288	446	169	47	0,16	55
Prof. Fondo (m)	439	974	213	151	0,34	55
Indice altura (%)	29	70	4	17	0,58	55
s <sub>A</sub> (m <sup>2</sup> /mn <sup>2</sup> )	4.330	173.485	151	23.265	5,37	55
Densidad (s <sub>A</sub> /m <sup>2</sup> )	0,5	6,13	0,02	1,0	1,99	55

**Tabla 40.**

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

Variable	Zona	Prom	N	D.S.	C.V.
Largo	1	1.742	10	825	0,47
	2	929	5	506	0,54
	3	687	34	462	0,67
	R	368	21	529	1,44
Alto	1	28	10	13	0,47
	2	18	5	6	0,31
	3	18	34	6	0,32
	R	25	21	22	0,87
Elongación	1	66	10	21	0,32
	2	51	5	31	0,61
	3	40	34	27	0,68
	R	13	21	15	1,13
Perímetro	1	30.183	10	19.360	0,64
	2	18.230	5	10.322	0,57
	3	12.040	34	10.484	0,87
	R	7.539	21	13.900	1,84
Área	1	54.988	10	51.202	0,93
	2	17.709	5	12.118	0,68
	3	12.985	34	11.796	0,91
	R	18.041	21	52.508	2,91
Dim. Fractal	1	1,64	10	0,18	0,11
	2	1,73	5	0,05	0,03
	3	1,66	34	0,10	0,06
	R	1,60	21	0,08	0,05
Prof. Agregación	1	285	10	30	0,10
	2	267	5	55	0,20
	3	296	34	49	0,17
	R	274	21	39	0,14
Fondo	1	633	10	315	0,50
	2	437	5	131	0,30
	3	428	34	166	0,39
	R	456	21	124	0,27
Ind. Altura	1	44	10	26	0,60
	2	37	5	10	0,26
	3	25	34	17	0,69
	R	37	21	15	0,41
s <sub>A</sub>	1	5.799	10	7.379	1,27
	2	1.236	5	460	0,37
	3	969	34	994	1,03
	R	9.772	21	37.543	3,84
Densidad	1	0,1	10	0,1	0,60
	2	0,2	5	0,3	1,53
	3	0,2	34	0,3	1,56
	R	1,0	21	1,5	1,41

**Tabla 41.**

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	1,32E+07	3	4,40E+06	14,68	0,000
	Intra-grupos	1,98E+07	66	3,00E+05		
	Total	3,30E+07	69			
Alto	Inter-grupos	1,19E+03	3	3,97E+02	2,14	<b>0,103</b>
	Intra-grupos	1,22E+04	66	1,85E+02		
	Total	1,34E+04	69			
Elongación	Inter-grupos	2,15E+04	3	7,17E+03	12,82	0,000
	Intra-grupos	3,69E+04	66	5,59E+02		
	Total	5,84E+04	69			
Perímetro	Inter-grupos	3,71E+09	3	1,24E+09	7,23	0,000
	Intra-grupos	1,13E+10	66	1,71E+08		
	Total	1,50E+10	69			
Área	Inter-grupos	1,40E+10	3	4,66E+09	3,66	0,017
	Intra-grupos	8,39E+10	66	1,27E+09		
	Total	9,79E+10	69			
Dim. Fractal	Inter-grupos	9,56E-02	3	3,19E-02	2,78	<b>0,048</b>
	Intra-grupos	7,56E-01	66	1,15E-02		
	Total	8,52E-01	69			
Prof. Agregación	Inter-grupos	8,11E+03	3	2,70E+03	1,36	<b>0,263</b>
	Intra-grupos	1,31E+05	66	1,99E+03		
	Total	1,39E+05	69			
Fondo	Inter-grupos	3,33E+05	3	1,11E+05	3,36	0,024
	Intra-grupos	2,18E+06	66	3,30E+04		
	Total	2,51E+06	69			
Ind. Altura	Inter-grupos	3,60E+03	3	1,20E+03	3,83	0,014
	Intra-grupos	2,07E+04	66	3,13E+02		
	Total	2,43E+04	69			
S <sub>A</sub>	Inter-grupos	1,08E+09	3	3,58E+08	0,82	<b>0,485</b>
	Intra-grupos	2,87E+10	66	4,35E+08		
	Total	2,98E+10	69			
Densidad	Inter-grupos	1,10E+01	3	3,67E+00	5,37	0,002
	Intra-grupos	4,51E+01	66	6,84E-01		
	Total	5,61E+01	69			

**Tabla 42.**

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

Variable	Rango fondo	Prom	N	D.S.	C.V.
Largo	200	833	9	518	0,62
	300	679	23	610	0,90
	400	671	17	615	0,92
	500	235	7	223	0,95
	>600	1.211	14	928	0,77
Alto	200	21	9	9	0,41
	300	19	23	7	0,39
	400	25	17	24	0,96
	500	14	7	4	0,26
	>600	26	14	11	0,42
Elongación	200	41	9	25	0,61
	300	38	23	32	0,84
	400	31	17	28	0,91
	500	22	7	27	1,28
	>600	45	14	28	0,61
Perímetro	200	13.018	9	10.903	0,84
	300	11.938	23	12.617	1,06
	400	13.322	17	15.646	1,17
	500	2.956	7	2.640	0,89
	>600	22.982	14	18.600	0,81
Área	200	19.598	9	17.443	0,89
	300	13.420	23	16.887	1,26
	400	25.356	17	57.279	2,26
	500	2.823	7	2.378	0,84
	>600	37.353	14	47.179	1,26
Dim. Fractal	200	1,62	9	0,06	0,04
	300	1,65	23	0,14	0,08
	400	1,63	17	0,12	0,07
	500	1,64	7	0,10	0,06
	>600	1,66	14	0,09	0,05
Prof. Agregación	200	214	9	25	0,12
	300	289	23	24	0,08
	400	293	17	39	0,13
	500	340	7	66	0,20
	>600	291	14	12	0,04
Ind. Altura	200	16	9	8	0,50
	300	19	23	8	0,45
	400	32	17	10	0,32
	500	37	7	13	0,35
	>600	61	14	8	0,13
S <sub>A</sub>	200	1.314	9	1.287	0,98
	300	1.242	23	1.342	1,08
	400	11.466	17	41.772	3,64
	500	894	7	1.300	1,45
	>600	4.339	14	6.556	1,51
Densidad	200	0,1	9	0,08	0,74
	300	0,4	23	0,85	2,02
	400	0,4	17	0,49	1,11
	500	1,2	7	2,21	1,92
	>600	0,2	14	0,38	1,58

**Tabla 43.**

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	5,11E+06	4	1,28E+06	2,98	0,025
	Intra-grupos	2,79E+07	65	4,29E+05		
	Total	3,30E+07	69			
Alto	Inter-grupos	9,94E+02	4	2,49E+02	1,30	<b>0,279</b>
	Intra-grupos	1,24E+04	65	1,91E+02		
	Total	1,34E+04	69			
Elongación	Inter-grupos	3,52E+03	4	8,80E+02	1,04	<b>0,392</b>
	Intra-grupos	5,49E+04	65	8,45E+02		
	Total	5,84E+04	69			
Perímetro	Inter-grupos	2,09E+09	4	5,23E+08	2,63	0,042
	Intra-grupos	1,29E+10	65	1,99E+08		
	Total	1,50E+10	69			
Área	Inter-grupos	7,72E+09	4	1,93E+09	1,39	<b>0,247</b>
	Intra-grupos	9,02E+10	65	1,39E+09		
	Total	9,79E+10	69			
Dim. Fractal	Inter-grupos	1,13E-02	4	2,83E-03	0,22	<b>0,927</b>
	Intra-grupos	8,40E-01	65	1,29E-02		
	Total	8,52E-01	69			
Prof. Agregación	Inter-grupos	6,89E+04	4	1,72E+04	15,91	0,000
	Intra-grupos	7,04E+04	65	1,08E+03		
	Total	1,39E+05	69			
Ind. Altura	Inter-grupos	1,87E+04	4	4,68E+03	54,42	0,000
	Intra-grupos	5,58E+03	65	8,59E+01		
	Total	2,43E+04	69			
S <sub>A</sub>	Inter-grupos	1,25E+09	4	3,12E+08	0,71	<b>0,587</b>
	Intra-grupos	2,85E+10	65	4,39E+08		
	Total	2,98E+10	69			
Densidad	Inter-grupos	5,09E+00	4	1,27E+00	1,62	<b>0,179</b>
	Intra-grupos	5,10E+01	65	7,85E-01		
	Total	5,61E+01	69			

**Tabla 44.**  
Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).

	Largo	Alto	Elon.	Perím.	Área	Dim. Frac.	Prof. Agreg.	Fondo	Ind. Alt.	S <sub>A</sub>	Dens.
Largo	1	0,505	0,735	0,881	0,765	0,250	-0,113	0,397	0,309	0,318	-0,360
Alto	0,505	1	-0,065	0,432	0,893	-0,307	-0,154	0,194	0,219	0,857	-0,037
Elongación	0,735	-0,065	1	0,652	0,247	0,600	0,025	0,152	0,045	-0,053	-0,436
Perímetro	0,881	0,432	0,652	1	0,620	0,455	-0,135	0,350	0,339	0,222	-0,322
Área	0,765	0,893	0,247	0,620	1	-0,117	-0,130	0,330	0,295	0,792	-0,134
Dim. Fractal	0,250	-0,307	0,600	0,455	-0,117	1	0,133	0,052	0,013	-0,226	-0,266
Prof. Agreg.	-0,113	-0,154	0,025	-0,135	-0,130	0,133	1	0,280	-0,041	-0,065	-0,118
Fondo	0,397	0,194	0,152	0,350	0,330	0,052	0,280	1	0,888	0,056	0,017
Ind. Altura	0,309	0,219	0,045	0,339	0,295	0,013	-0,041	0,888	1	0,091	0,156
S <sub>A</sub>	0,318	0,857	-0,053	0,222	0,792	-0,226	-0,065	0,056	0,091	1	0,054
Densidad	-0,360	-0,037	-0,436	-0,322	-0,134	-0,266	-0,118	0,017	0,156	0,054	1

**Tabla 45.**  
Valores propios y variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes.

Nº componente	Valor propio	% variabilidad explicada	% acumulado
1	4,14	37,65	37,65
2	2,49	22,62	60,28
3	1,75	15,87	76,15
4	1,07	9,75	85,90
5	0,69	6,30	92,20
6	0,43	3,91	96,11
7	0,26	2,39	98,50
8	0,09	0,78	99,28
9	0,04	0,39	99,67
10	0,03	0,27	99,94
11	0,01	0,06	100,00

**Tabla 46.**  
Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales.

Variable	Com.1	Com.2	Com.3	Com.4
Largo	<b>0,92</b>	0,24	-0,10	-0,08
Alto	<b>0,72</b>	-0,62	-0,19	0,11
Elongación	0,55	<b>0,71</b>	-0,18	-0,05
Perímetro	<b>0,86</b>	0,33	-0,07	-0,17
Área	<b>0,89</b>	-0,37	-0,15	0,08
Dim. Fractal	0,19	<b>0,79</b>	-0,03	-0,04
Prof. Agreg.	-0,09	0,20	0,32	<b>0,88</b>
Fondo	0,51	0,04	<b>0,83</b>	0,10
Ind. Altura	0,47	-0,08	<b>0,81</b>	-0,22
S <sub>A</sub>	<b>0,57</b>	<b>-0,63</b>	-0,26	0,22
Densidad	-0,29	<b>-0,48</b>	0,35	-0,36

**Tabla 47.**

Valores promedio, y desviación estándar de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2001-2013.

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



**Tabla 48.**  
Alimentación de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.

Espece	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
<i>E.superba</i>	1	1	0,15	0,51	0,52	0,13	0,333	0,0063
<i>E.vallentini</i>	5	5	0,52	2,5	2,6	0,46	7,81	0,15
<i>Euphausia</i> sp	5	4	0,82	2,5	2,1	0,72	6,80	0,129
<i>Munida gregaria</i>	5	4	1,24	2,5	2,1	1,1	7,57	0,144
<i>Pasiphaea dofleini</i>	2	2	3,6	1,0	1,0	3,2	4,37	0,0829
<i>Sergestes arcticus</i>	8	8	4,06	4,0	4,2	3,6	31,9	0,60
Restos	76	75	18,84	38	39	17	2157,8	40,9
Peces								
<i>Electrona carlsbergi</i>	1	1	3,86	0,51	0,52	3	2,04	0,0387
<i>Lampanyctodes hectoris</i>	1	1	1,21	0,51	0,52	1,1	0,822	0,0156
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	19	16	14,1	10	8,4	12	184,2	3,49
Mictofido indeterminado	5	5	16,65	2,5	2,6	15	44,9	0,852
Restos	70	69	48,67	35	36	43	2823,3	53,6
Total	198	191	113,7	100	100	100	5271,8	100

**Tabla 49.**

Alimentación de ejemplares machos de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
<i>E.vallentini</i>	3	3	0,31	3,70	3,80	0,62	16,42	0,34
<i>Euphausia</i> sp	3	2	0,69	3,70	2,53	1,38	12,87	0,27
<i>Munida gregaria</i>	4	3	1	4,94	3,80	2,00	26,35	0,55
<i>Sergestes arcticus</i>	2	2	1,1	2,47	2,53	2,20	11,82	0,25
Restos	31	31	7,2	38,27	39,24	14,40	2066,86	42,90
Peces								
<i>Lampanyctodes hectoris</i>	1	1	1,21	1,23	1,27	2,42	4,63	0,10
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	7	7	5,38	8,64	8,86	10,76	171,92	3,57
Mictofido indeterminado	3	3	14,97	3,70	3,80	29,94	127,76	2,65
Restos	27	27	18,14	33,33	34,18	36,28	2379,19	49,38
Total	81	79	50	100	100	100	4817,8	100

**Tabla 50.**

Alimentación de ejemplares hembras de *Micromesistius australis* para el área total comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
<i>E. superba</i>	1	1	0,1	1,14	1,19	0,22	1,61	0,03
<i>Munida gregaria</i>	1	1	0,24	1,14	1,19	0,53	1,98	0,04
<i>Pasiphaea dofleini</i>	2	2	3,6	2,27	2,38	7,91	24,25	0,44
<i>Sergestes arcticus</i>	4	4	1,56	4,55	4,76	3,43	37,97	0,69
Restos	38	37	9,71	43,18	44,05	21,34	2841,85	51,74
Peces								
<i>Electrona carlsbergi</i>	1	1	3,86	1,14	1,19	8,48	11,45	0,21
<i>Maurollicus parvipinnis</i>	11	8	8,29	12,50	9,52	18,22	292,53	5,33
Mictófido indeterminado	2	2	1,68	2,27	2,38	3,69	14,20	0,26
Restos	28	28	16,47	31,82	33,33	36,19	2266,93	41,27
Total	88	84	45,5	100	100	100	5492,8	100

**Tabla 51.**

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes  
a la Clase de Talla I  $\leq 40$  cm, para el área comprendida entre  
Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
<i>E. vallentini</i>	1	1	0,1	3,4	3,6	0,8	15,13	0,20
<i>Munida gregaria</i>	4	3	1	13,8	10,7	7,9	232,21	3,01
Restos	17	17	6,44	58,6	60,7	50,7	6640,28	86,10
Peces								
<i>Maurollicus parvipinnis</i>	4	4	2,9	13,8	14,3	22,9	523,51	6,79
Restos	3	3	2,25	10,3	10,7	17,7	300,81	3,90
Total	29	28	12,69	100	100	100	7711,9411	100

**Tabla 52.**

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla II > 40 ≤ 50 cm, para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
<i>E. vallentini</i>	2	2	0,21	2,1	2,2	0,3	5,17	0,10
<i>Munida gregaria</i>	1	1	0,24	1,0	1,1	0,4	1,52	0,03
<i>Pasiphaea dofleini</i>	2	2	3,6	2,1	2,2	5,5	16,39	0,32
<i>Sergestes arcticus</i>	5	5	2,56	5,2	5,4	3,9	49,17	0,96
Restos	35	34	6,55	36,5	36,6	10,1	1701,23	33,08
Peces								
<i>Lampanyctodes hectoris</i>	1	1	1,21	1,0	1,1	1,9	3,12	0,06
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	10	8	7,54	10,4	8,6	11,6	189,38	3,68
Mictófido indeterminado	4	4	16,23	4,2	4,3	25,0	125,30	2,44
Restos	36	36	26,87	37,5	38,7	41,3	3051,57	59,34
Total	96	93	65,0	100	100	100	5142,8	100

**Tabla 53.**

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* correspondientes a la Clase de Talla III > 50 cm, para el área comprendida entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.

Espece	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
<i>Euphausia</i> sp	4	3	0,79	9,1	7,1	4,4	96,62	1,80
<i>Sergestes arcticus</i>	1	1	0,1	2,3	2,4	0,6	6,75	0,13
Restos	17	17	3,92	38,6	40,5	22,0	2454,74	45,63
Peces								
<i>Electrona carlsbergi</i>	1	1	3,86	2,3	2,4	21,7	57,01	1,06
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	4	3	3,23	9,1	7,1	18,1	194,48	3,61
Mictófido indeterminado	1	1	0,42	2,3	2,4	2,4	11,03	0,20
Restos	16	16	5,49	36,4	38,1	30,8	2559,58	47,57
Total	44	42	17,8	100	100	100	5380,2	100

**Tabla 54.**  
Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área de Taitao en agosto 2013.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
<i>E.superba</i>	1	1	0,1	1,96	2,04	0,46	4,94	0,06
<i>E.vallentini</i>	2	2	0,2	3,92	4,08	0,92	19,76	0,26
<i>Munida gregaria</i>	1	1	0,1	1,96	2,04	0,46	4,94	0,06
<i>Sergestes arcticus</i>	1	1	0,1	1,96	2,04	0,46	4,94	0,06
Restos	9	9	3,14	17,65	18,37	14,44	589,30	7,74
Peces								
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	8	6	6,95	15,69	12,24	31,95	583,35	7,67
Restos	29	29	11,16	56,86	59,18	51,31	6402,08	84,13
Total	51	49	21,8	100	100	100	7609,3	100

**Tabla 55.**  
Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para  
el área del Golfo de Penas-Ladrillero en agosto 2013.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
<i>E.vallentini</i>	1	1	0,11	0,89	0,89	0,15	0,93	0,02
<i>Euphausia sp</i>	3	3	0,69	2,68	2,68	0,95	9,71	0,18
<i>Munida gregaria</i>	2	2	0,44	1,79	1,79	0,60	4,27	0,08
<i>Pasiphaea dofleini</i>	2	2	3,60	1,79	1,79	4,93	12,00	0,23
<i>Sergestes arcticus</i>	4	4	2,56	3,57	3,57	3,51	25,29	0,48
Restos	59	59	13,77	52,68	52,68	18,87	3769,25	71,09
Peces								
<i>Electrona carlsbergi</i>	1	1	3,86	0,89	0,89	5,29	5,52	0,10
<i>Lampanyctodes hectoris</i>	1	1	1,21	0,89	0,89	1,66	2,28	0,04
<i>Maurollicus parvipinnis</i>	9	9	6,72	8,04	8,04	9,21	138,59	2,61
Mictofido indeterminado	5	5	16,65	4,46	4,46	22,82	121,81	2,30
Restos	25	25	23,35	22,32	22,32	32,00	1212,62	22,87
Total	112	112	73,0	100	100	100	5302,3	100



**Tabla 56.**

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de  $\leq 277$  m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
<i>Euphausia</i> sp	2	1	0,63	6,3	3,2	2,6	28,60	0,48
<i>Munida gregaria</i>	1	1	0,2	3,1	3,2	0,8	12,76	0,21
Restos	19	19	5,78	59,4	61,3	24,0	5110,90	85,48
Peces								
<i>Lampanyctodes hectoris</i>	1	1	1,21	3,1	3,2	5,0	26,30	0,44
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	5	5	3,12	15,6	16,1	13,0	461,08	7,71
Mictofido indeterminado	1	1	10,79	3,1	3,2	44,8	154,69	2,59
Restos	3	3	2,34	9,4	9,7	9,7	184,81	3,09
Total	32	31	24,1	100	100	100	5979,1	100

**Tabla 57.**

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de  $> 277 \leq 327$  m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
<i>E.vallentini</i>	2	2	0,2	2,3	2,4	0,5	6,73	0,11
<i>Euphausia</i> sp	1	1	0,1	1,2	1,2	0,2	1,68	0,03
<i>Munida gregaria</i>	1	1	0,1	1,2	1,2	0,2	1,68	0,03
<i>Pasiphaea dofleini</i>	1	1	2,4	1,2	1,2	5,6	8,17	0,13
<i>Sergestes arcticus</i>	4	4	1,3	4,7	4,8	3,0	37,07	0,60
Restos	26	26	6,31	30,2	31,3	14,8	1409,52	22,85
Peces								
<i>Electrona carlsbergi</i>	1	1	3,86	1,2	1,2	9,0	12,28	0,20
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	9	6	6,95	10,5	7,2	16,3	193,20	3,13
Mictofido indeterminado	1	1	1,55	1,2	1,2	3,6	5,77	0,09
Restos	40	40	19,97	46,5	48,2	46,7	4493,30	72,83
Total	86	83	42,7	100	100	100	6169,4	100

**Tabla 58.**

Alimentación de ejemplares de *Micromesistius australis* para el área total, en el estrato de > 327 m de profundidad, entre Taitao y Trinidad-Concepción en agosto 2013.

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Crustáceos								
<i>E.vallentini</i>	1	1	0,11	2,0	2,0	0,4	4,86	0,10
<i>Euphausia</i> sp	1	1	0,06	2,0	2,0	0,2	4,51	0,09
<i>Munida gregaria</i>	3	2	0,94	6,0	4,1	3,3	37,86	0,76
<i>Pasiphaea dofleini</i>	1	1	1,2	2,0	2,0	4,2	12,61	0,25
<i>Sergestes arcticus</i>	2	2	1,36	4,0	4,1	4,7	35,67	0,72
Restos	23	23	4,82	46,0	46,9	16,8	2947,49	59,23
Peces								
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	4	4	3,6	8,0	8,2	12,5	167,70	3,37
Mictófido indeterminado	3	3	4,31	6,0	6,1	15,0	128,68	2,59
Restos	12	12	12,3	24,0	24,5	42,9	1637,32	32,90
Total	50	49	28,7	100	100	100	4976,7	100



**A N E X O S**

---



# **A N E X O 1**

---

Resolución Pesca de Investigación N°1.941





MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO  
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA  
PINV 104-2013 HIDROACÚSTICA MSUR-MCOLA-M3ALETAS 2013



AUTORIZA AL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO PARA  
REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

VALPARAISO, 30 JUL. 2013

RES. EX. N° 1941

VISTO: Lo solicitado por el Instituto de Fomento Pesquero mediante Oficio Ord. IFOP/2013/PGE/176/DIR/426 SUBPESCA de fecha 17 de julio de 2013, C.I. SUBPESCA N°8858-2013; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Memorándum Técnico (P.INV.) N° 104-2013, de fecha 23 de julio de 2013; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto FIP 2013-13 denominado **"Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas"**, elaborados por el solicitante y aprobados por el Fondo de Investigación Pesquera y por esta Subsecretaría de Pesca; lo dispuesto en el D.F.L. N° 5 de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; las Leyes N° 19.880, N° 20.528, N° 20.597; N° 20.560; N° 20.657; los D.S. N° 144 de 1980, N° 245 de 1990 y N° 461 de 1995; los Decretos Exentos N° 140 de 1996 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción y el Decreto Exento N° 195 de 2013, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; la Resolución N° 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 FIP 2013-13 denominado **"Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas"**.

Que mediante Memorándum Técnico (P.INV.) N° 104/2013 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 2° N° 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 la biomasa y abundancia de Merluza del sur, Merluza de cola y Merluza de tres aletas en las áreas de sus unidades de pesquerías 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 2014.

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. N° S. N° 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 FIP 2013-13 denominado **"Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas"**, elaborados por el solicitante y aprobados por el Fondo de Investigación Pesquera y 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 02 de septiembre de 2013, ambas fechas inclusive.

4.- La pesca de investigación se realizará en el área marítima comprendida entre las latitudes 43°30' L.S. y 51°00' L.S., por fuera del área de reserva artesanal 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 **"CABO DE HORNO"** características náuticas son las siguientes:

Nombre	CABO DE HORNO
Señal distintiva	CCCH
Estora (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 el Decreto Exento N° 140 de 1996, 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 dos cruceros, pudiendo extraerse los recursos que se indica en los montos que se señala:

- Primer crucero: entre la fecha de publicación de la presente resolución en el Diario Oficial y el 17 de agosto de 2013, 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.
- Segundo crucero: entre el 18 de agosto y el 02 de septiembre de 2013, 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.

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>	0,4
Reineta	<i>Brama australis</i>	0,6
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	0,2
Tollo	<i>Squalus spp, Mustelus spp</i>	0,1
Brotula	<i>Salilota australis</i>	0,4

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 Decreto Exento Nº 195 de 2013, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

8.- La nave participante en la presente pesca de investigación deberán cumplir con las siguientes obligaciones:

- a) 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.
- b) Realizar las labores de pesca de investigación con sujeción a los diseños operativos determinados por el Instituto de Fomento Pesquero.
- c) 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.
- d) Instalar y operar a bordo de la nave un dispositivo de posicionamiento satelital;
- e) 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.
- f) 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 un informe transcurrido el plazo de 20 días de finalizado el crucero de evaluación, el que deberá contener los principales resultados de los análisis efectuados. El informe final del proyecto deberá ser entregado en la fecha señalada en las bases técnicas aprobadas por el Fondo de Investigación Pesquera.

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. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, a su Director Ejecutivo, don José Luis Blanco García, ambos domiciliados en Blanco N° 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 N° 430, de 1991 y N° 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.**

  
**PABLO GALILEA CARRILLO**  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura



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

---

Presentaciones Taller de difusión  
y discusión metodológica.



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**  
Proyecto FIP 2013-13

**Evaluación Directa de Merluza del Sur, Merluza de Cola  
y Merluza de Tres Aletas.**

**II INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

Alvaro Saavedra Godoy  
Abril 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

**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 distribuci3n 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 composici3n de tallas, edad y proporci3n 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 distribuci3n 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 identificaci3n.

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 identificaci3n en el área y períoao de estudio.
5. Determinar la composici3n 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.

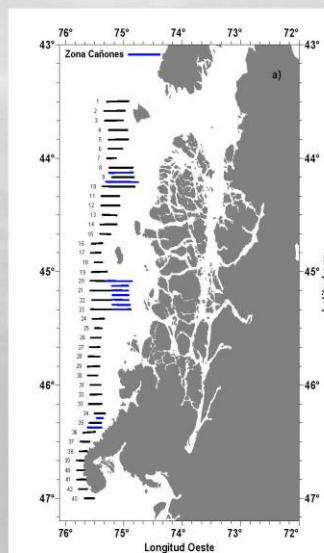
D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A



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

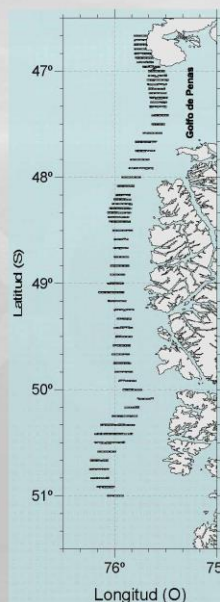
### ANTECEDENTES GENERALES CRUCERO

El proyecto contempl3 un crucero de prospecci3n ac3stica y pesquera a bordo del buque cientifico AGS 61 "Cabo de Hornos", el cual en su primera etapa, denominado crucero 1 se prolong3 entre el 5 y el 18 de agosto, se orient3 a la prospecci3n hidroac3stica de merluza del sur y merluza de cola en el 3rea comprendida entre las latitudes 43°30'S y 47°00'S donde se efectuaron 43 transectas y 25 lances de pesca de identificaci3n.



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

El crucero 2 orientado a merluza de tres aletas, se realiz3 entre el 18 y 29 de agosto, entre las latitudes 46°40'S y 51°00'S, agreg3ndose un 3rea extra en la zona norte debido a que se detect3 presencia del recurso al norte del 47°00'S (l3mite original zona de estudio). Se realizaron 24 lances de identificaci3n mas tres que se incorporaron del crucero 1



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

AGS 61 "Cabo de Hornos"

Eslora : 74 m

Manga: 15,6

Sistema ecointegración marca Simrad, modelo EK-60, conectado a 6 transductores split beam de: 18, 38, 70, 120, 200 y 333 Khz

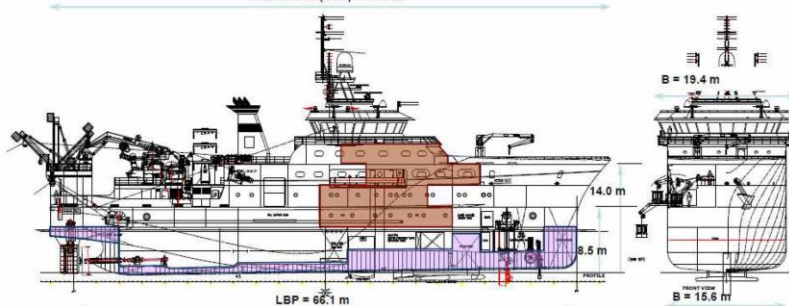


D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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

## CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Eslora Total (LOA) = 74.1 m



ESLORA TOTAL (Largo) = 74.10 m  
ESLORA ENTRE PERP. = 66.10 m  
MANGA MOLD. (Ancho) = 15.60 m  
MANGA EN PUENTE = 19.14 m  
PUNTAL CUB 1 (PPAL) = 8.5 m  
PUNTAL CUB. 02 = 14.0 m  
Calado Promedio = 5.80 m

CAPACIDAD DE PERS. = 9 OFICIALES  
(TOT. 68+HOSP.) 34 GENTE DE MAR  
25 CIENTÍFICOS (17+8)

**AUTONOMÍA:**  
35 días navegando sin reabastecimiento  
6.240 millas náuticas a 10,5 nudos y 62 estaciones de 4 horas (DP).  
Velocidad máxima +14,5 nudos

CAPACIDAD DE LIQUIDOS:  
COMBUSTIBLE = 438 m³  
AGUA DULCE = 138.8 m³  
AGUA DE LASTRE = 491.8 m³  
ACEITE LUB. = 5.56 m³  
ACEITE HIDR. = 4.2 m³

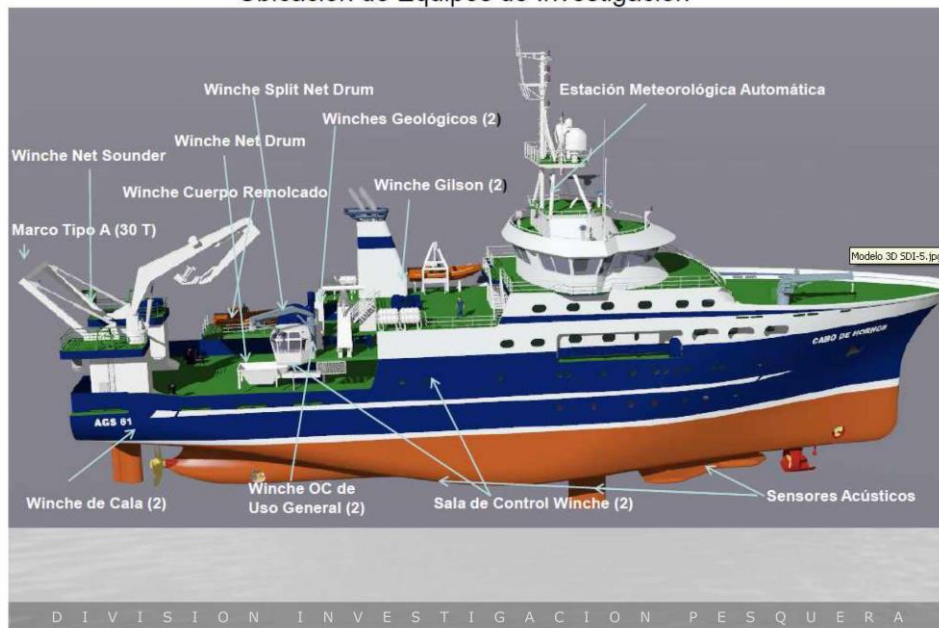
DESPLAZAMIENTO: +3000 TONS.

18

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

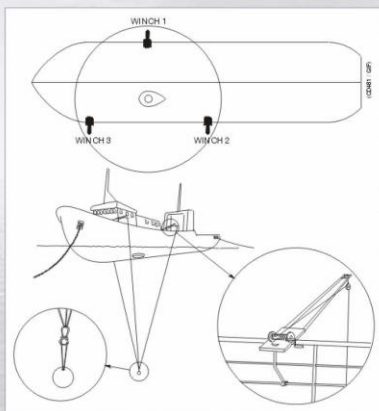
I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

### Ubicación de Equipos de Investigación



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 ( $s_A$ ) 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 lunes 29 de julio del 2013

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	29/07/2013
Buque	AGS 61 cabo de Hornos
Ecosonda	Simrad ER 60
Transductor	ES38B
Profundidad esfera	13 m
Profundidad fondo	36 m
Frecuencia	38 KHz
Ganancia anterior	26,50 dB
<b>Ganancia (calibración)</b>	<b>26,90 dB</b>
TS esfera	-33,6 dB
Corrección $s_A$	-0,66 dB
Ancho de banda	2,43 KHz
Intervalo de muestreo	0,192 m
Coefficiente de absorción	9,2 dB/km
Velocidad del sonido	1499,6 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





#### Resultados Objetivo específico N° 1

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

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, el Consejo de Investigación Pesquera ha efectuado once proyectos de investigación orientados a evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas, diez mediante el Fondo de Investigación Pesquera (FIP), y uno (2006) mediante banco integrado de proyectos (BIP). El último fue el proyecto FIP 2013-13.

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



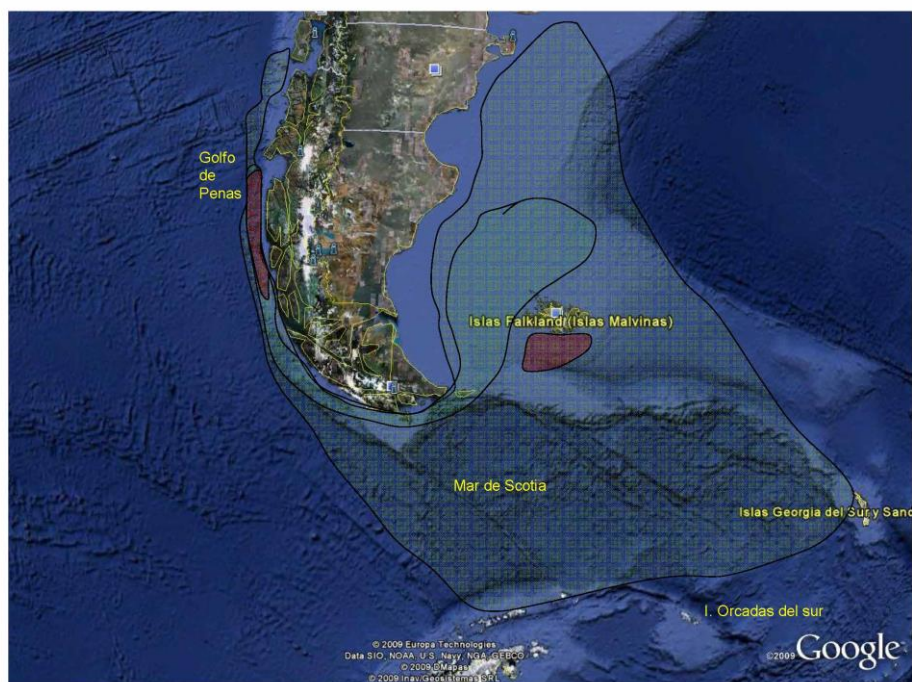
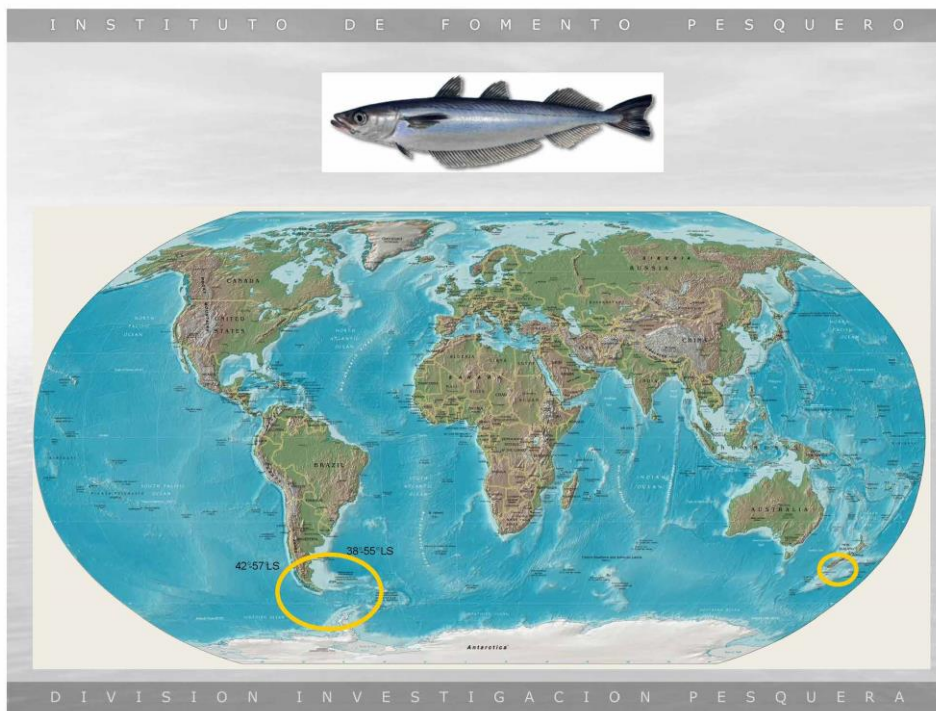
Antecedentes biológicos ***Micromesistius australis*** Norman, 1937

Clase	Actinopterygios (peces con aletas radiadas)
Orden	Gadiformes
Familia	Gadidae
Hábitat	Bentopelágico 50-900 m. (185-400 m, prom 280 m)*
Alimentación	Crustáceos planctónicos (eufáusidos y anfípodos), ocupando los niveles 3-4 de la cadena trófica.
Longitud máxima (cm)	67 cm
Longitud promedio (cm)	51cm
Longevidad (años)	23-30 años
Edad de primera madurez	3-4 años

\*crucero 2013

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

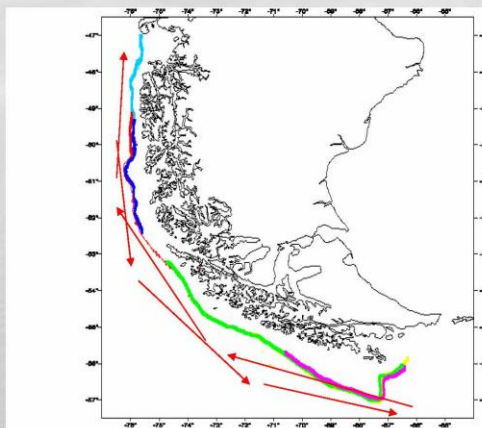
Rendimientos mensuales (t/h) 1995-2013, buque surimero  
zona sur exterior (47°00' – 57°00' LS)

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	25
Septiembre	81	32	47	47	27	21	28	40	39	30	31	29	33	29	29	26	15	22	29
Octubre	17	26	21	19	18	21	24	20	1	23	18	18	22	16	10	9	7	9	10
Noviembre	8	29	14	8	10	8	14	-	-	-	-	-	-	6	7	5	-	6	5

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

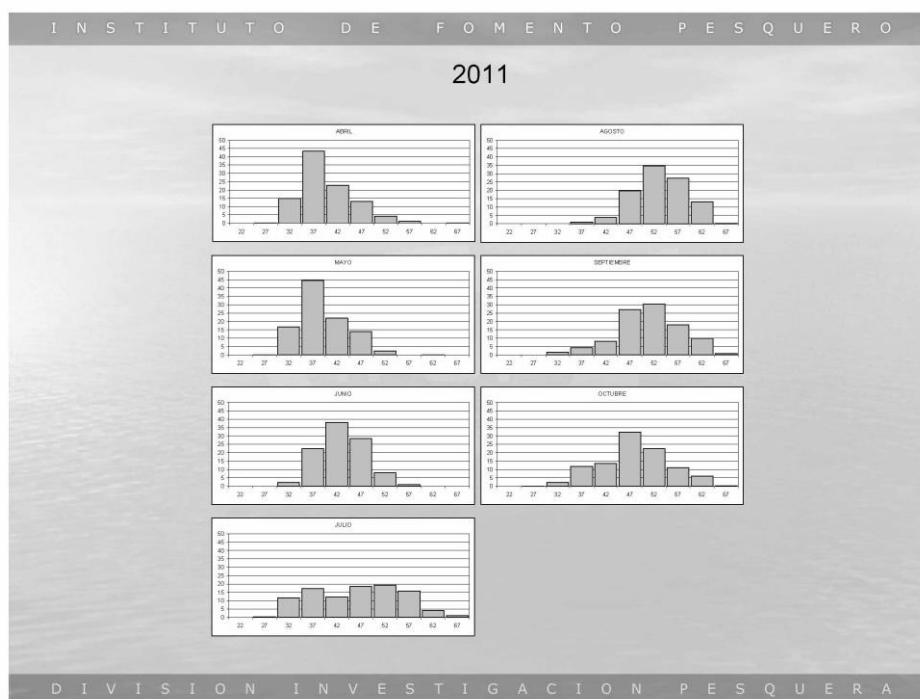
Áreas de operación mensual de la flota  
arrastrea surimera

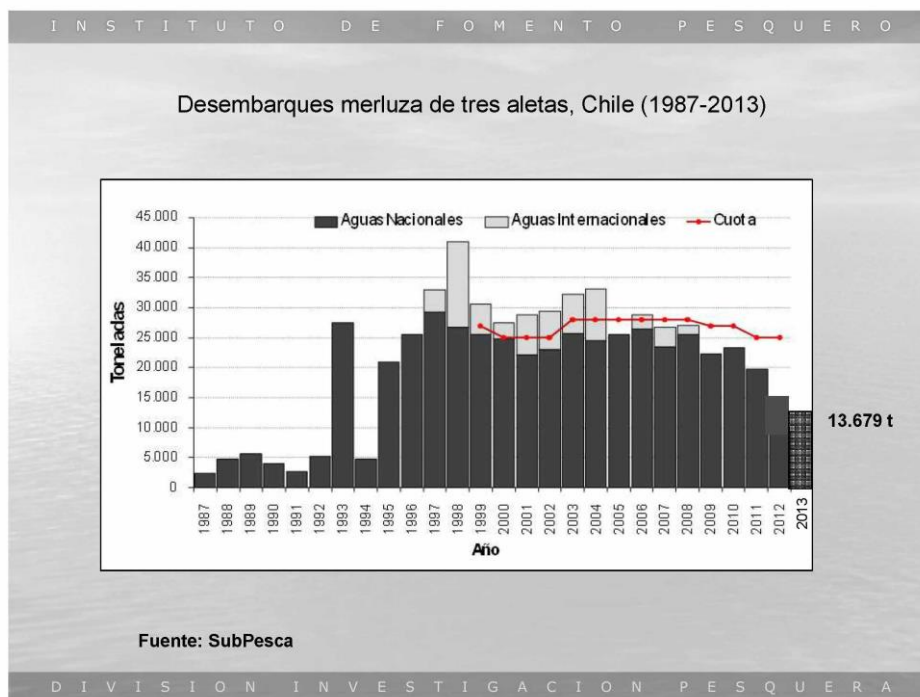
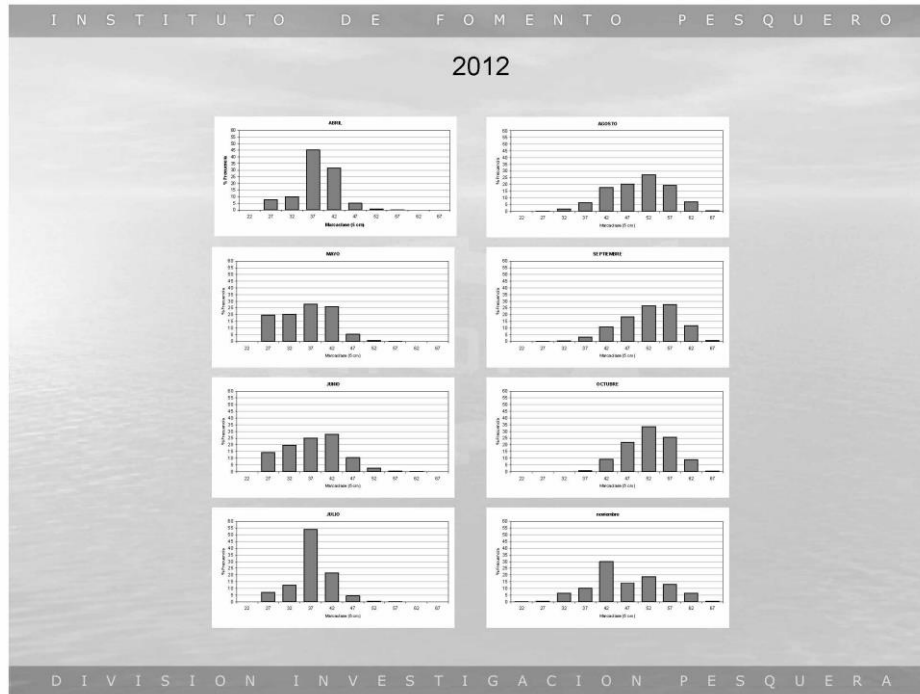


Lillo *et al.*, 1994 postulan esquema dinámica espacial, asociando la presencia del recurso a un pulso migratorio de carácter reproductivo.

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

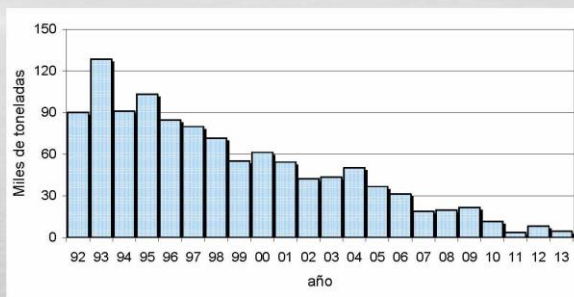






I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

### Desembarques merluza de tres aletas, Argentina (1992-2013)



Fuente: SAGPyA, Argentina

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, específicamente en la segunda quincena, en el área de desove ubicado entre las latitudes 47°00' LS y 51°00' LS.

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

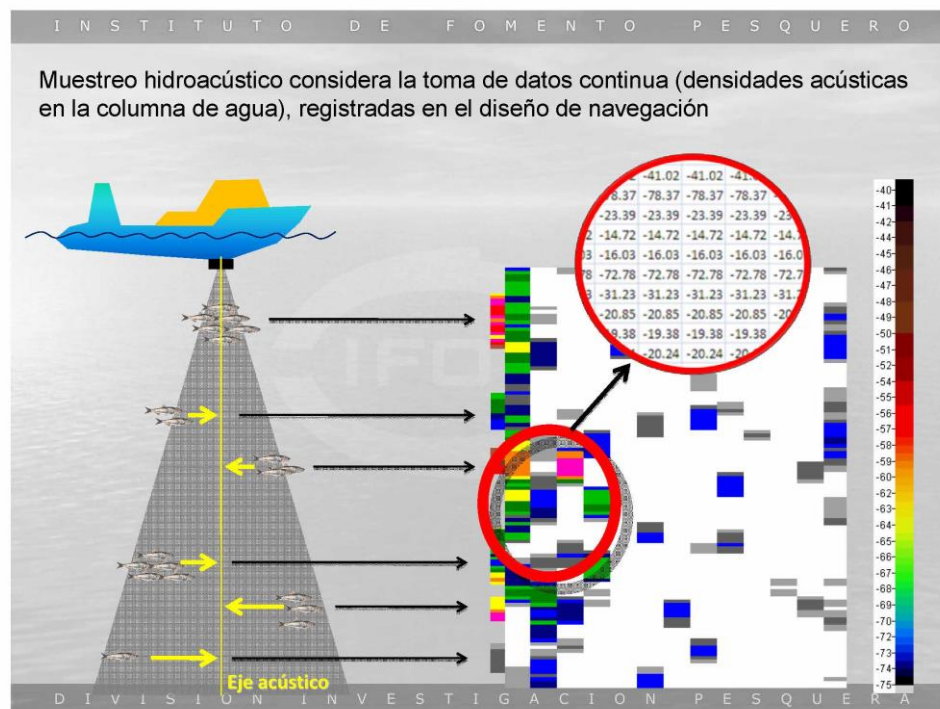
**Período**

Segunda quincena de agosto (18-29)

**Diseño de muestreo**

Muestreo hidroacústico 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. Este año se realizaron transectas extras al norte del área de estudio (8)

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

Los registros Acústicos tomados a bordo durante las transectas, lances y navegaciones incluyen en general:

Intensidad acústica, hora, profundidad del fondo, cardúmenes, umbrales de detección, 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 señal acústica por movimiento del buque (cabeceo/rolido), presencia de interferencias acústicas de otros sistemas.

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

- 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

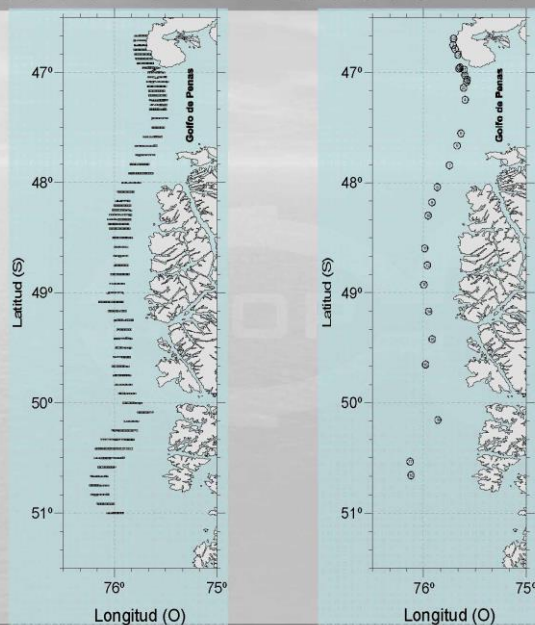
El crucero se realizó entre el 18 y 29 de agosto entre las latitudes 46°40'S y 51°00'S, agregándose una zona extra al norte del área de estudio.

Al igual que el año anterior y una vez finalizada la "prospección normal" hasta la latitud 51°00'S, se realizó una "Re-prospección" entre las latitudes 46°45' y 47°20', detectándose el foco principal de concentración entre el 28 y 29 de agosto.

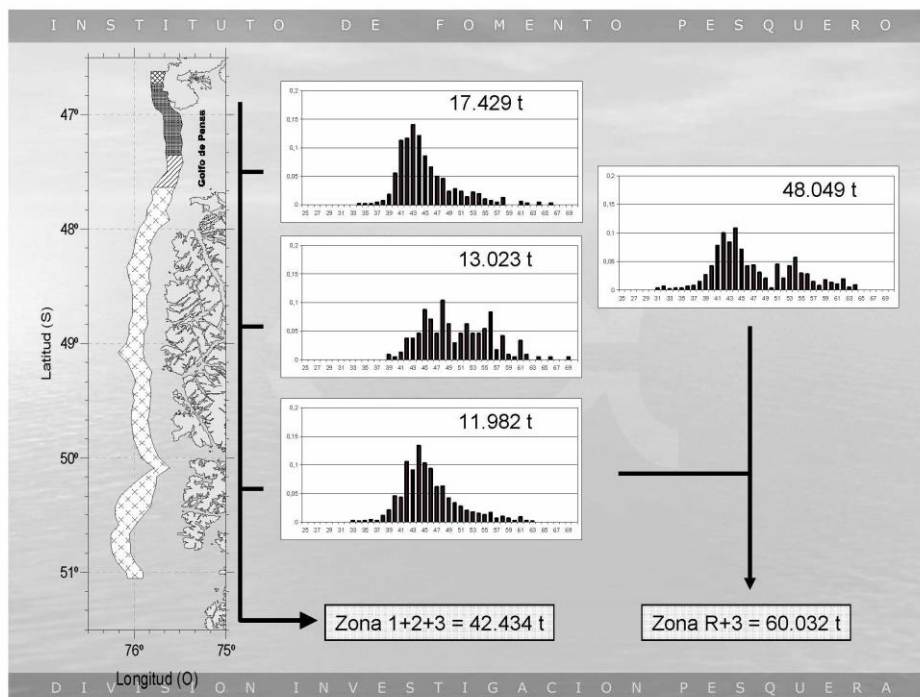
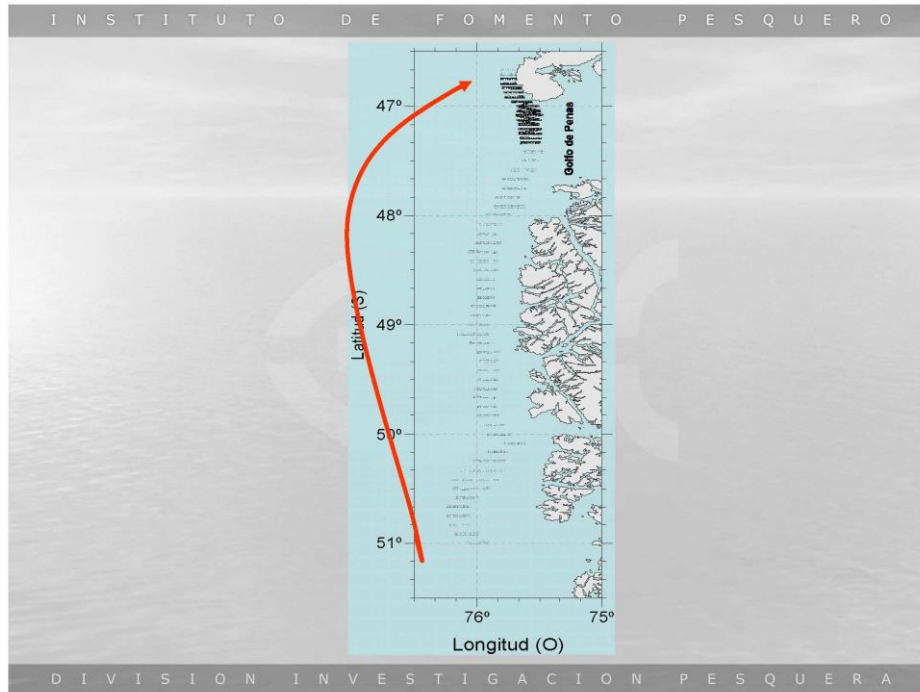
Se realizaron 24 lances de pesca de identificación sumándose tres lances adicionales del crucero 1 en que se realizó muestreo biológico de m3A.

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

Resultados Biomasa y Abundancia por zona y total

Geoestadístico	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N*1000)	CV
Zona 1	17.429	0,170	34.067	0,191
Zona 2	13.023	0,110	17.378	0,101
Zona 3	11.982	0,172	22.306	0,183
Zona R	48.049	0,235	83.374	0,261
Zona R + Zona 3	60.032	0,191	105.680	0,209

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

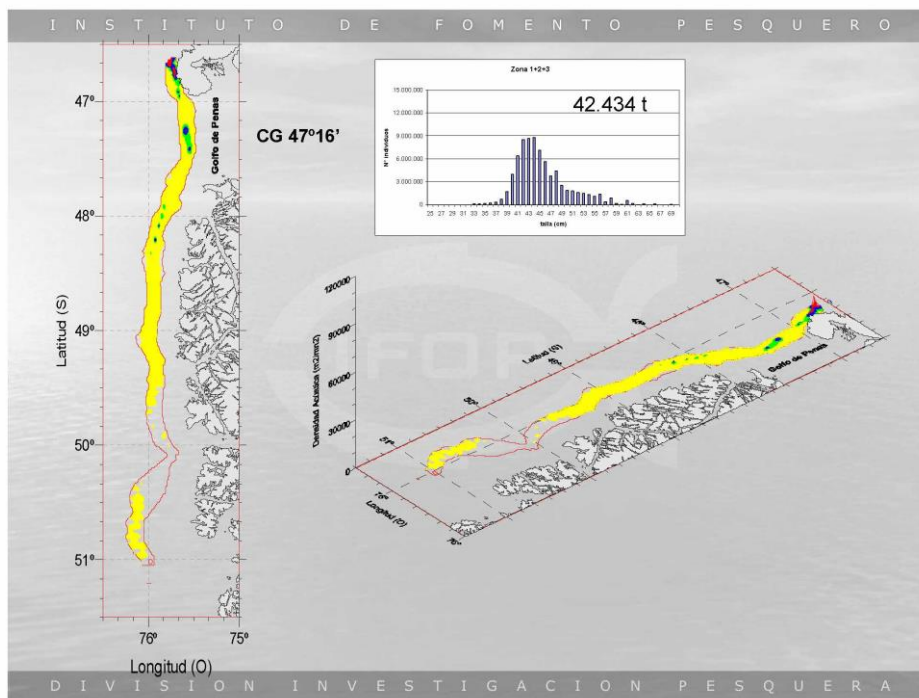
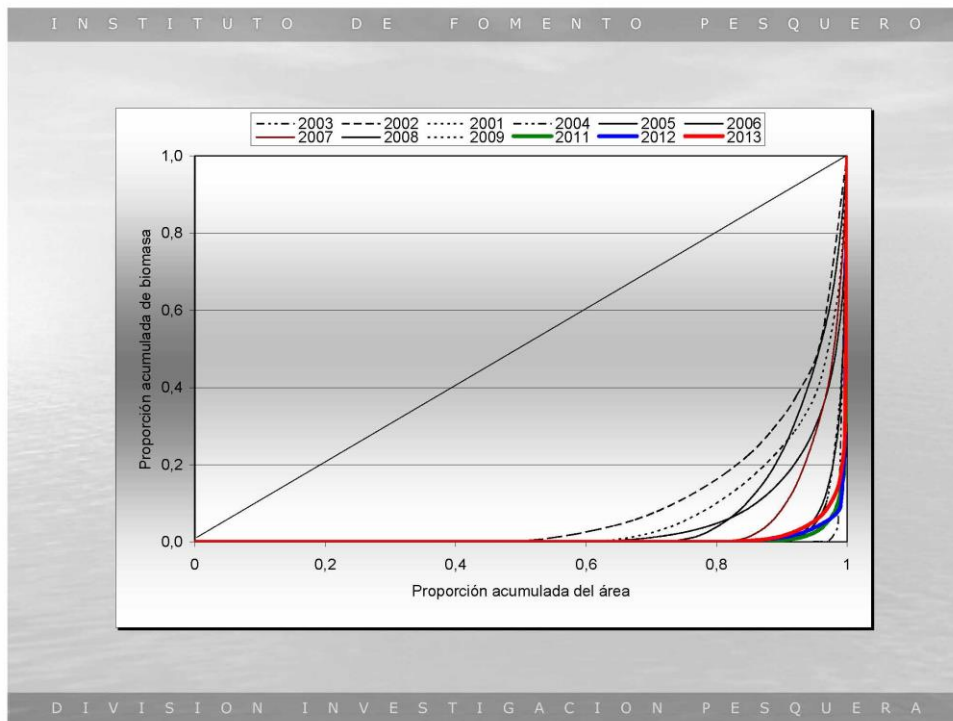
I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

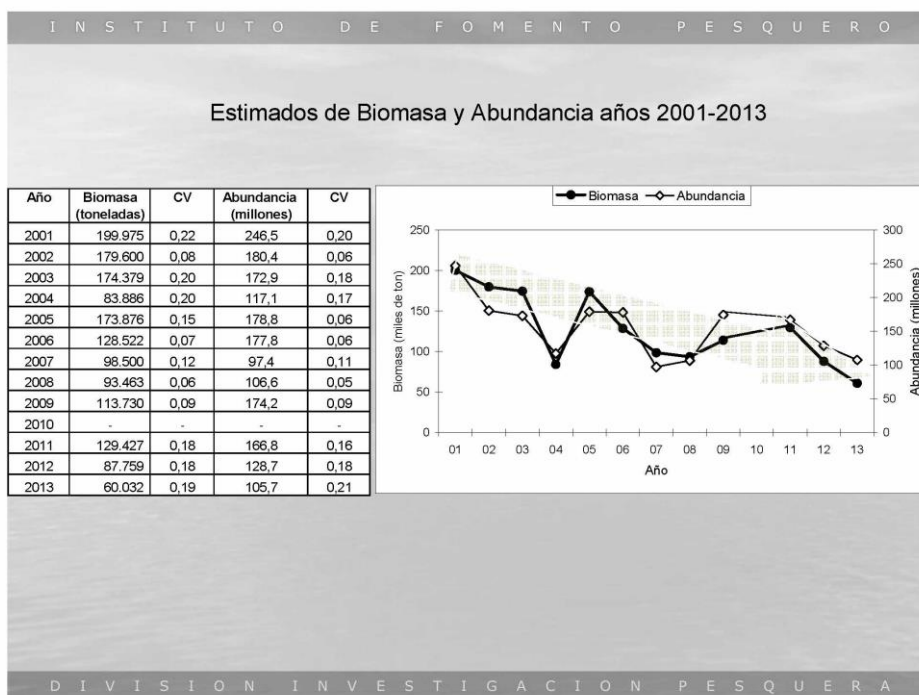
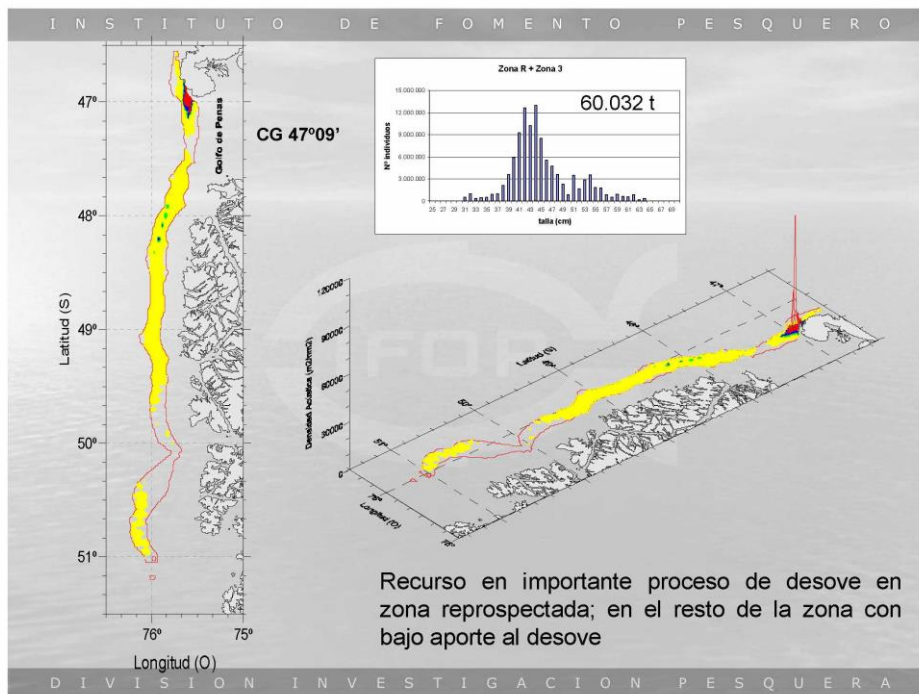
**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL STOCK**

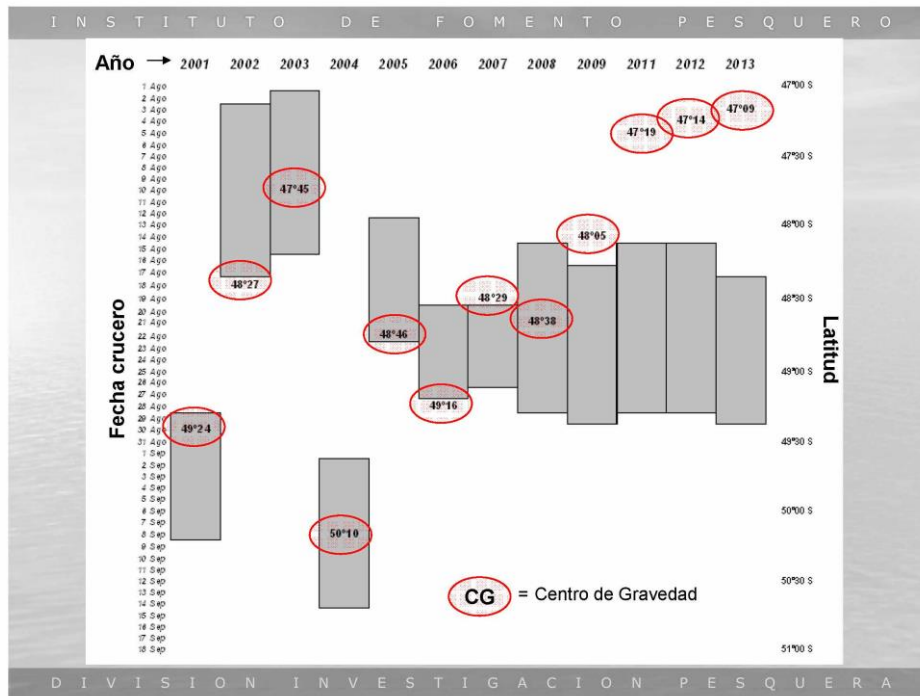
- Se estimó a partir de las densidades locales
- Se estimó el centro de gravedad (CGi) como indicador de la posición media de la distribución del stock de la merluza de tres aletas en el área de estudio y las curvas de Lorenz como indicador de la concentración del recurso.
- Se elaboran cartas de contornos

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









INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

### CONCLUSIONES

1. Se estimó una biomasa total de 60.032 toneladas, mediante el método Geostadístico con un intervalo de confianza entre 41.078 y 78.986 toneladas.
2. La abundancia del stock de merluza tres aletas se estimó en 105,68 millones de individuos con un intervalo de confianza entre 69,19 y 142,17 millones de ejemplares.
3. Los resultados implican una disminución del 31,6% en la biomasa y una disminución del 17,9% en la abundancia de merluza de tres aletas respecto al año anterior

DIVISION INVESTIGACION 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

**Proyecto FIP N° 2013-13**

**EVALUACIÓN DIRECTA DE MERLUZA DEL SUR,**  
**MERLUZA DE COLA Y MERLUZA DE TRES ALETAS.**

Taller de presentación de resultados.

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

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

**INSTITUCIONES PARTICIPANTES:**

Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

Universidad de Valparaíso (UV)

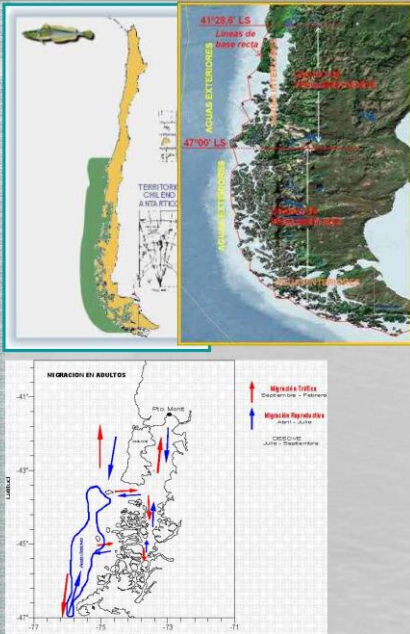
D I V I S I O N   I N V E S T I G A C I O N   P E S Q U E R A



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

## INTRODUCCION

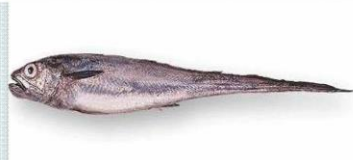

- La merluza del sur (*Merluccius australis*) y la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) sustentan una de las principales pesquerías en la zona sur-austral de Chile.
- La merluza del sur se distribuye: desde la latitud 36°S (Talcahuano) hasta los 38°S en el océano Atlántico.
- El área de su pesquería 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)



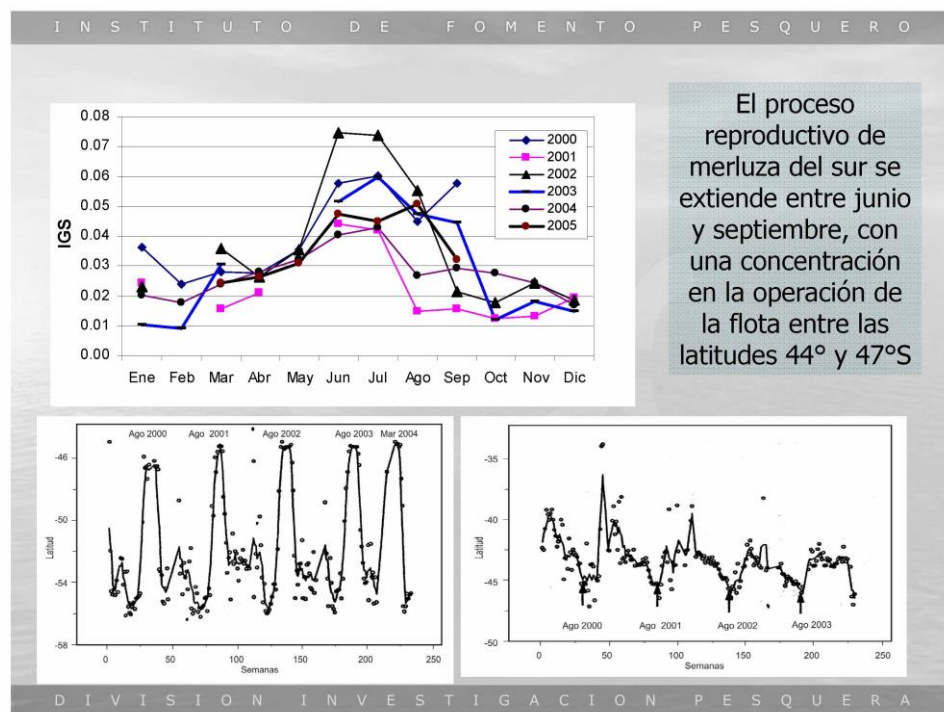
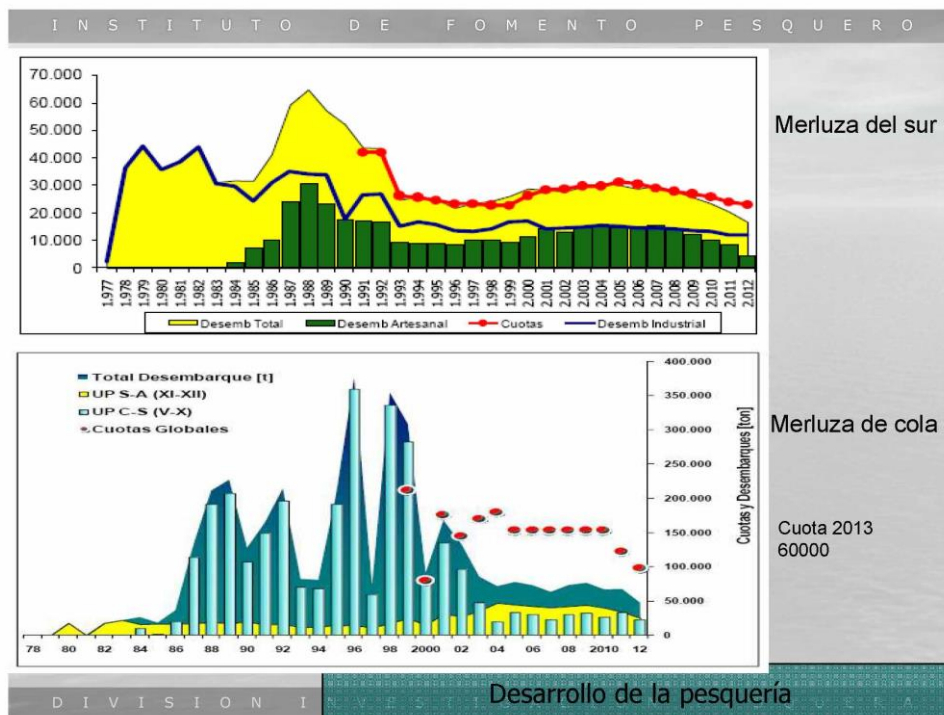
D I V I S I O N   I N V E S T I G A C I O N   P E S Q U E R A

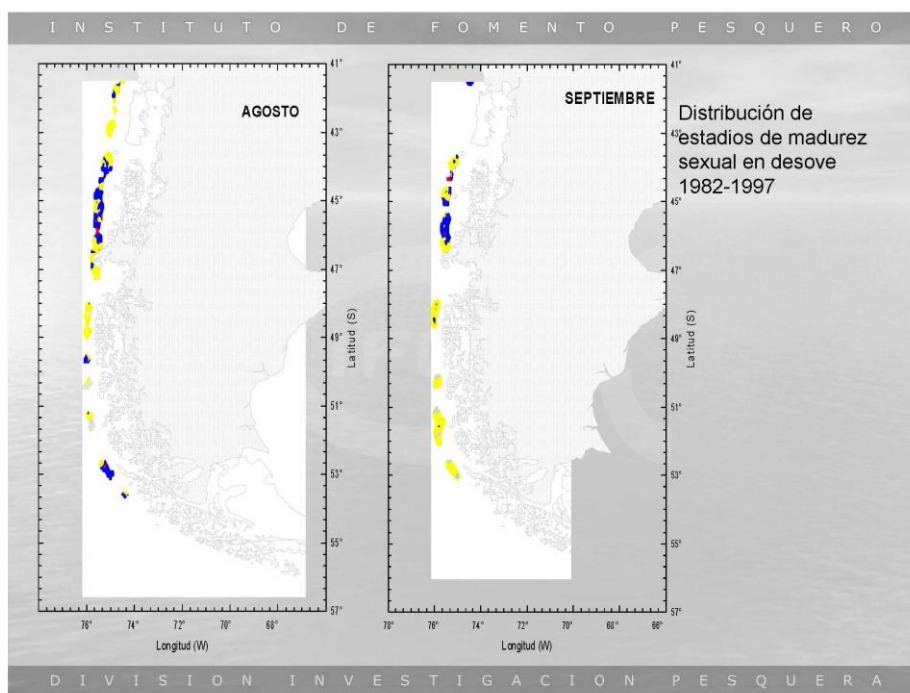
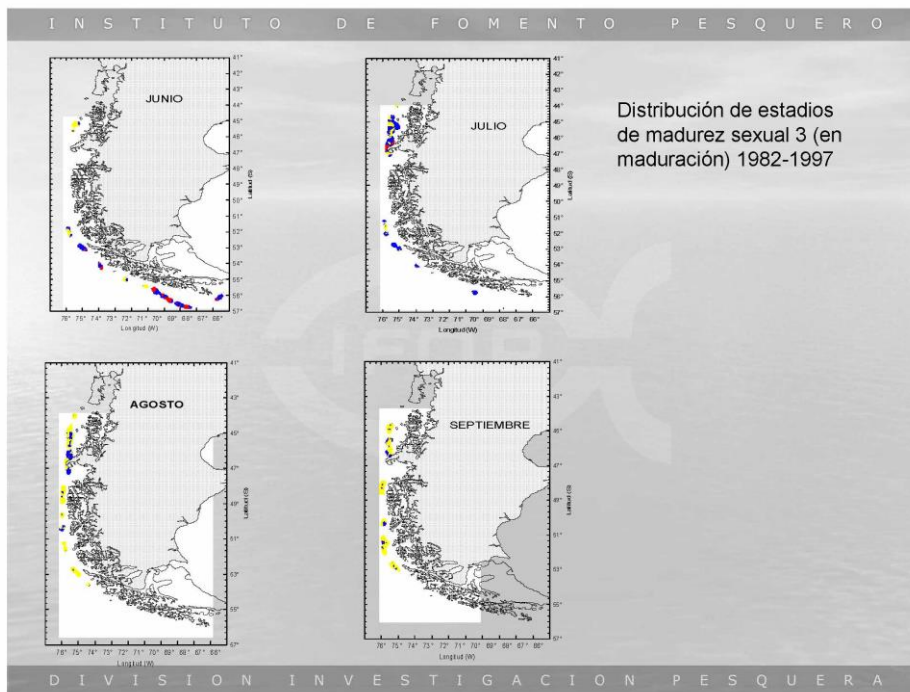
I N S T I T U T O   D E   F O M E N T O   P E S Q U E R O

- La merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) representa en términos de desembarque la principal pesquería en la zona sur-austral de Chile.
- Se distribuye: desde la latitud 30°S (Coquimbo) hasta los 36°S en el océano Atlántico.
- El área de su pesquería se divide en dos zonas administrativas; una entre la V y X regiones y la otra desde la XI a la XII región.

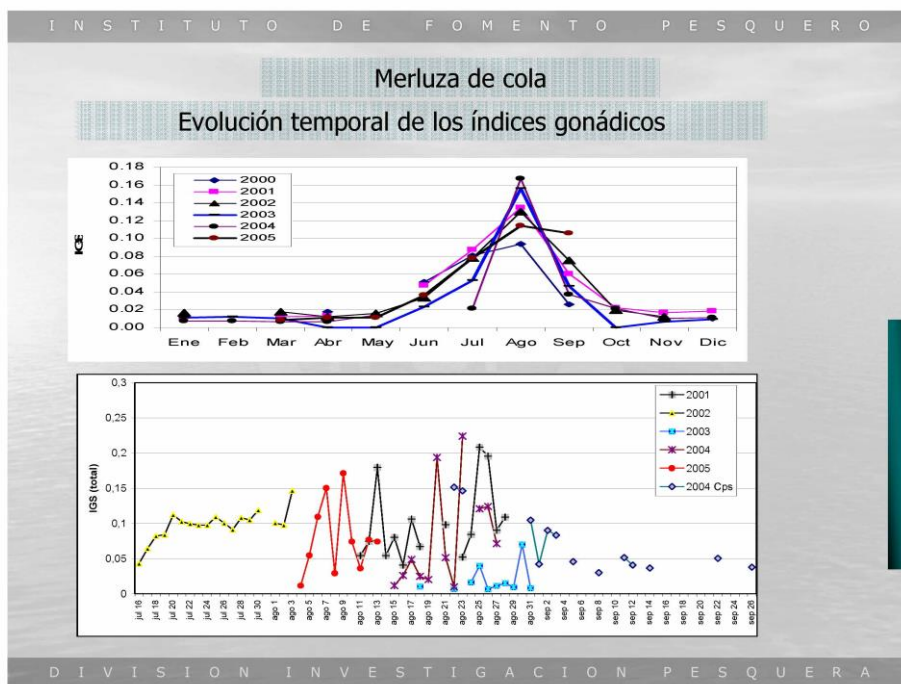
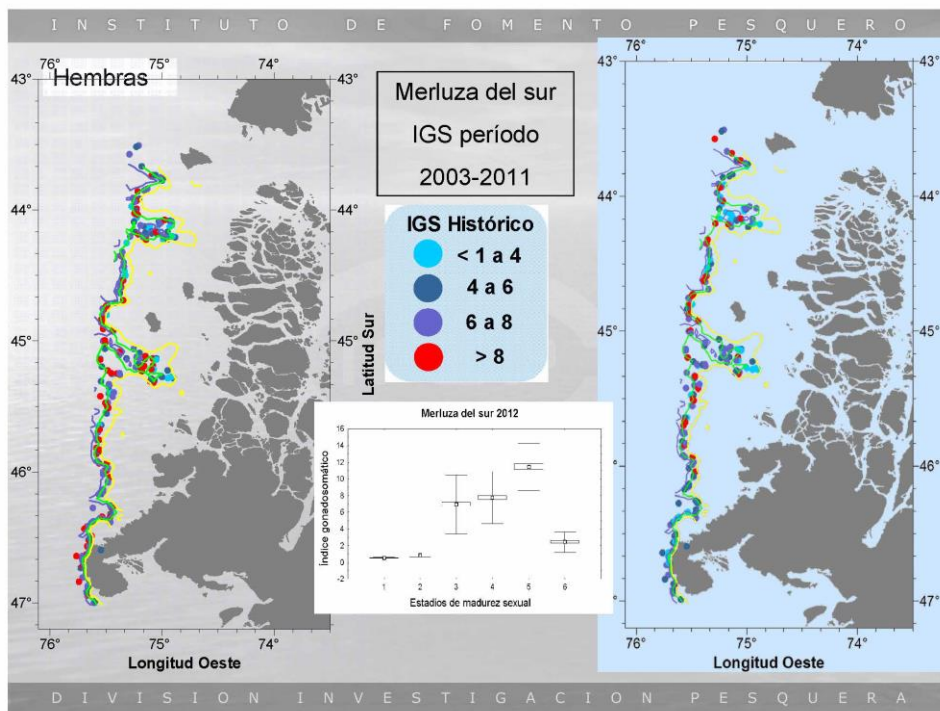



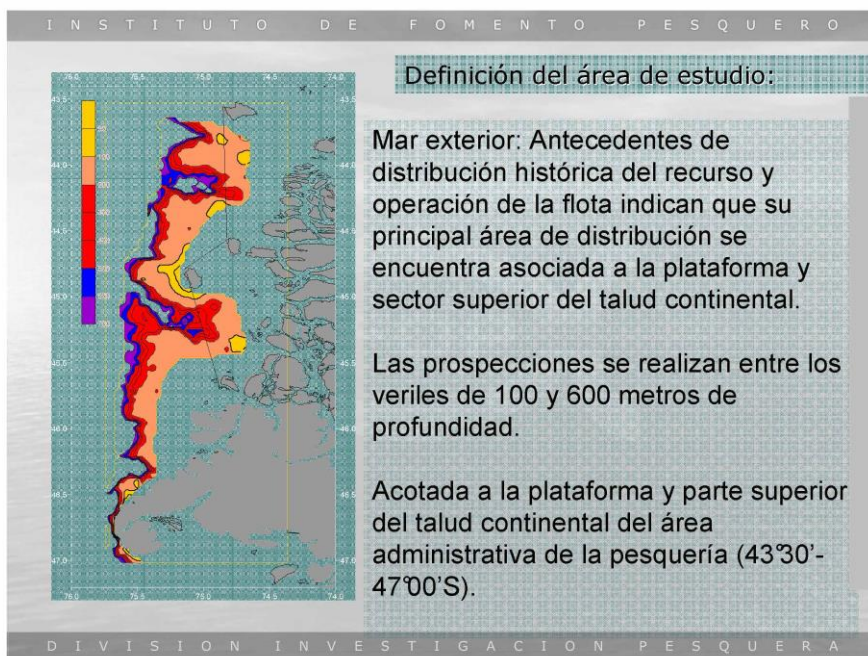
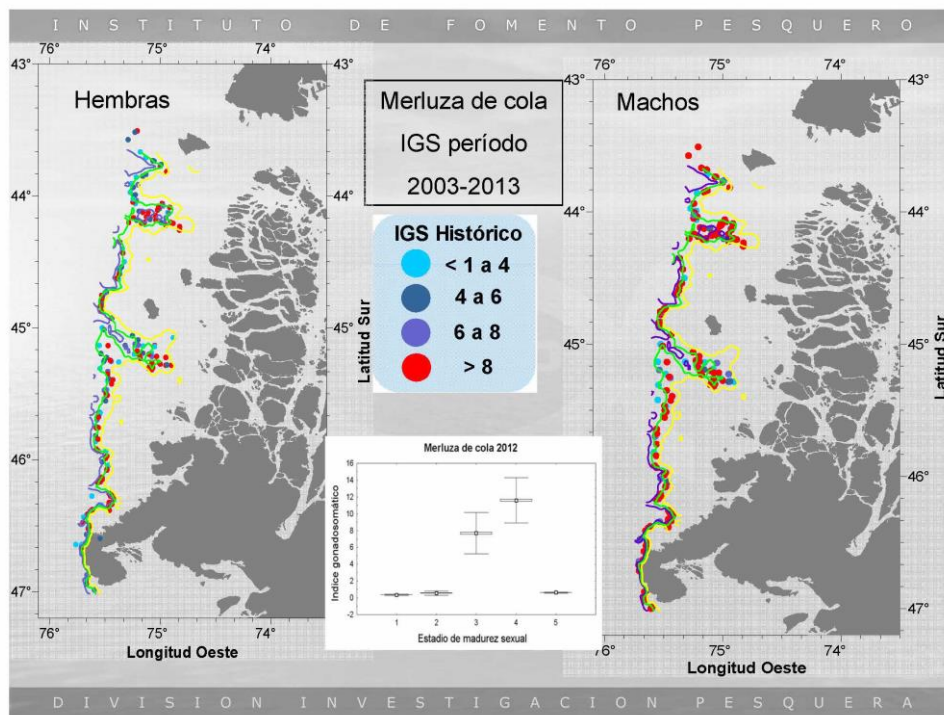
D I V I S I O N   I N V E S T I G A C I O N   P E S Q U E R A





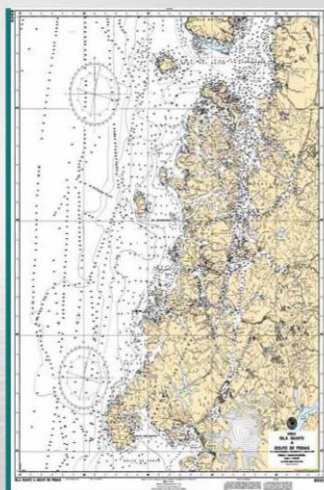








I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

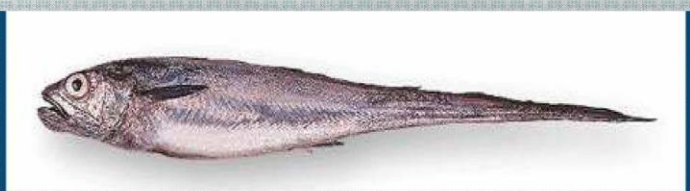
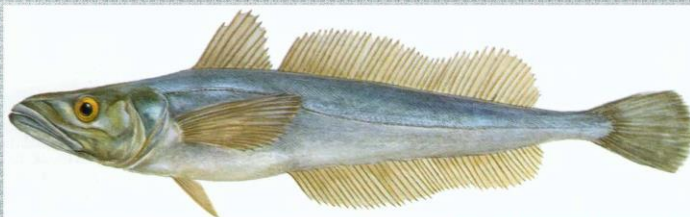


Disposiciones legales impiden la realización de lances de pesca de identificación al interior de las líneas de base recta. Por esta razón, aunque las transectas cubren parte del mar interior, la identificación de especies se realiza con los lances mas cercanos efectuados en el mar exterior.

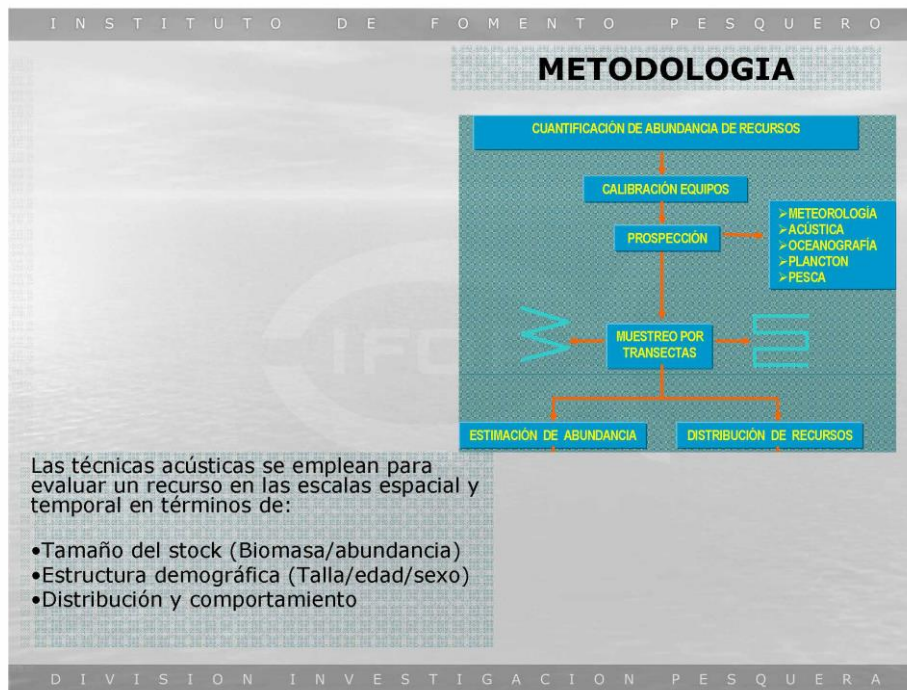
D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A

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 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.




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

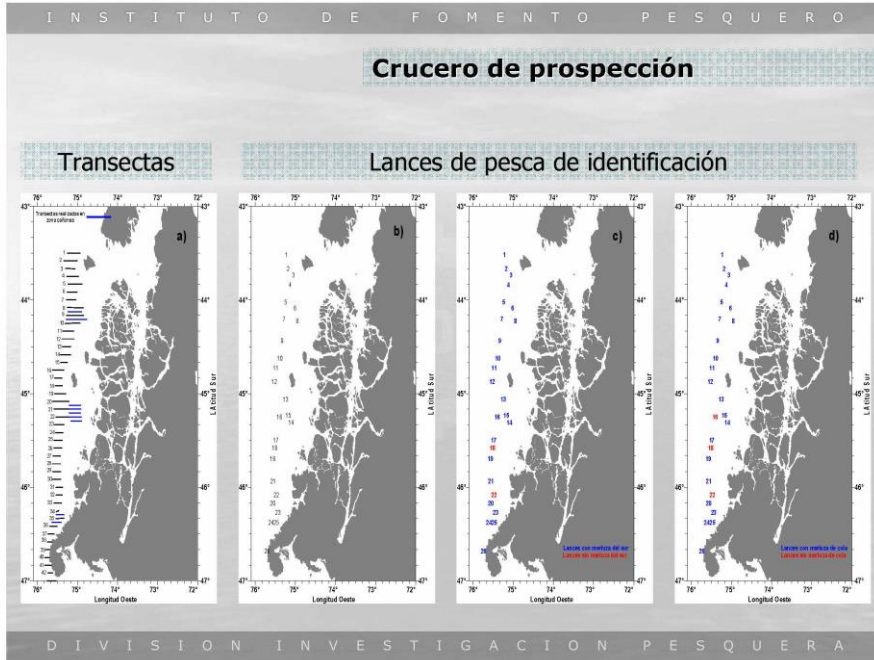


- Se utilizó como plataforma de trabajo el nuevo buque científico AGS 61 "Cabo de Hornos"
- Se utilizó un sistema de eointegración Simrad modelo ES60 con transductor ES38b, calibrados de acuerdo a métodos estándares (5 transductores).

Lugar	Valparaíso	
Fecha	29/07/2013	
Buque	AGS 61 Cabo de Hornos	
Ecosonda	Simrad ER 60	
Transductor	ES38B	
Profundidad esfera	13 m	
Profundidad fondo	36 m	
Frecuencia	38 KHz	
TS gain	26,90 dB	
TS esfera (dB)	-33,6 dB	
Corrección $s_A$	-0,66 dB	
Ancho de banda	2,43 KHz	
Intervalo de muestreo	0,192 m	
Coefficiente de absorción	9,2 dB/km	
Velocidad del sonido	1499,6 m/s	
2-way beam angle	-20,6 dB	
	Alongship	Athwartships
Sensibilidad del ángulo	21,9	21,9
Ancho del haz	7,00°	6,92°
Desplazamiento del ángulo	-0,03°	0,00°

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

### Datos operacionales de los lances de pesca de identificación

Fecha	Calado			Virado			Profundidad red (m)	Duración (hora)	Rumbo (grados)	Velocidad (nudos)	Distancia (mn)	Capturas (kg)			Captura (kg) total la noche	Proporción (%) lance				
	Hora	Latitud	Longitud	Hora	Latitud	Longitud						Merluza del sur	Merluza de cola	Otras		Merluza del sur	Merluza de cola			
7/6/2013	0341	43°38.9'	75°17.2'	0411	43°35.3'	75°17.8'	324.5	0.5	348	2.8	1.4	347.7	63.7	26.2	437.8	79.5	14.6			
7/6/2013	1858	43°44.4'	75°04.3'	1959	43°42.0'	75°06.7'	347.0	1.02	345	3.0	3.1	257.5	240.2	9.3	507.0	50.8	47.4			
8/6/2013	0502	43°52.1'	75°13.2'	0528	43°51.1'	75°11.5'	336.5	0.4	348	3.7	1.5	166.2	236.5	27.3	430.0	38.7	55.0			
8/6/2013	1756	44°09.0'	75°14.8'	1815	44°08.1'	75°13.9'	374.5	0.33	028	3.0	1.0	250.3	821.9	1.3	1073.5	23.3	76.6			
8/6/2013	2302	44°03.8'	75°02.8'	2357	44°03.1'	74°56.9'	350.0	0.92	059	2.9	2.6	249.4	39.3	17.4	308.0	91.5	12.8			
10/6/2013	1300	44°12.1'	74°57.9'	1330	44°12.0'	74°59.5'	382.5	0.5	271	3.3	1.7	176.4	191.9	11.7	380.0	48.4	50.5			
10/6/2013	1724	44°24.8'	75°20.8'	1750	44°25.9'	75°20.9'	330.5	0.43	190	3.4	1.5	1273.7	201.8	4.7	1480.0	86.1	13.6			
10/6/2013	2357	44°45.1'	75°30.8'	0018	44°48.0'	75°31.5'	315.0	0.35	205	3.0	1.1	160.7	1120.0	1.8	1282.5	12.5	87.3			
11/6/2013	1020	45°00.8'	75°31.3'	1040	45°01.8'	75°31.7'	400.0	0.43	190	3.2	1.4	17.8	172.2	2.0	192.0	9.3	89.7			
12/6/2013	1145	45°19.7'	75°04.0'	1207	45°18.7'	75°03.9'	344.5	0.37	000	2.5	0.9	969.1	408.8	2.1	1380.0	70.2	29.6			
12/6/2013	1410	45°17.5'	74°58.0'	1426	45°17.5'	74°57.0'	295.0	0.25	262	2.8	0.7	46.4	1245.8	0.0	1292.0	3.6	96.4			
12/6/2013	1716	45°09.9'	75°02.8'	1749	45°11.5'	75°03.9'	348.5	0.55	223	2.7	1.5	127.4	1409.1	5.5	1542.0	8.3	91.4			
13/6/2013	1011	45°41.8'	75°34.5'	1041	45°40.0'	75°34.1'	360.0	0.5	011	2.8	1.4	70.9	11.9	212.2	295.0	24.0	4.0			
13/6/2013	1443	45°28.4'	75°29.3'	1528	45°28.3'	75°28.3'	314.0	0.75	017	3.0	2.3	46.1	20.8	47.8	116.3	41.4	17.7			
14/6/2013	1933	45°43.4'	75°32.5'	2000	45°44.2'	75°33.7'	251.5	0.45	230	2.5	1.1	3.8	96.0	13.0	112.8	3.2	85.2			
14/6/2013	2301	45°56.1'	75°32.7'	0004	45°54.4'	75°35.4'	335.0	1.05	245	3.2	3.4	194.5	14.7	10.7	220.0	88.4	6.7			
15/6/2013	1345	46°01.3'	75°26.5'	1350	46°01.2'	75°26.9'	143.0	0.08	281	2.2	0.2	19.8	0.0	0.0	19.8	100.0	0.0			
15/6/2013	0404	46°00.7'	75°28.8'	0452	46°00.0'	75°31.5'	255.5	0.8	290	3.1	2.4	71.0	41.1	5.8	117.9	60.2	34.9			
15/6/2013	0647	46°05.2'	75°27.5'	0726	46°04.3'	75°30.1'	263.5	0.85	300	3.3	2.1	87.3	10.9	21.7	119.9	72.8	9.1			
15/6/2013	1820	46°16.9'	75°27.3'	1710	46°14.9'	75°28.8'	364.5	0.83	348	3.3	2.7	164.7	275.3	16.7	456.7	36.1	60.3			
17/6/2013	1157	46°22.1'	75°28.8'	1224	46°21.1'	75°29.1'	289.5	0.45	345	2.6	1.1	160.2	186.1	1.0	347.3	46.1	53.6			
17/6/2013	1418	46°22.4'	75°27.4'	1450	46°21.2'	75°27.9'	265.0	0.53	335	3.2	1.7	302.0	357.3	1.4	660.7	45.7	54.1			
17/6/2013	2313	46°42.2'	75°42.5'	2349	46°40.8'	75°42.8'	299.0	0.8	000	2.5	1.5	154.0	76.1	411.1	641.2	24.0	11.9			
18/6/2013	0922	46°58.5'	75°39.0'	0959	46°57.2'	75°39.9'	363.0	0.82	330	2.5	1.8	82.2	44.4	810.8	937.4	8.8	4.7			
18/6/2013	1339	46°50.8'	75°38.6'	1408	46°48.9'	75°40.6'	307.5	0.5	330	2.5	1.3	346.5	191.4	667.2	1205.0	26.8	15.9			
												Captura (kg) total			5747.4	7476.5	2326.5	15552.4		
												Proporción (%)			37.0	49.1	15.0			

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

**Capturas por especie registradas en los lances de pesca de identificación**

Lance	Fecha	Capturas (kg)											Total
		Merluza de cola	Merluza del sur	Merluza 3 aletas	Cojinoba moteada	Cojinoba ploma	Brotula	Reineta	Jibia	Calamar	Tollo de cachos	Congrio dorado	
1	7/8/2013	63,7	347,7					19,2			7,0		437,6
2	7/8/2013	240,2	257,5	7,8					1,5				507,0
3	8/8/2013	236,5	166,2					27,3					430,0
4	8/8/2013	821,9	250,3					1,3					1073,5
5	8/8/2013	39,3	249,4	0,1				15,7			1,6		306,0
6	10/8/2013	191,9	176,4	0,4				11,3					380,0
7	10/8/2013	201,6	1273,7					4,7					1480,0
8	10/8/2013	1120,0	160,7					1,8					1282,5
9	11/8/2013	172,2	17,8					2,0					192,0
10	12/8/2013	408,8	969,1									2,1	1380,0
11	12/8/2013	1245,6	46,4										1292,0
12	12/8/2013	1409,1	127,4	0,6		2,8		1,2			0,9		1542,0
13	13/8/2013	11,9	70,9	11,3				29,8		18,5			295,0
14	13/8/2013	20,6	48,1	26,6	1,7			1,6		6,5			116,3
15	14/8/2013	96,0	3,6	0,3	0,7			12,0					112,6
16	14/8/2013	14,7	194,5	10,7									220,0
17	15/8/2013		19,8										19,8
18	16/8/2013	41,1	71,0	1,4					4,3				117,9
19	16/8/2013	10,9	87,3	21,7									119,9
20	16/8/2013	275,3	164,7	15,2							1,5		456,7
21	17/8/2013	186,1	160,2	1,0									347,3
22	17/8/2013	357,3	302,0				1,4						660,7
23	17/8/2013	76,1	154,0	411,1									641,2
24	18/8/2013	44,4	82,2	810,8									937,4
25	18/8/2013	191,4	346,5	667,2									1205,0
Captura (kg) estándar total		7476,5	5747,4	1986,2	2,4	2,8	1,4	127,9	5,8	25,0	11,0	2,1	163,9
Proporción (%)		48,1	37,0	12,8	0,02	0,02	0,01	0,8	0,04	0,2	0,1	0,01	1,1

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

**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 período 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.

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

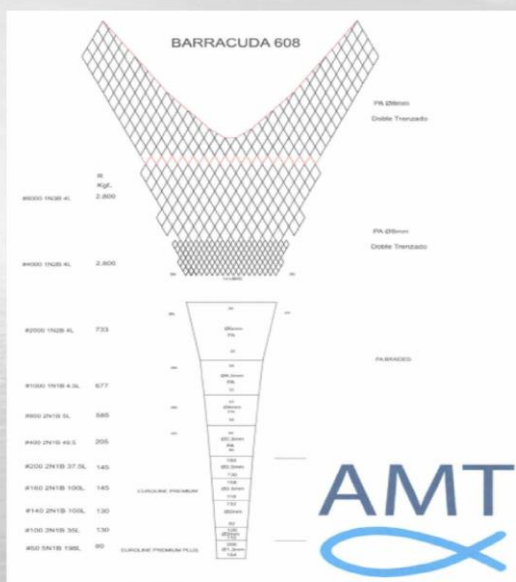
**LANCES DE PESCA DE IDENTIFICACIÓN:** Se realizan paralelo a la prospección.

**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.

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

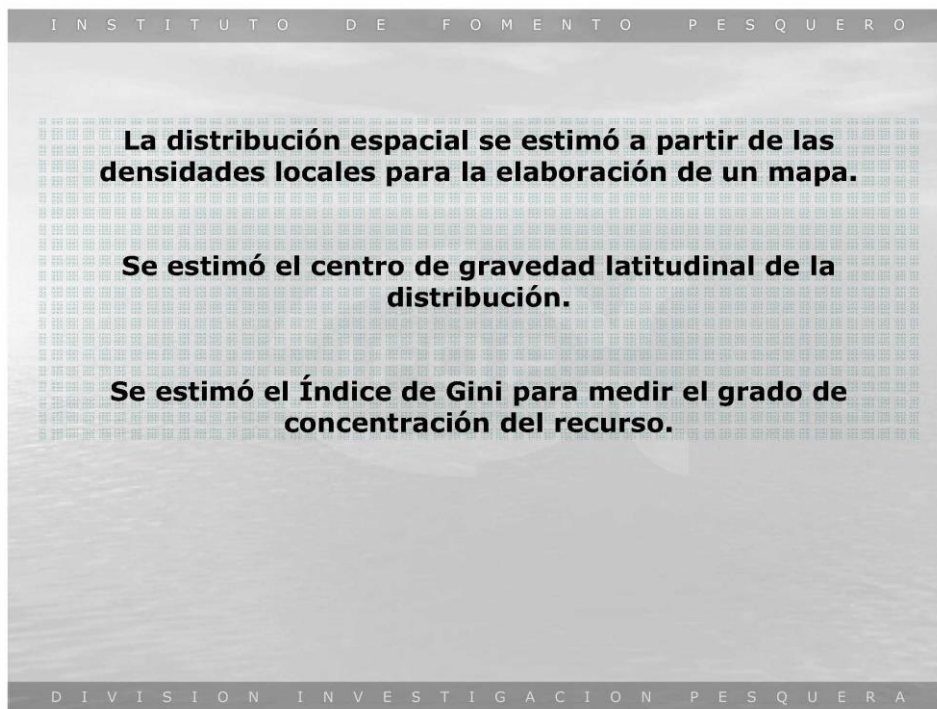
I N S T I T U T O   D E   F O M E N T O   P E S Q U E R O	
<p><b>Datos acústicos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><i>Transectas y lances de pesca:</i></b> Registros acústicos georeferenciados que incluyen intensidad acústica, hora, profundidad del fondo, cardúmenes, umbrales de detección, rangos batimétricos de registros acústicos.</li> <li>•</li> <li>• <b><i>Almacenamiento:</i></b> Los datos de transectas y lances de pesca son almacenados en archivos magnéticos para su posterior análisis.</li> <li>• <b><i>Procesamiento:</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul> </li> </ul>
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	
<p><b>Datos acústicos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><i>b) Identificación de especies:</i></b> 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.</li> <li>• <b><i>c) Asignación de especies:</i></b> Se asigna mediante la estimación de la proporción acústica la cual plantea, que la contribución de especie (<math>E_j</math>) a las unidades de ecointegración (<math>E_m</math>), es proporcional a su aporte en la captura (<math>w_j</math>) y su coeficiente de dispersión acústica (<math>\bar{\sigma}_j</math>).</li> </ul> $E_j = \frac{w_j * \bar{\sigma}_j * E_m}{\sum (w_j * \bar{\sigma}_j)}$
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	
<p><b>Lances de pesca de identificación</b></p> <p><b>(Información)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bitácoras del lance:</b> Posición, esfuerzo en horas de arrastre y área barrida, estrato batimétrico y zona.</li> <li>• <b>Capturas:</b> Cantidad y composición específica de la captura.</li> <li>• <b>Muestreos:</b> Estructura de talla , proporción sexual, mediciones de talla, sexo, estructura reproductiva.</li> <li>• <b>Recolecta:</b> 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.</li> </ul>
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	

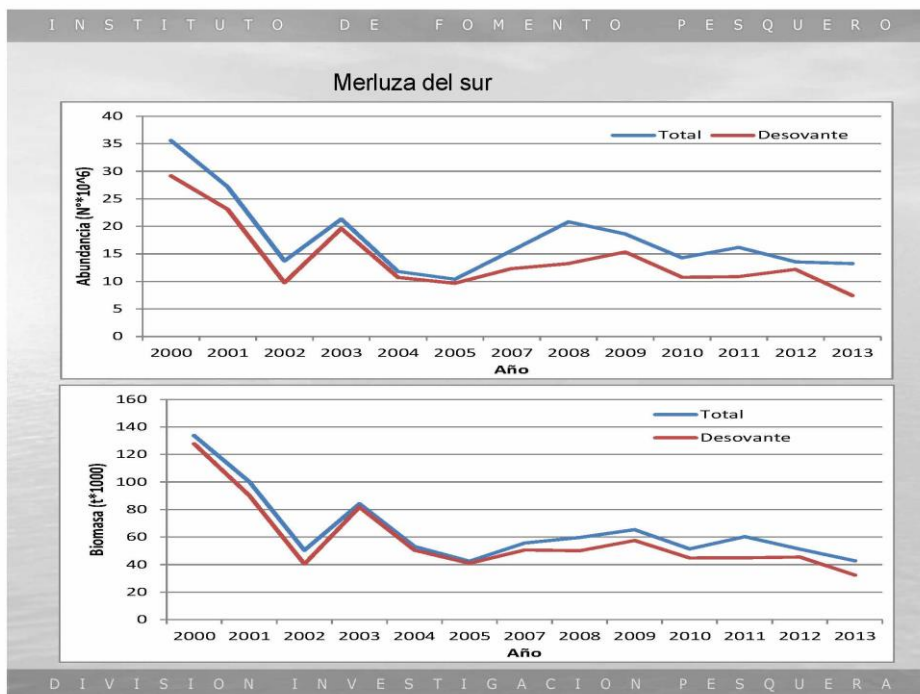
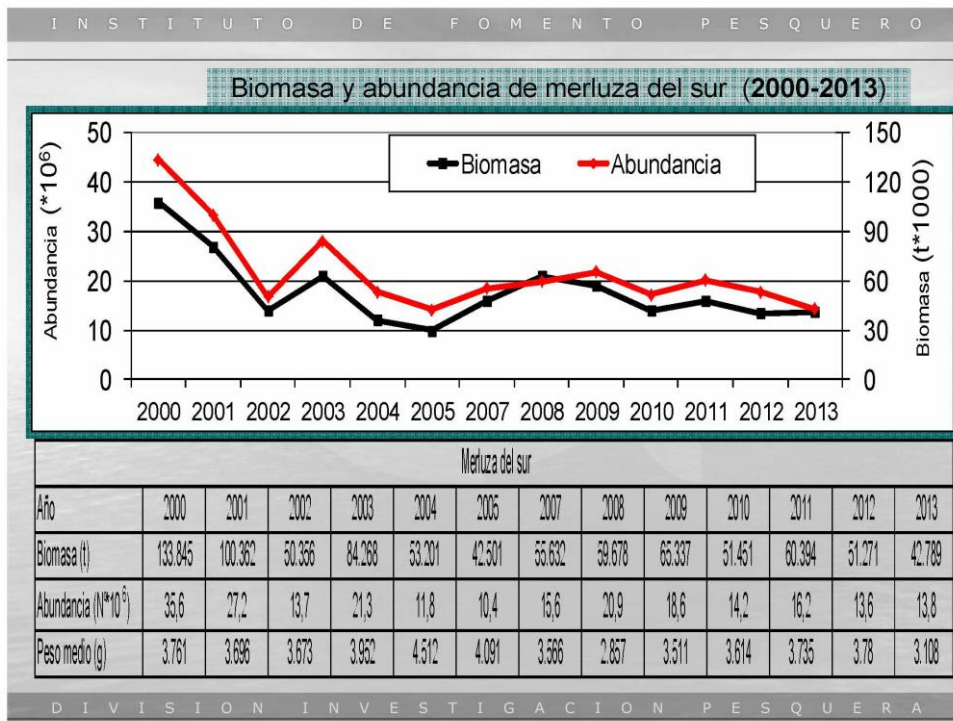
I N S T I T U T O   D E   F O M E N T O   P E S Q U E R O	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La biomasa de merluza del sur se estimó utilizando la relación descrita para esta especie (Lillo <i>et al</i>, 1996): <math>TS = 20 \cdot \log(L) - 68,1</math>.</li> <li>• Diferentes resultados de estimaciones de fuerza de blanco realizadas en diferentes especies del género <i>Merluccius</i> presentan una convergencia a una relación de dependencia cuadrática de la fuerza de blanco con la longitud (<math>20 \cdot \log (L)</math>) con un término independiente en torno a -68.</li> </ul>	
Svellingen y Ona (1999)	<i>M. capensis</i> $20,0 \cdot \log(L) - 67,9$
MacClatchie et al. (2003)	<i>M. australis</i> $20,6 \cdot \log(L) - 67,4$
Traynor et al. (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 et al. (1998)	<i>M. productus</i> $20,0 \cdot \log(L) - 68,0$
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Así, la relación utilizada durante los estudios, se enmarca dentro de los resultados esperados para esta especie.</li> <li>• Para la merluza de cola se utilizó la relación descrita para esta especie (Lillo <i>et al</i>, 2005): <math>TS = 20,2 \cdot \log(L) - 73,1</math>.</li> </ul>	
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	

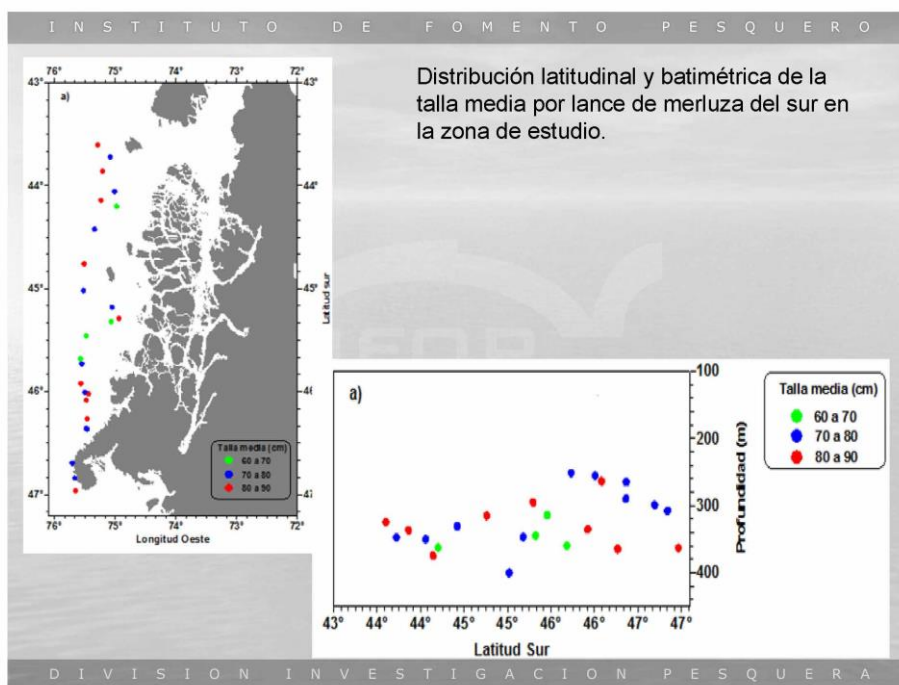
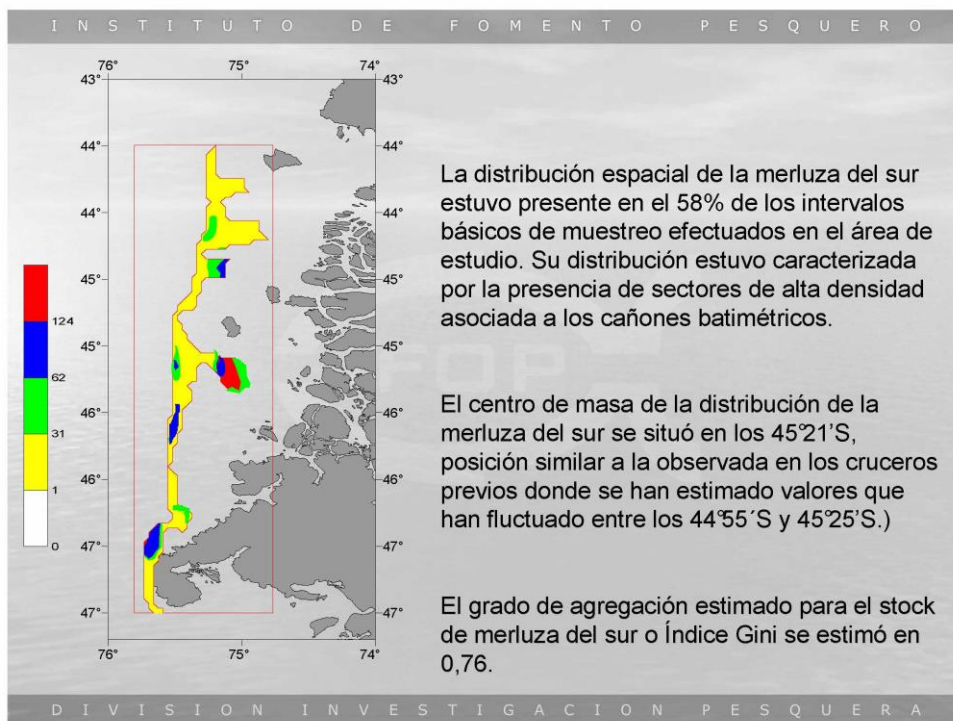


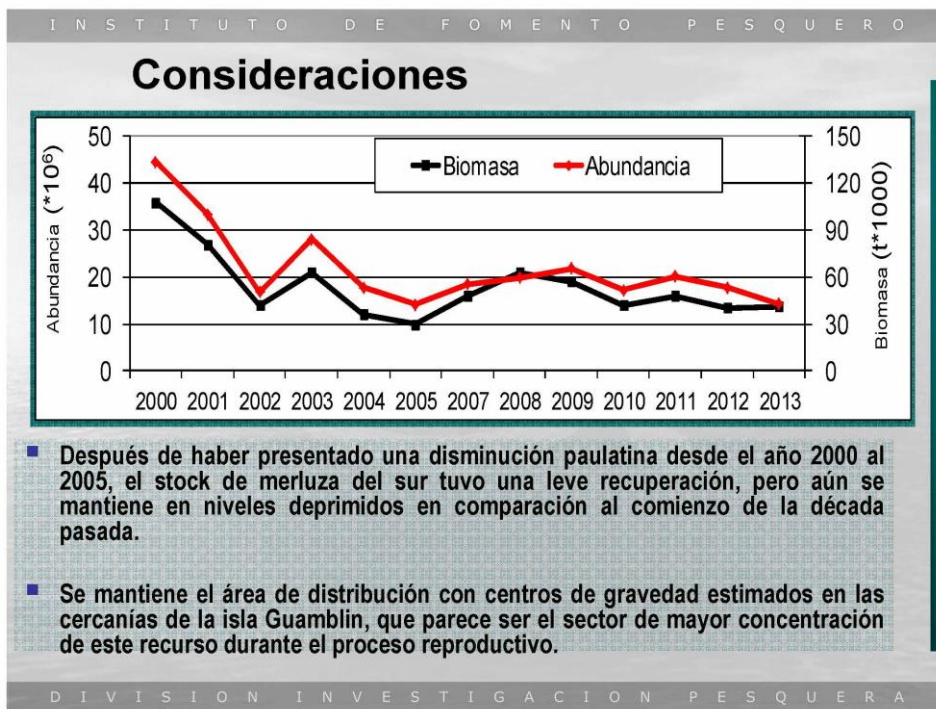












I N S T I T U T O   D E   F O M E N T O   P E S Q U E R O

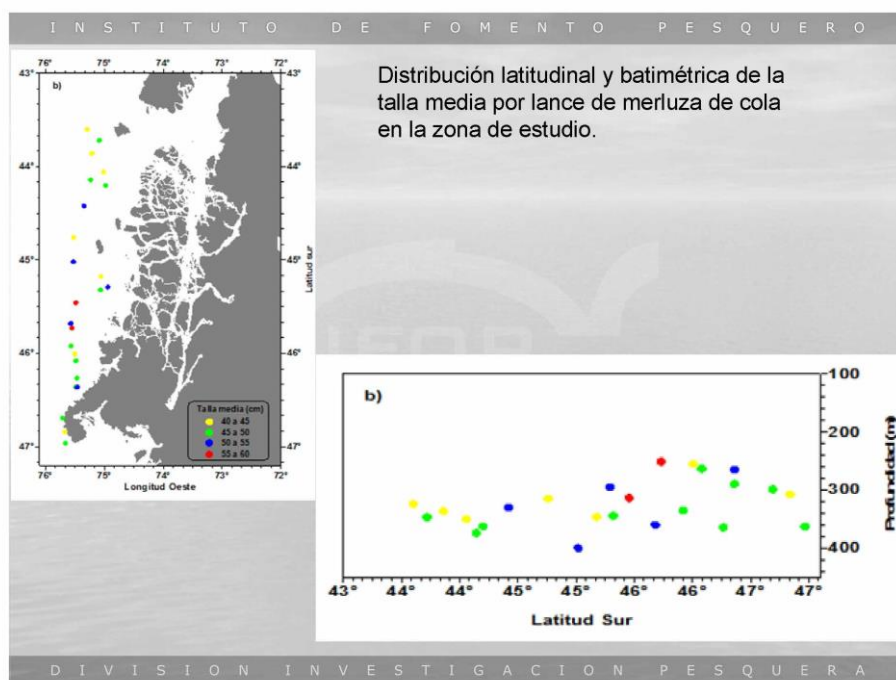
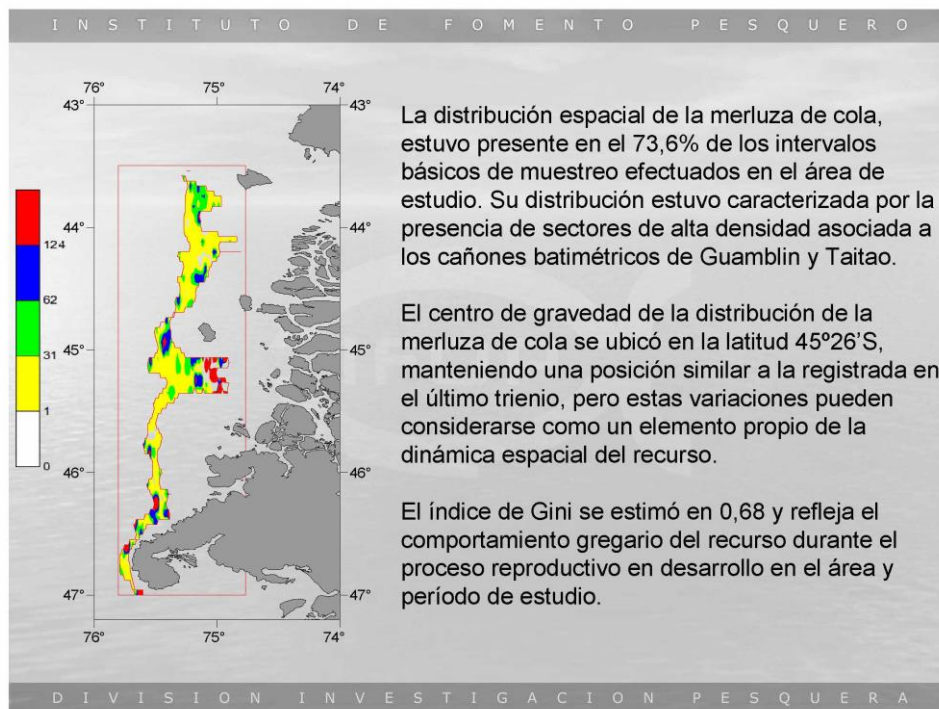
# RESULTADOS

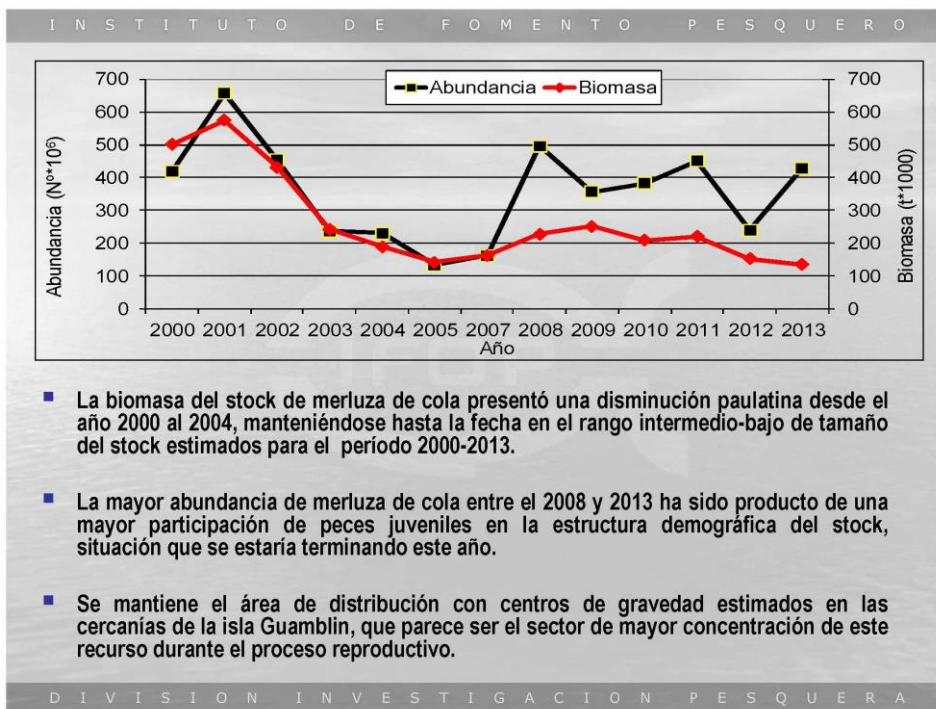
## Merluza de cola

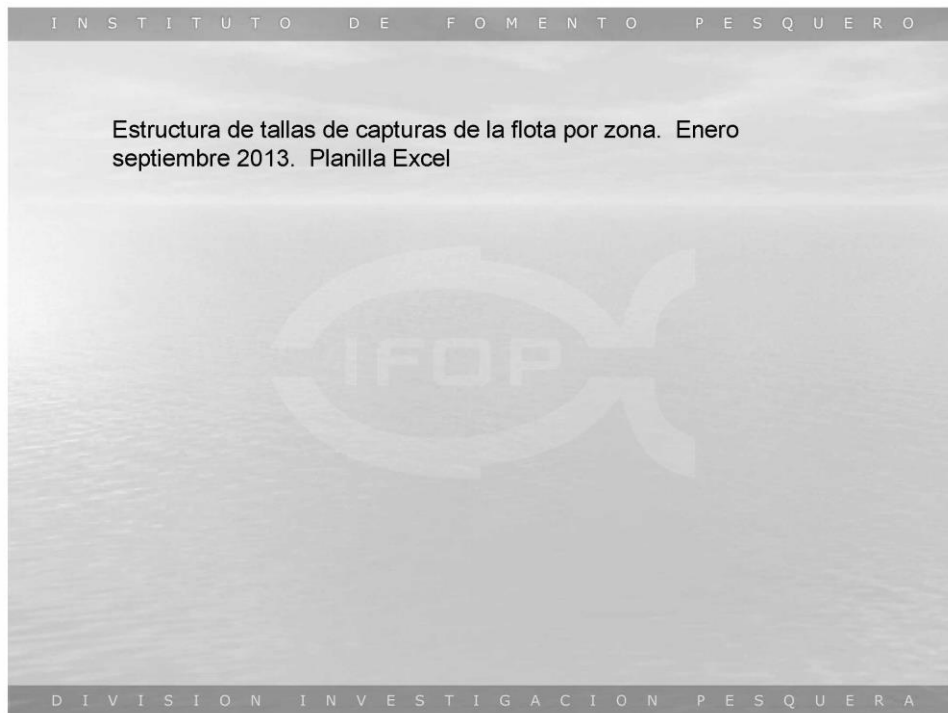
D I V I S I O N   I N V E S T I G A C I O N   P E S Q U E R A











## Composición de tallas de merluza de cola, merluza del sur y merluza de tres aletas en el área de estudio, 2013

**Autores**

**Renato Céspedes M. y Luis Adasme M.**

### METODOLOGIA

**Muestreos de biológicos al azar de las capturas de los lances de pesca de identificación de ecotrazos.**

**Registro de los datos del lance de pesca (fecha, posición, profundidad y otros) y los datos biológicos (talla, sexo, extracción de otolitos, entre otros).**

**En la estimación de la composición de longitud se empleó una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca:**

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

$$Y_0 = \sum_{j=1}^m Y_j$$

$$\hat{P}_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j}$$

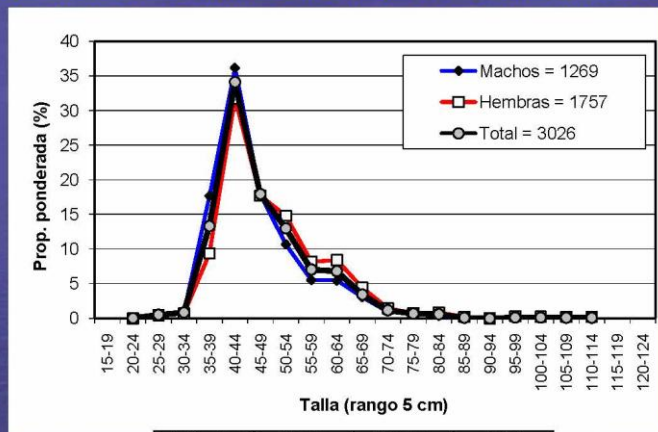
**donde:**

$j$	=	Lance $j = 1, 2, 3, \dots, j$
$k$	=	Clase de talla $k = 1, 2, 3, \dots, k$
$Y_j$	=	Captura del lance $j$
$n_j$	=	Muestra de longitud (ejemplares) en el lance $j$
$n_{jk}$	=	Ejemplares de longitud $k$ en la muestra del lance $j$



### MERLUZA DE COLA

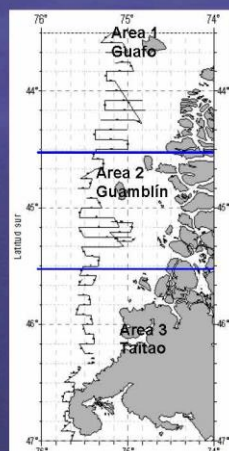
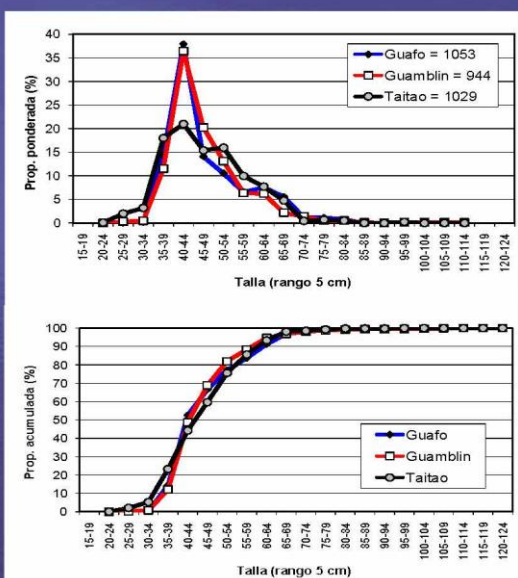
Distribuci3n de talla de merluza de cola para el 1rea total, agosto 2013.



Indicador	Macho	Hembra	Total
n	1269	1757	3026
Min. (cm)	21	28	21
M1x. (cm)	82	114	114
Prom. (cm)	46,2	49,4	47,7
D. est. (cm)	1,7	1,8	1,2
% < 55 cm	83,9	74,8	79,7

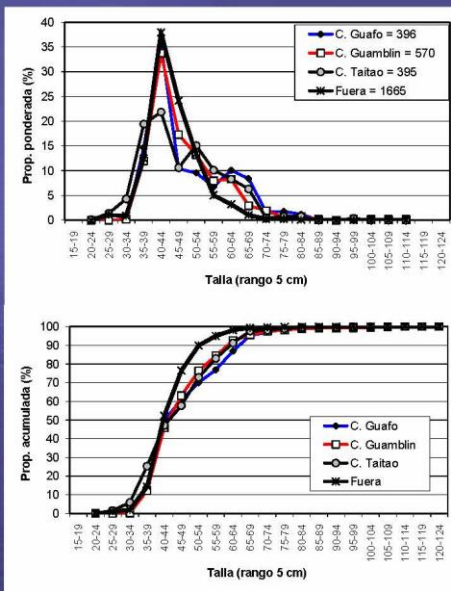
### MERLUZA DE COLA

Distribuci3n de talla de merluza de cola por 1rea, agosto 2013



Indicador	Guafo	Guamb1n	Taitao
n	1053	944	1029
Min. (cm)	32	28	21
M1x. (cm)	101	114	98
Prom. (cm)	47,9	47,6	47,7
D. est. (cm)	2,4	1,6	1,9
% < 55 cm	77,1	82,0	75,7
Macho (%)	41,9	50,1	47,5
Hembra (%)	58,1	49,9	52,5

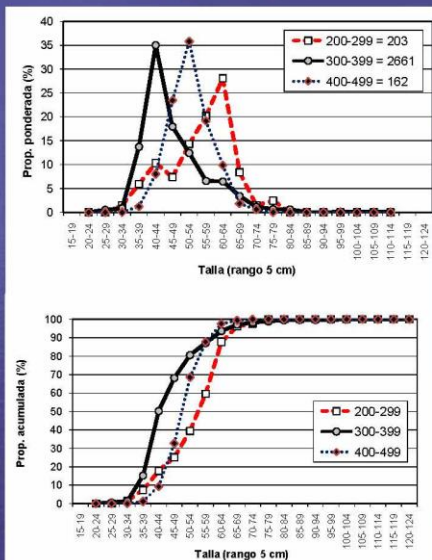
### MERLUZA DE COLA



Distribución de talla de merluza de cola por cañón y área fuera de los cañones, agosto 2013

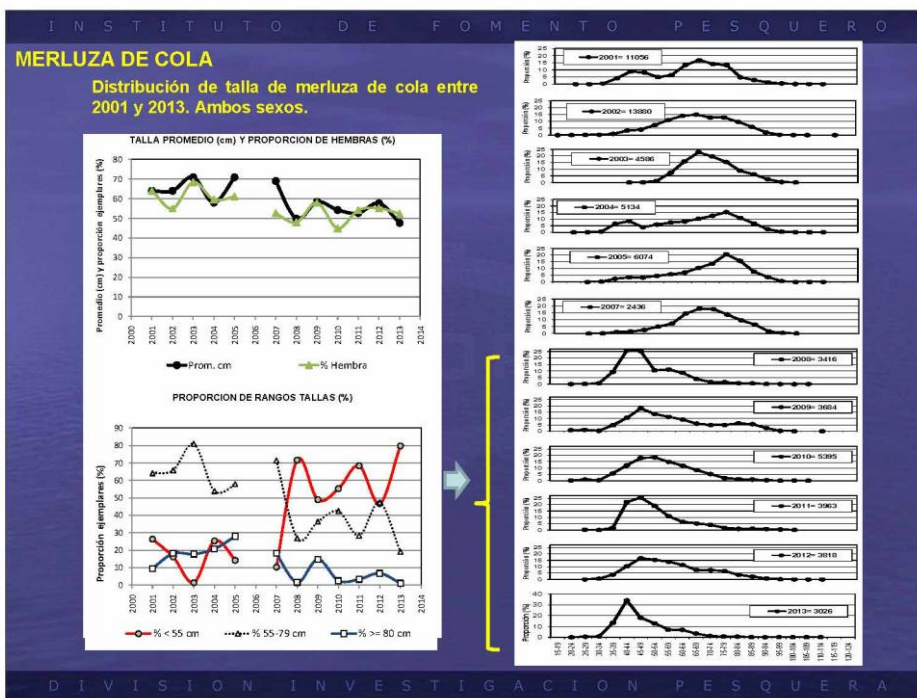
Indicador	C. Guafo = 396	C. Guambin = 570	C. Taitao = 395	Fuera = 1665
n	396	570	395	1665
Min. (cm)	34	34	21	26
Máx. (cm)	82	114	98	101
Prom. (cm)	49,3	48,9	48,0	45,5
D. est. (cm)	3,6	1,8	2,2	1,6
% < 55 cm	70,1	76,4	72,9	90,0
Macho (%)	48,2	53,2	49,9	40,1
Hembra (%)	51,8	46,8	50,1	59,9

### MERLUZA DE COLA



Distribución de talla de merluza de cola por profundidad (rango profundidad de la red), agosto 2013.

Indicador	Profundidad (m)		
	200-299	300-399	400-499
n	203	2661	162
Prom. (cm)	55,5	47,5	52,3
D. est. (cm)	0,0	1,2	0,0
% < 70 cm	39,4	80,5	68,5
Macho (%)	50,2	48,2	25,3
Hembra (%)	49,8	51,8	74,7



## CONCLUSION

### Merluza de cola

La estructura de talla de merluza de cola del año 2013 registró una moda principal de juveniles entre 35 y 49 cm, con una presencia juvenil en 80%, y otra moda secundaria de adultos entorno a los 60 cm.

En la proporción sexual las hembras predominaron levemente respecto de los machos.

La estructura de talla juvenil registró ser homogénea en toda el área.

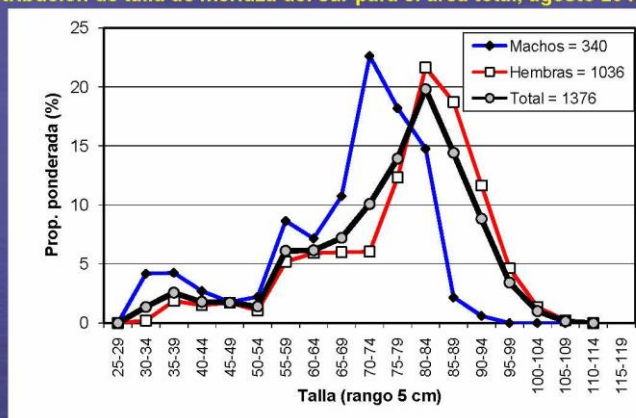
La distribución de talla de merluza de cola entre los años 2008 a 2013 ha registrado una alta presencia de juveniles, no registrada en los años 2001 a 2007 (predominio de la fracción adulta).

La distribución de mayor presencia de juveniles en los últimos años de estudio caracteriza el periodo con los menores registros de biomasa del recurso.



## MERLUZA DEL SUR

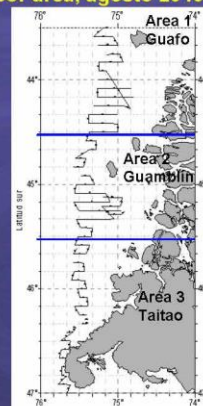
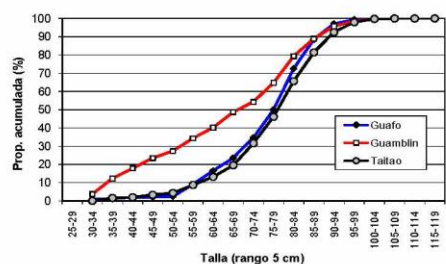
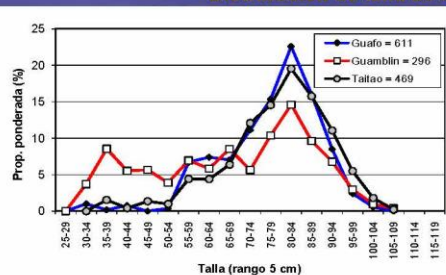
Distribución de talla de merluza del sur para el área total, agosto 2013.



Indicador	Macho	Hembra	Total
n	340	1036	1376
Mín. (cm)	30	33	30
Máx. (cm)	90	106	106
Prom. (cm)	67,5	78,0	75,2
D. est. (cm)	3,9	2,5	2,1
% < 70 cm	41,7	23,4	28,3

## MERLUZA DEL SUR

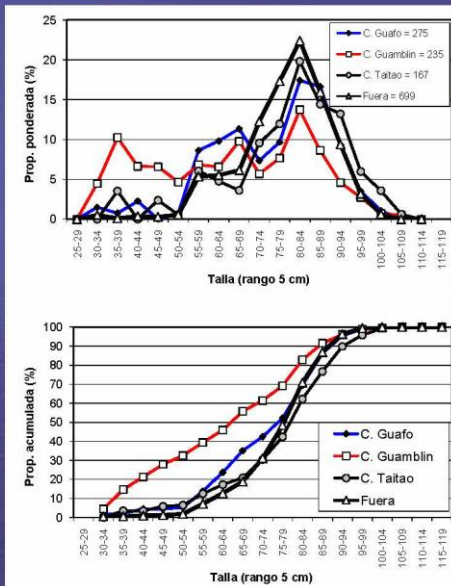
Distribución de talla de merluza del sur por área, agosto 2013



Indicador	Guafo	Guambín	Taitao
n	611	296	469
Mín. (cm)	30	32	37
Máx. (cm)	102	106	105
Prom. (cm)	77,0	67,4	78,6
D. est. (cm)	3,1	3,0	3,5
% < 70 cm	23,5	48,7	19,5
Macho (%)	26,6	32,7	19,9
Hembra (%)	73,4	67,3	80,1



## MERLUZA DEL SUR

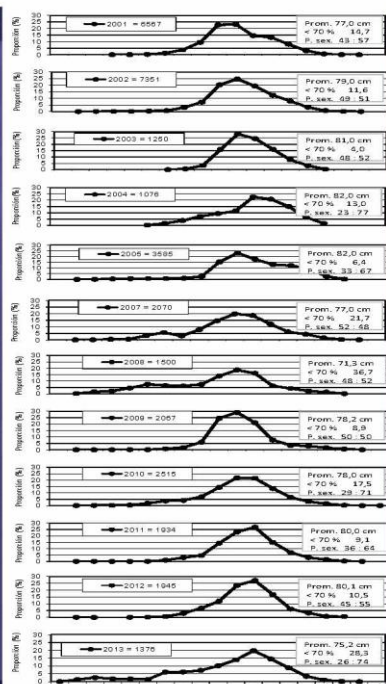
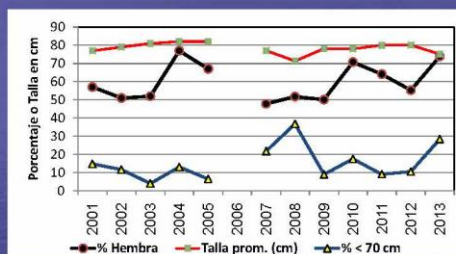


Distribución de talla de merluza del sur por cañón y área fuera de los cañones, agosto 2013.

Indicador	C. Guafo	C. Guambin	C. Taitao	Fuera
n	275	235	167	699
Min. (cm)	33	32	37	30
Máx. (cm)	102	106	105	104
Prom. (cm)	75,3	64,7	78,5	78,1
D. est. (cm)	3,7	2,5	4,9	2,9
% < 70 cm	35,1	55,8	20,9	18,9
Macho (%)	19,9	35,1	15,0	26,3
Hembra (%)	80,1	64,9	85,0	73,7

## MERLUZA DEL SUR

Distribución de talla de merluza del sur entre 2001 y 2013. Ambos sexos.



## CONCLUSION

### Merluza del sur

La estructura de talla de merluza del sur del año 2013 registró una forma unimodal, con una moda principal de adultos entre 70 y 89 cm, y escasa presencia de juveniles (28%).

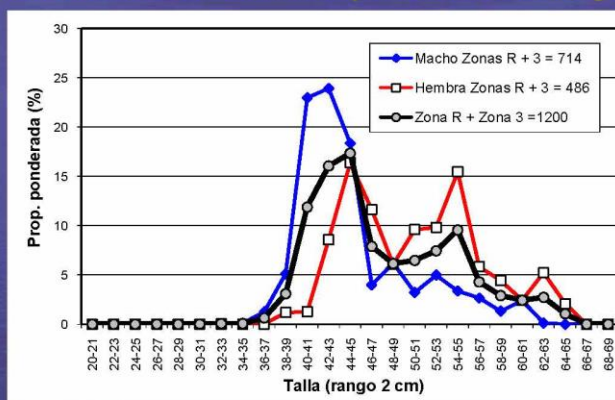
En la proporción sexual las hembras predominaron (74%) respecto de los machos.

La estructura de talla adulta del año 2013 se registró relativamente homogénea en toda el área de estudio.

La estructura de talla de merluza del sur entre el 2001 y 2013 mantiene 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 periodo de desove.

## MERLUZA DE TRES ALETAS

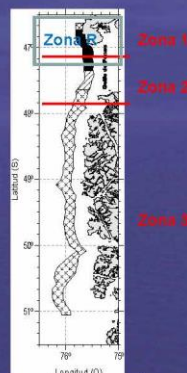
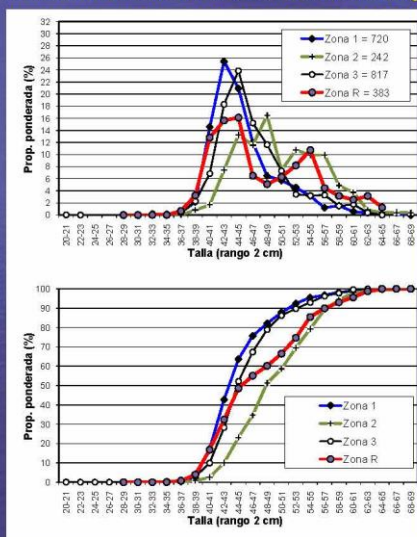
Distribución de talla de merluza de tres aletas para el área de estudio, agosto 2013.



Indicador	Macho Zonas R + 3	Hembra Zonas R + 3	Total Zonas R + 3
n	714	486	1200
Min. (cm)	21	31	21
Máx. (cm)	62	64	64
Prom. (cm)	44,9	50,6	47,8
D. est (cm)	3,3	3,8	2,6
% < 35 cm	0,2	0,0	0,1

### MERLUZA DE TRES ALETAS

Distribución de talla de merluza de tres aletas para las diferentes zonas en el área de estudio, agosto 2013.

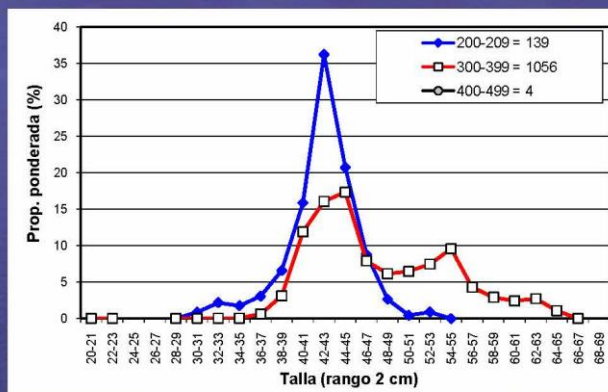


Zona 1	40°50' - 41°10' S
Zona 2	41°10' - 41°30' S
Zona 3	41°30' - 41°50' S
Zona R	40°50' - 41°20' S

Indicador	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona R
n	720	242	817	383
Min. (cm)	34	39	21	31
Máx. (cm)	66	69	63	64
Prom. (cm)	45.4	50.3	46.4	49.1
D. est. (cm)	1.6	2.2	1.8	2.6
% < 35 cm	0.0	0.0	0.3	0.1
Macho (%)	75.0	55.3	61.4	46.6
Hembra (%)	25.0	44.7	38.6	53.4

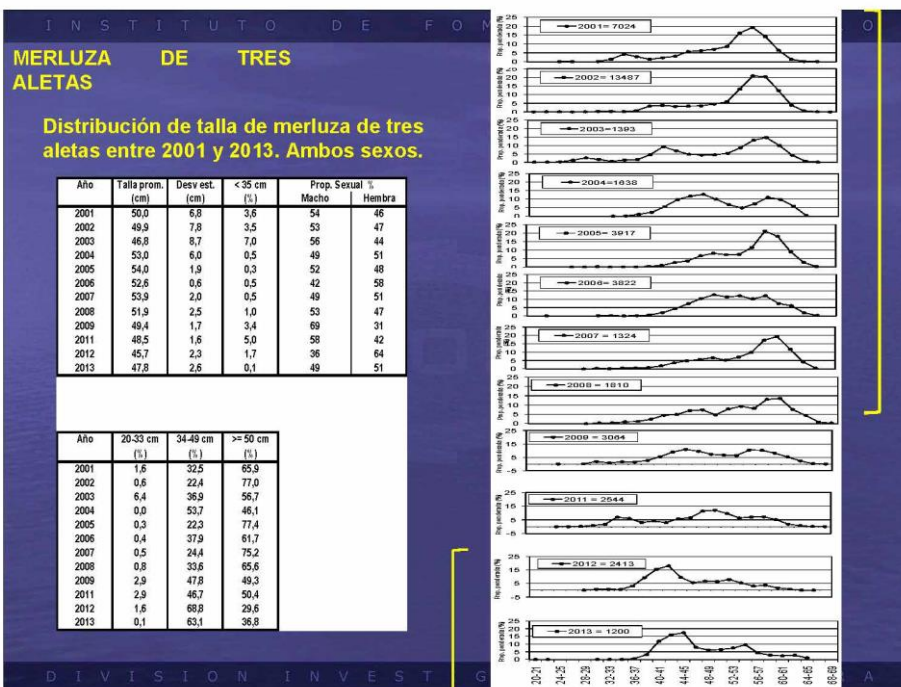
### MERLUZA DE TRES ALETAS

Distribución de talla de merluza de tres aletas por profundidad (rango profundidad de la red) en la Zona R + Zona 3, agosto 2013.



Indicador	200-209	300-399	400-499
n	139	1056	5
Min. (cm)	31	21	38
Máx. (cm)	53	64	59
Prom. (cm)	42.3	47.9	48.4
D. est. (cm)	3.3	2.7	8.7
% < 35 cm	3.9	0.1	0.0
Macho (%)	79.9	48.6	60.0
Hembra (%)	20.1	51.4	40.0





## CONCLUSION

### Merluza de tres aletas

La estructura de talla de merluza de tres aletas del año 2013 fue principalmente e individuos adultos, con una talla promedio de 48 cm y escasa presencia de juveniles (0,1% < 35 cm).

La estructura de talla adulta del año 2013 se registró tres modas. Una moda principal de tallas adultas de menor tamaño entre 38-47 cm, otra moda secundaria entre 48-57 cm y una tercera moda de tallas mayores entre los 60 y 65 cm.

Entre los años del 2001 al 2013 se ha registrado un gradual descenso de la presencia de adultos migratorios de tallas superiores a 50 cm (66% en el 2001 a 37% en el 2013), y un aumento gradual de adultos de menor talla entre 34-49 cm (32% en el 2001 a 63% en el 2013).

Estos cambios de estructura de talla a tallas adultas de menor tamaño caracterizan las menores biomásas registradas en los últimos años.



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

 **Proyecto FIP N° 2013-13**  
**EVALUACI3N DIRECTA DE MERLUZA DEL SUR, MERLUZA DE COLA Y**  
**MERLUZA DE TRES ALETAS.**

**EDAD MERLUZA DEL SUR**  
**(*Merluccius australis*)**

**EDAD MERLUZA DE COLA**  
**(*Macruronus magellanicus*)**

**EDAD MERLUZA DE TRES ALETAS**  
**(*Micromesistius australis*)**

Secci3n Edad y Crecimiento – Secci3n Estadística  
Departamento Especialidades T3cnicas  
Divisi3n Investigaci3n Pesquera  
IFOP

Abril 2014

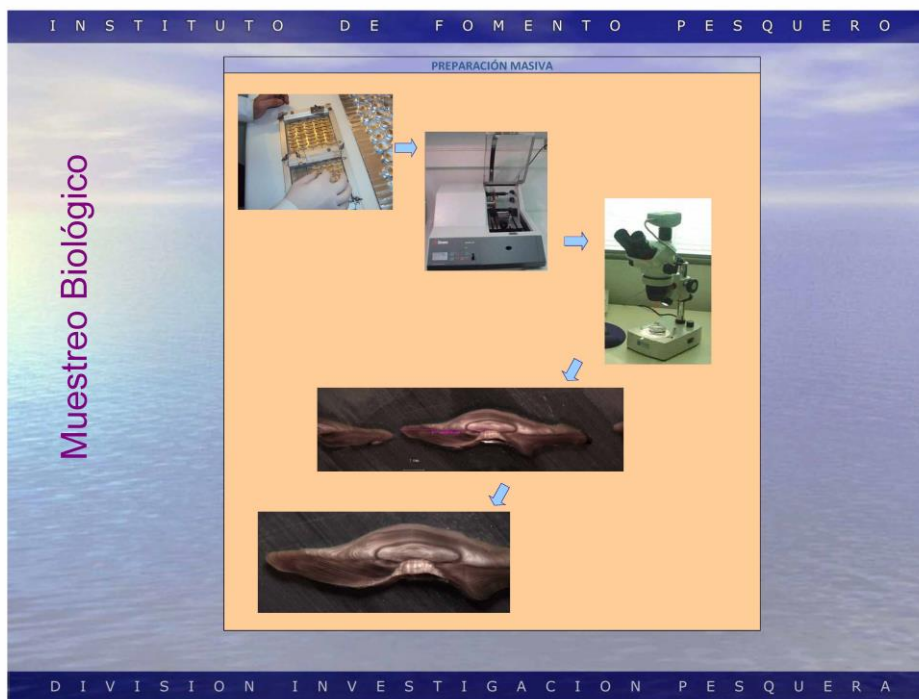
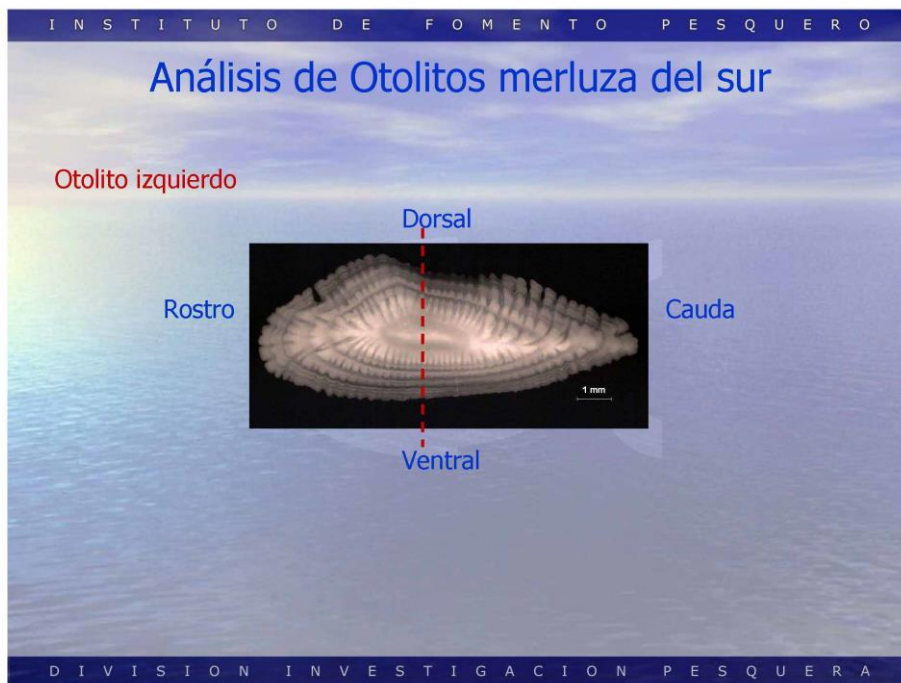
D I V I S I O N   I N V E S T I G A C I O N   P E S Q U E R A

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

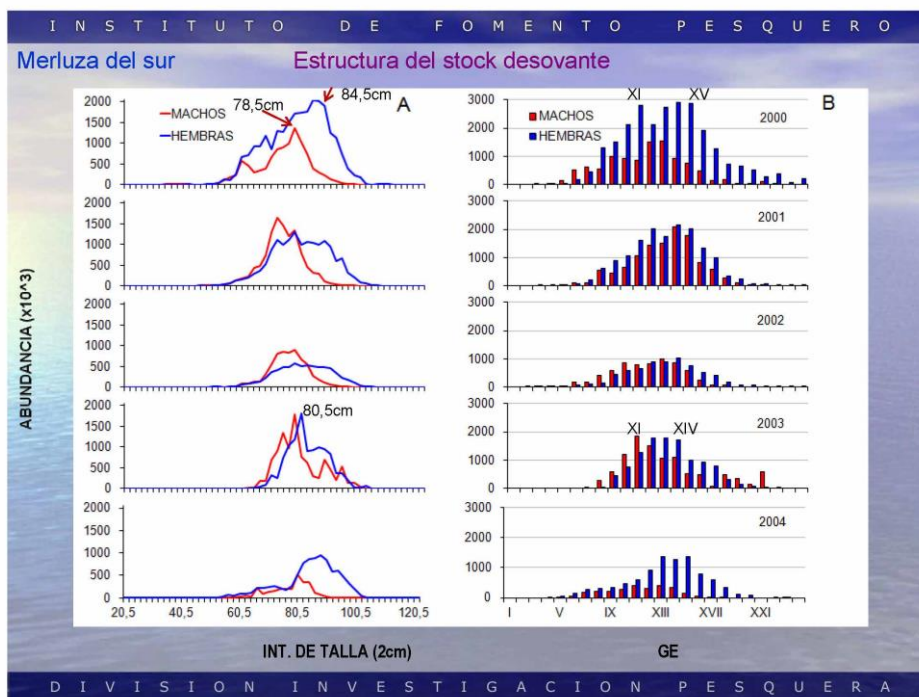
**Objetivos específcos**

- Determinar la edad de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas
- Construir claves talla-edad
- Determinar la composici3n de la abundancia por grupo de edad de la biomasa
- Estimar edad de madurez 50%

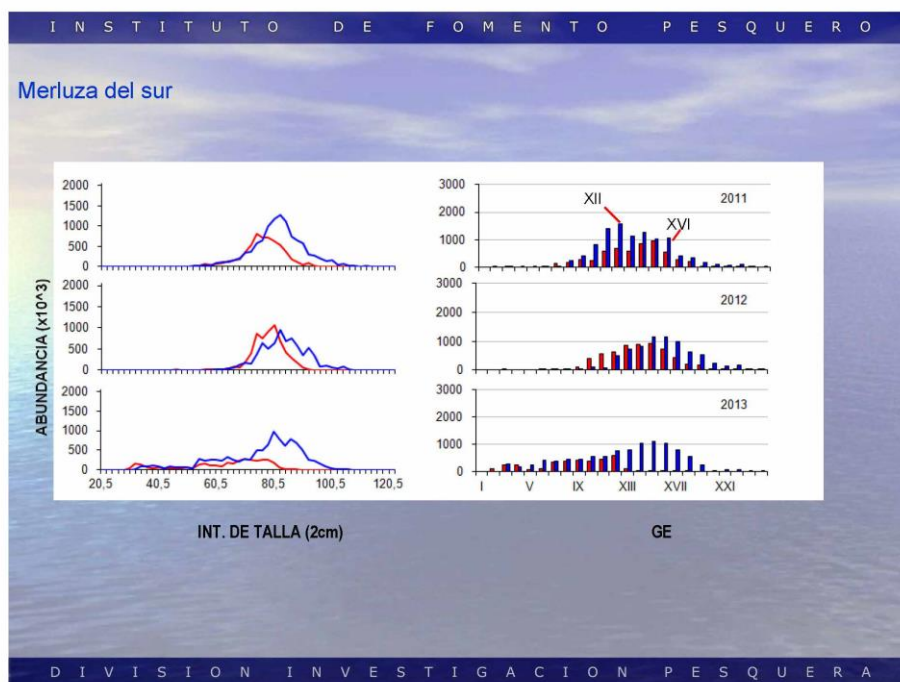
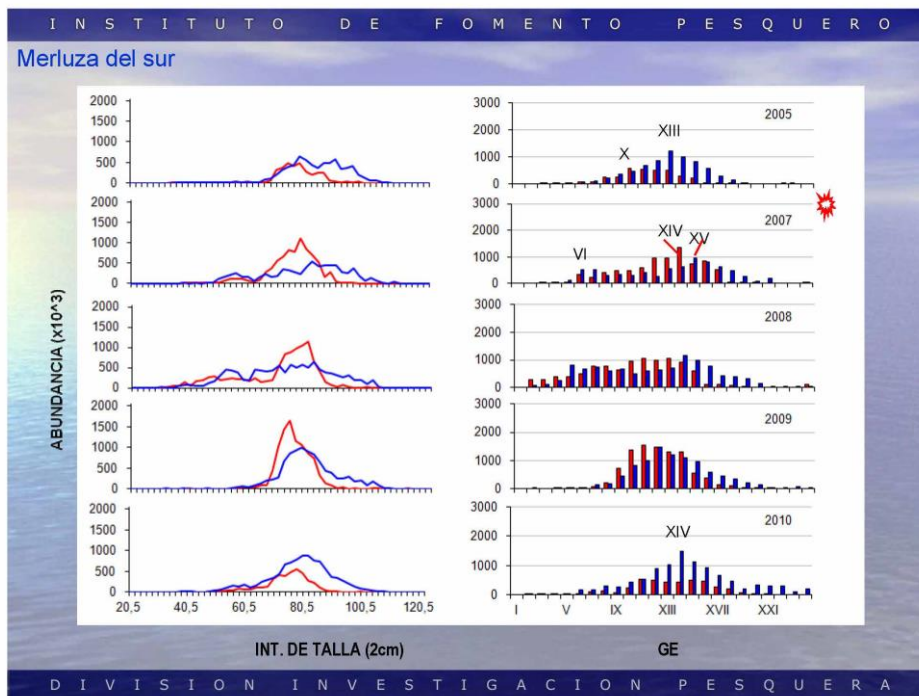
D I V I S I O N   I N V E S T I G A C I O N   P E S Q U E R A

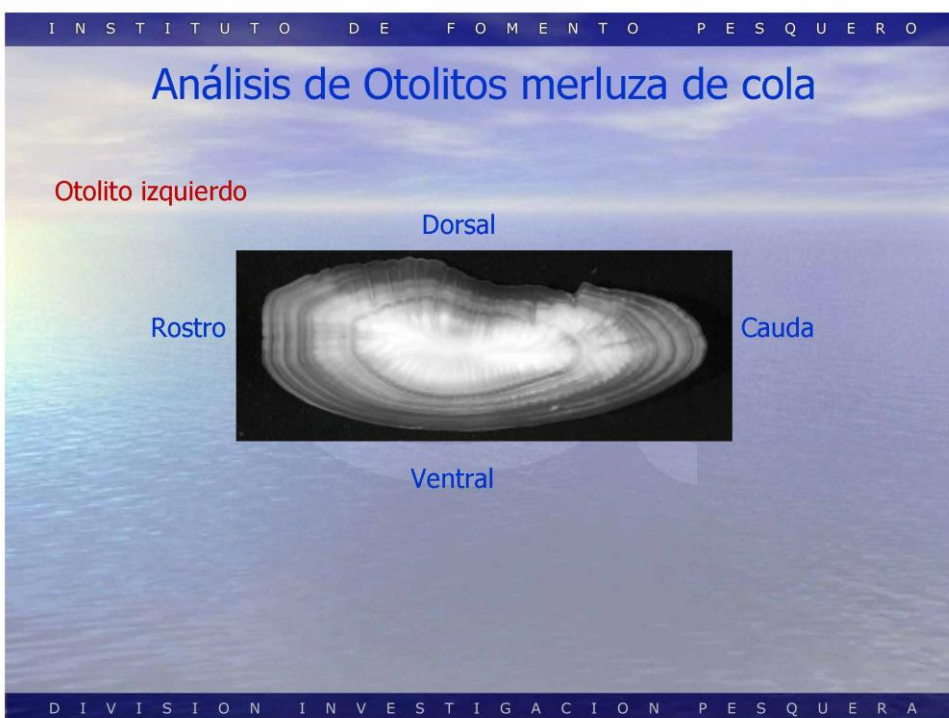


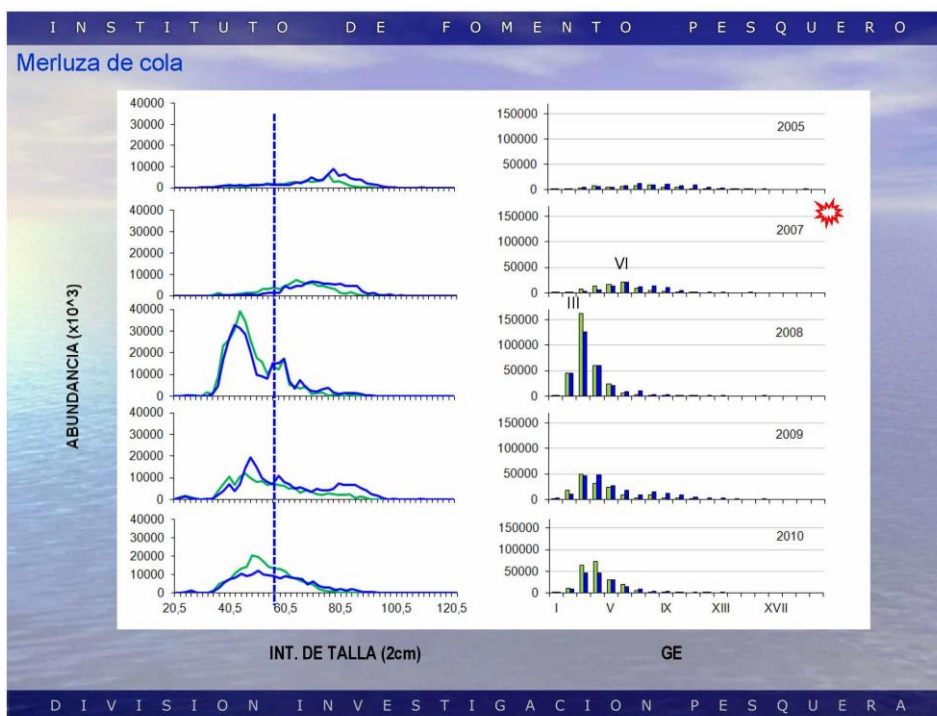
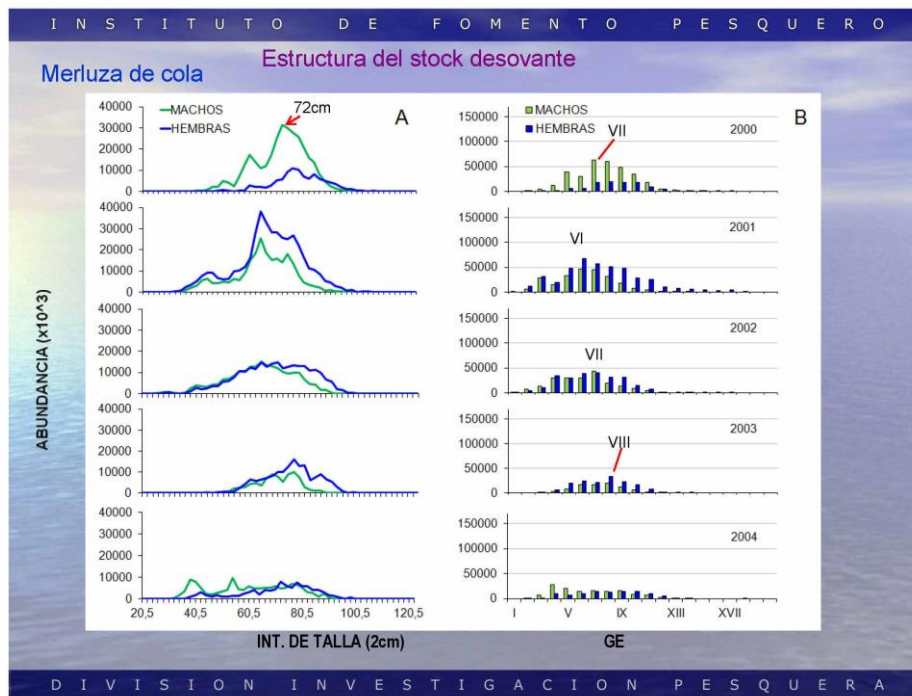




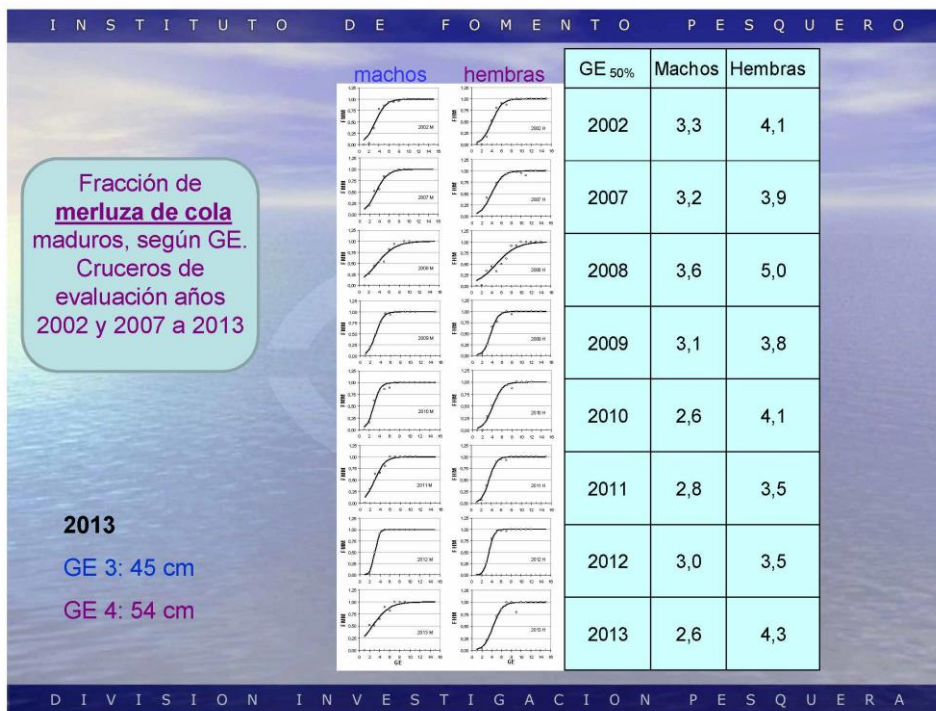
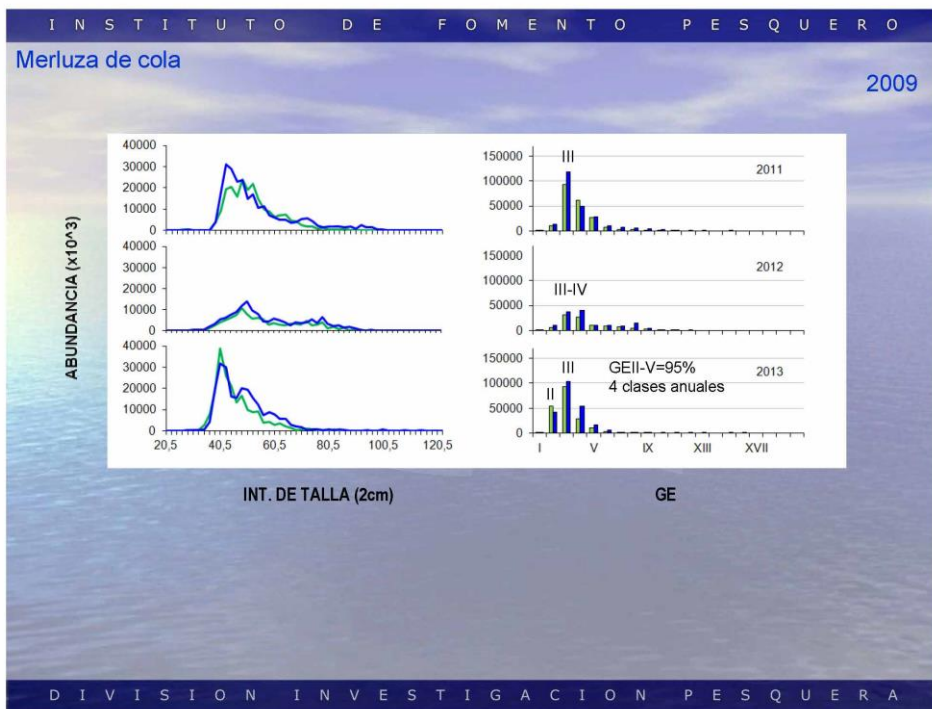


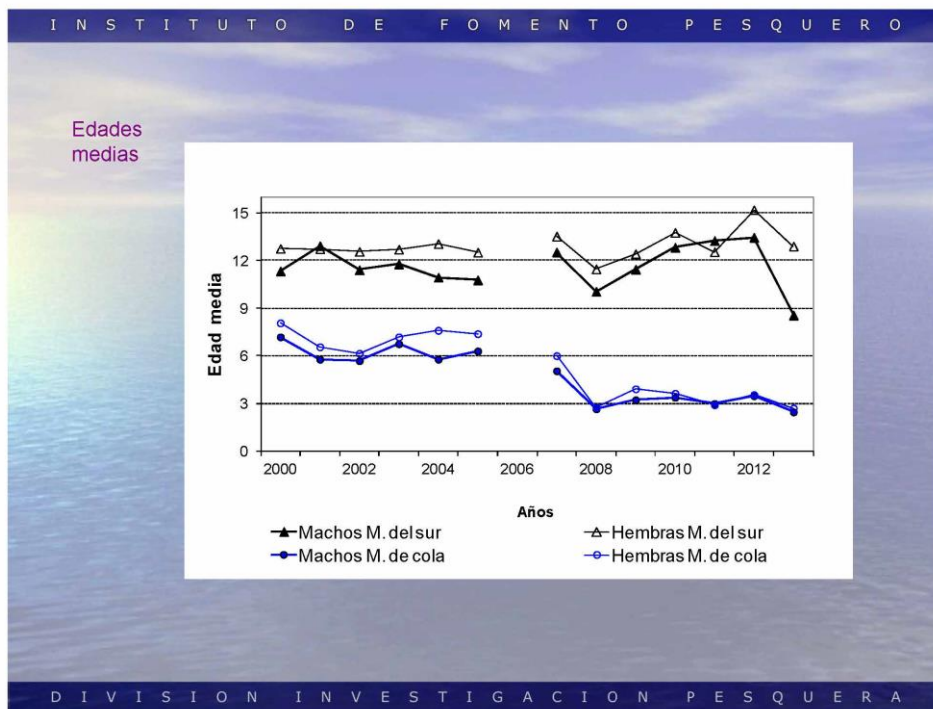












CONCLUSIONES

**MERLUZA DEL SUR**

Se encontró una composición de edades entre los 2 y los 24 años para este recurso.

El peso promedio de los ejemplares correspondió a 3.108 g, lo cual indica un valor bastante menor al observado el año anterior (3.780g).

La abundancia estuvo sostenida mayoritariamente (78%) por once clases anuales que comprenden los GE VII a XVII, con escasa presencia de machos >GEXII.

Se presentó ejemplares maduros sexualmente en un 50% en GE XI para machos y en GEXIV para hembras. El stock parental estuvo constituido en un 34% de machos que son  $\geq$  GE XI y en el caso de las hembras presenta un 49%  $\geq$  GE XIV.

En la serie histórica la edad media ha sido menor en machos que en hembras, en el año 2013 presentó una baja sustancial en la edad media de machos (8,6 años) y una baja moderada en hembras 12,9 años.

DIVISION INVESTIGACION 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

## Conclusiones

### MERLUZA DE COLA

La composición de edades estuvo por edades entre 1 y 16 años.

La abundancia de ambos sexos estuvo sostenida mayoritariamente (95%) por cuatro clases que comprenden los GE II a V, con moda en el GE III.

El peso promedio de merluza de cola (ambos sexos) fue 315g, valor inferior al observado el año 2012 (662g) y muy por debajo a lo registrado en los cruceros anteriores a 2008.

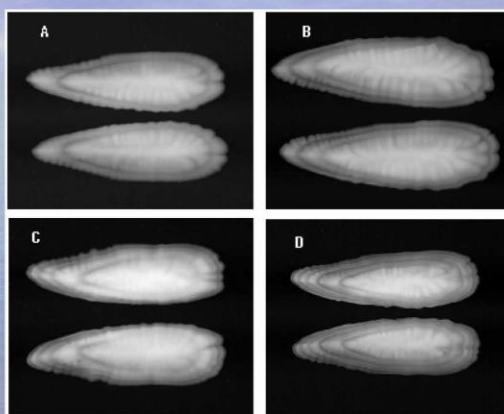
Se presentaron los ejemplares maduros en un 50% en el GE III en los machos y en el GE IV las hembras. El stock parental estuvo constituido en un 72% de machos que son  $\geq$  GE III y un 37% hembras que se presentan  $\geq$  GE IV.

En la serie histórica la edad media de la abundancia ha sido menor en machos que en hembras, ha experimentado descenso y en 2013 ambos sexos presentan edad media similar, siendo 2,5 y 2,7 años para machos y hembras respectivamente.

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

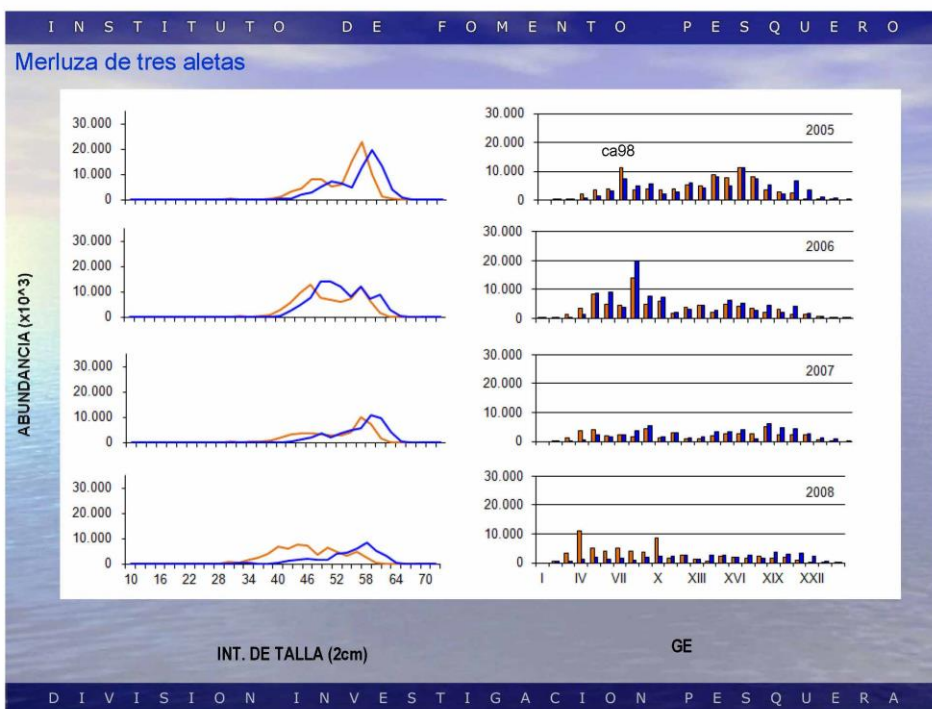
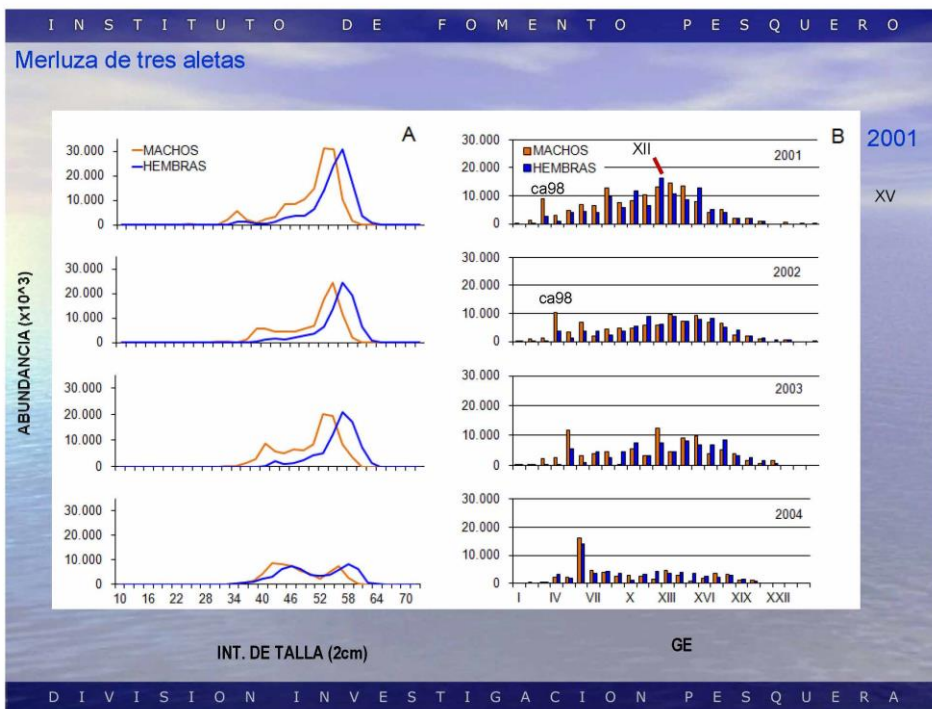
I N S T I T U T O D E F O M E N T O P E S Q U E R O

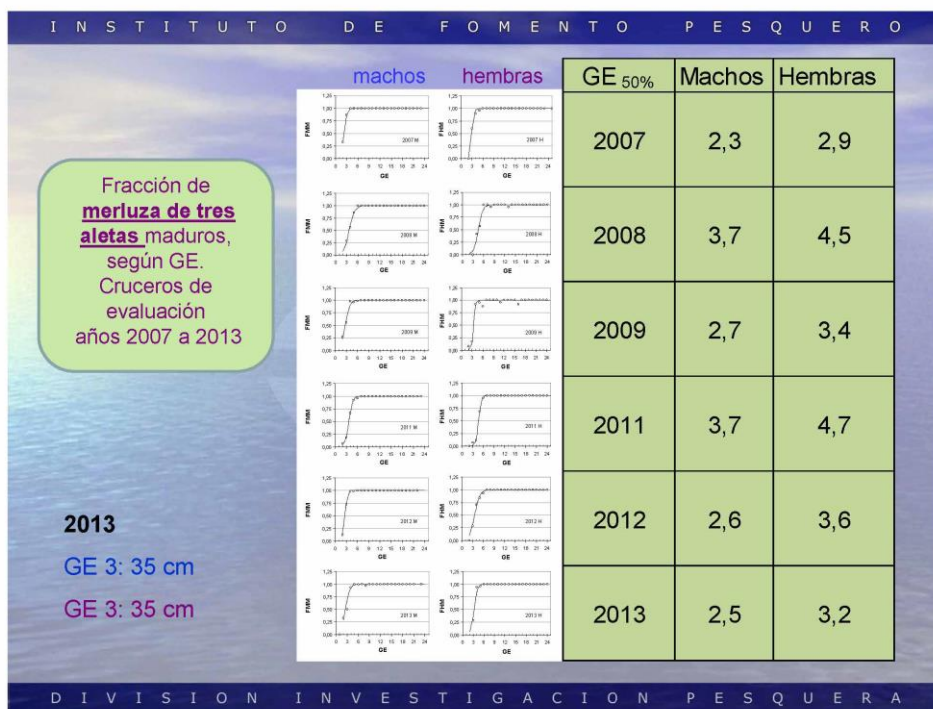
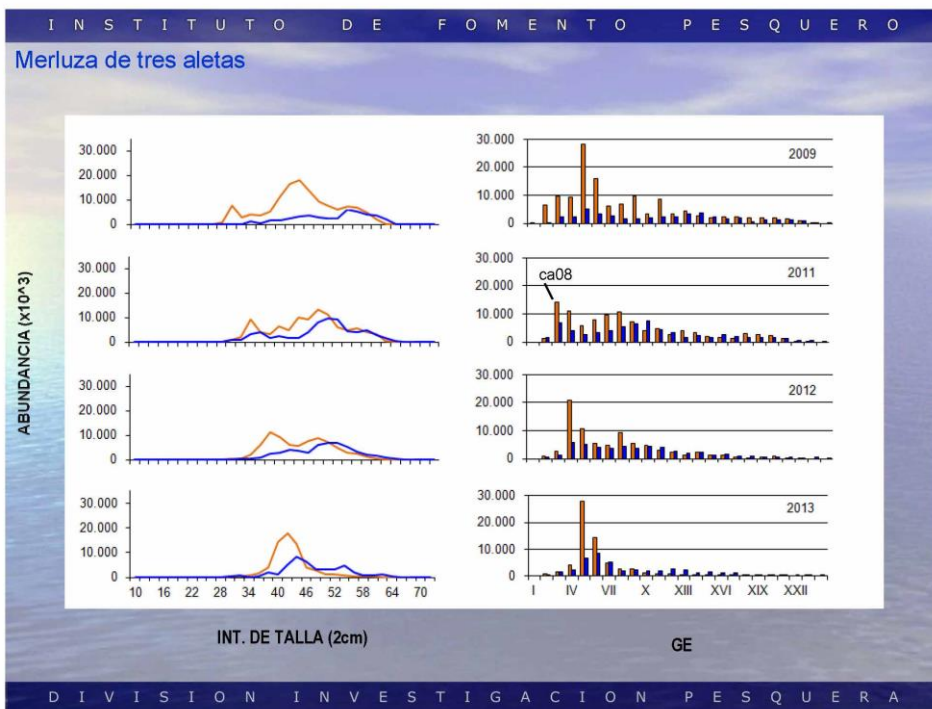
## Análisis de Otolitos merluza de tres aletas



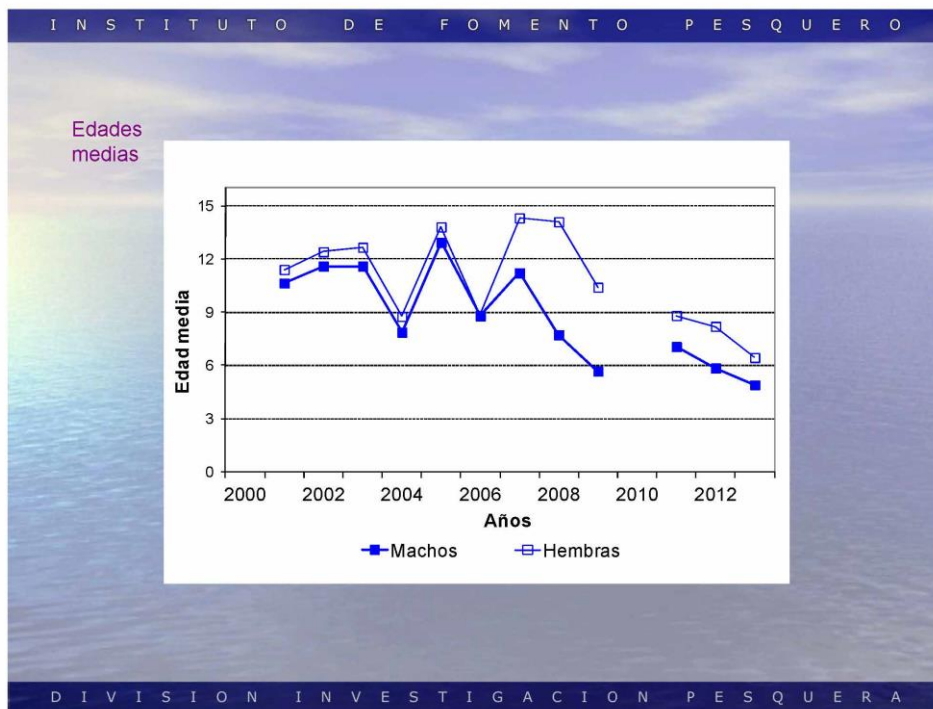
D I V I S I O N I N V E S T I G A C I O N P E S Q U E R A











### Conclusiones

#### MERLUZA DE TRES ALETAS

La composición de edades estuvo compuesta por edades entre 1 y 24 años.

Los grupos de edad de mayor aporte en la estructura del stock estuvo conformado en un  $\approx 80\%$  por los GE IV a VII en el caso de los machos. En hembras similar porcentaje los comprendieron los grupos desde GEIV a GEXIII. Se destaca un fuerte componente de ejemplares adultos jóvenes representados por la moda principal en los GE V-VI.

La edad en que el 50% de los individuos estaban maduros correspondieron a los 2,5 años en machos y 3,2 años en hembras.

Las edades medias registradas en la abundancia en ambos sexos descienden aceleradamente, registrándose en el presente una edad media de  $\approx 5$  y 6 años en machos y hembras respectivamente.



**Taller de presentación de resultados**

Proyecto FIP 2013-13

**Instituto de Fomento Pesquero**

***DINÁMICA REPRODUCTIVA DE MERLUZA DEL  
SUR Y MERLUZA DE COLA EN LA PESQUERÍA  
AUSTRAL***

Fernando Balbontín  
Universidad de Valparaíso

**Abril 2014**

En los estudios sobre aspectos reproductivos de los proyectos, participaron los biólogos Ricardo Bravo, Gustavo Herrera, Paola Troncoso, Érika López y el técnico de laboratorio Sr. Luis Rodríguez. Los datos de edad de merluza del sur y de cola fueron suministrados por la Sra. Vilma Ojeda del IFOP.



## Objetivo

Comparar los cambios temporales producidos en los siguientes aspectos del proceso reproductivo de la merluza del sur y merluza de cola:

- Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en los per3odos en que se realizaron las evaluaciones hidroacústicas.
- Valores del índice gonadosomático.
- Talla media (50%) de madurez sexual y edad media de madurez.
- Fecundidad en relaci3n al peso del cuerpo y fecundidad promedio.

## MATERIAL Y MÉTODOS

- Per3odo de muestreo: desde 07 al 18 de agosto de 2013. Las fechas de otros cruceros de evaluaci3n hidroacústica se indican m3s adelante.
- Área de muestreo: entre las latitudes 43° 30' y 47° 00' , la que se ha modificado levemente entre aÑos.
- Talla media de madurez (=talla de primera madurez sexual): método de máxima verosimilitud (Welch & Foucher 1988).
- Fecundidad : en merluza del sur, medici3n y conteaje de ovocitos antes de su hidrataci3n; en merluza de cola, conteaje de los ovocitos justo antes de completar su hidrataci3n.
- Histología: tinci3n con hematoxilina y eosina.

**Estadios de madurez sexual en la merluza de cola (EMS):**

- (1) Virginal
- (2) Inmaduro
- (3) En maduraci3n
- (4) Maduro
- (5) En regresi3n

**EMS en la merluza del sur:**

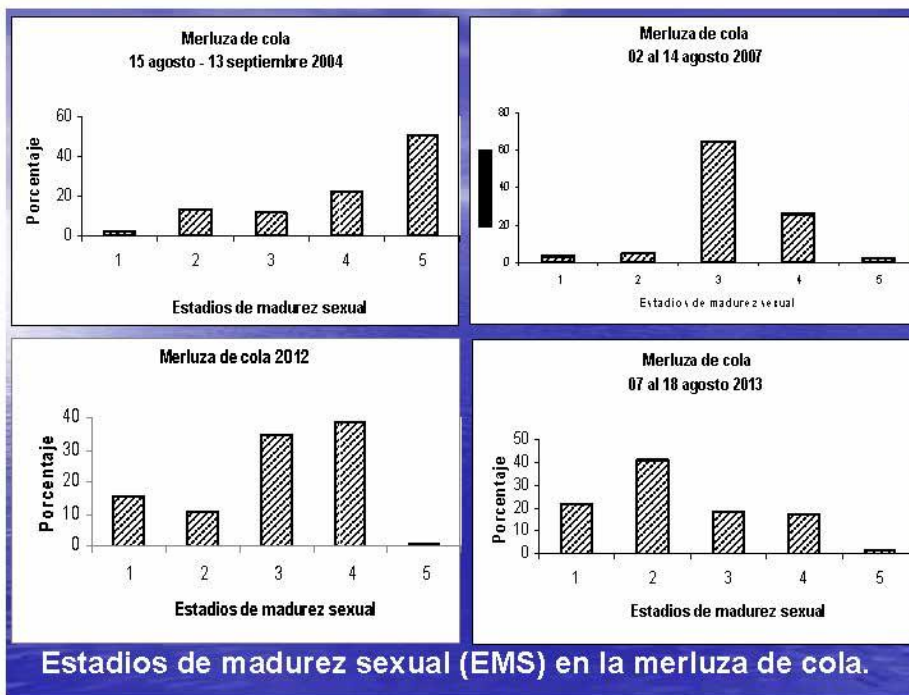
- (1) Virginal
- (2) Inmaduro
- (3) En maduraci3n
- (4) En maduraci3n, desove parcial reciente
- (5) Maduro
- (6) En regresi3n

- En cada una de las hembras se determin3 el EMS midiendo el diámetro de los ovocitos, junto con las características macrosc3picas del ovario.

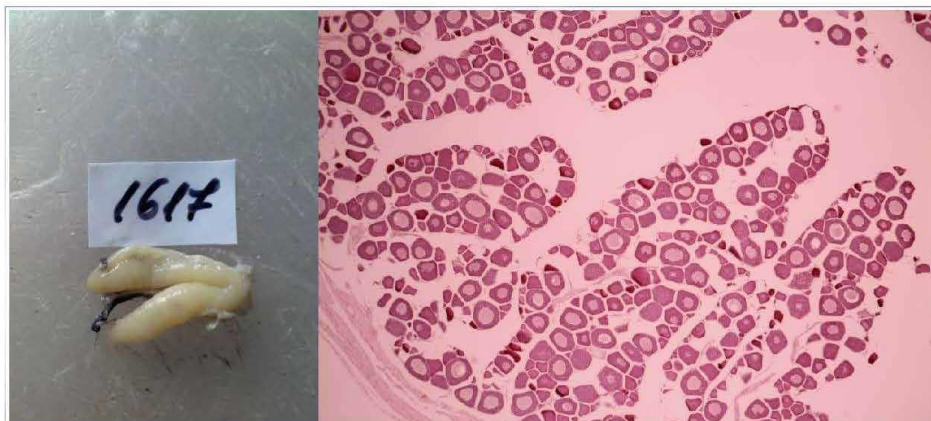


## RESULTADOS

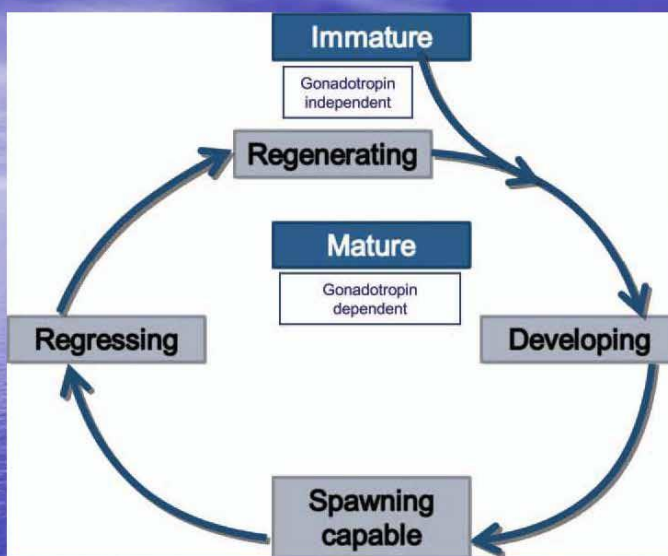
### MERLUZA DE COLA



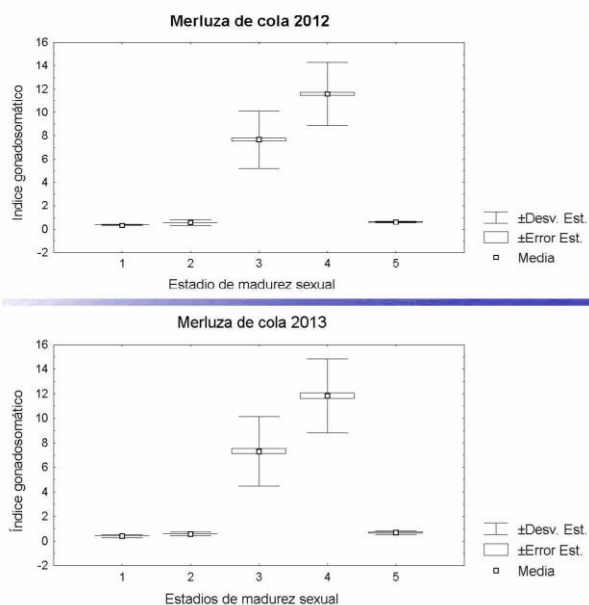




Ovario de merluza de cola clasificado histológicamente como inmaduro y clasificado microscópicamente como en regresión. Esta discrepancia podría ocurrir en ovarios en reposo que inician nuevamente la producción de ovocitos (hembras inmaduras reincidentes) siendo esas estructuras remanentes del desove del año anterior.



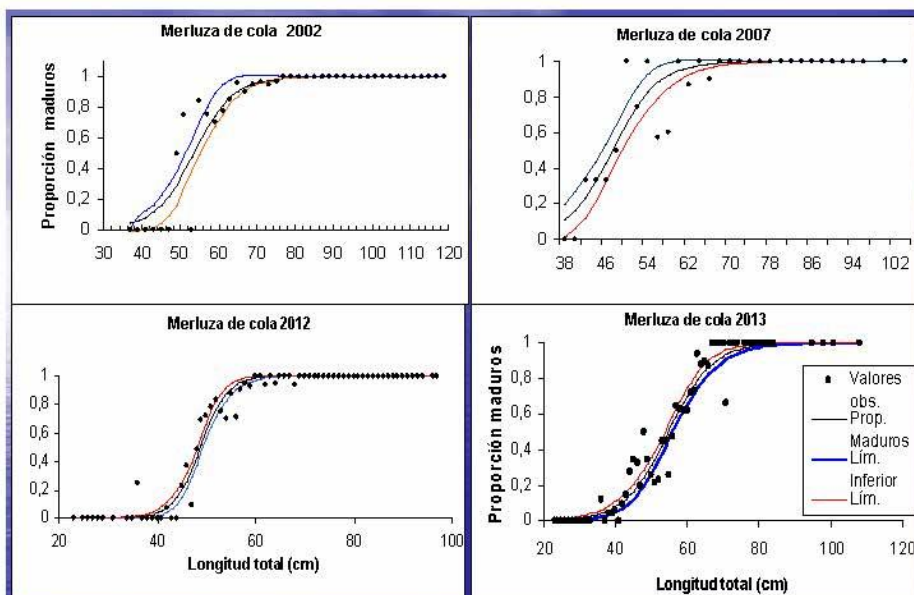
Modelo conceptual de la terminología utilizada en las fases de desarrollo de los peces (Brown-Peterson et al. 2011)



2012: IGS del  
EMS 4 = 11,6

2013: IGS del  
EMS 4 = 11,8

Promedio del índice gonadosomático (IGS) en merluza de cola para cada estadio de madurez sexual.



Talla media (50%) de madurez sexual en la merluza de cola: 2002= 53,33 cm LT; 2007= 47,2 cm; 2012 = 48,8 cm ; 2013= 54,8 cm.



Talla media de madurez sexual estimada en merluza de cola  
*Macrurus magellanicus*.

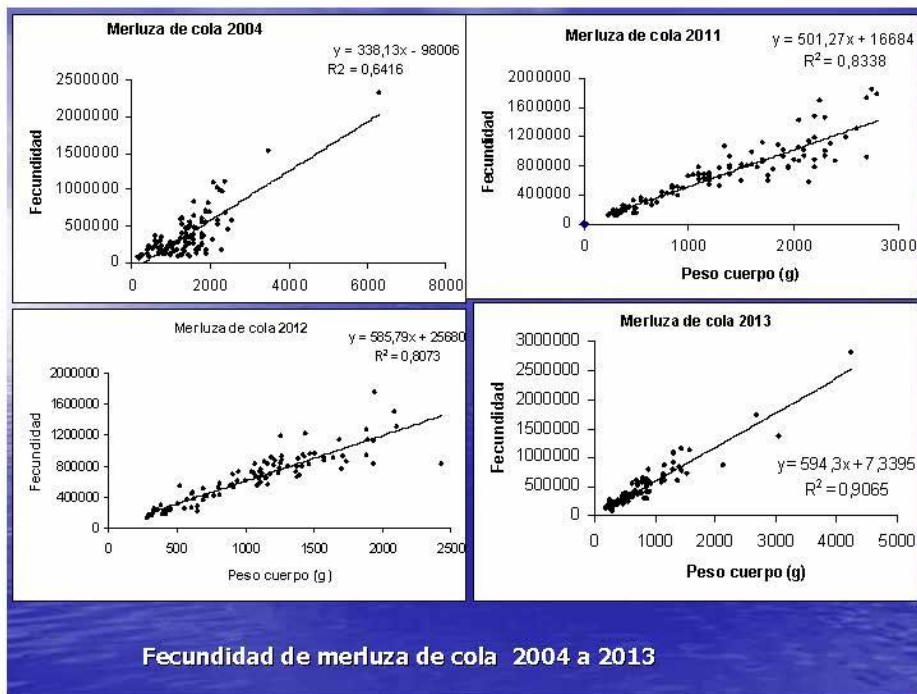
Año	Talla media	Fuente
Ago-sept 1998	54,4	Chang (2000)
Agosto 2001	56,7	Lillo <i>et al.</i> (2002)
Julio-ago 2002	53,3	Lillo <i>et al.</i> (2003)
Agosto 2003	Sin ajuste	Lillo <i>et al.</i> (2004)
Ago-sept 2004	47,2*logist.	Lillo <i>et al.</i> (2005)
Agosto 2005	55,7	Córdova <i>et al.</i> (2006)
Agosto 2007	47,2	Lillo <i>et al.</i> (2008)
Agosto 2008	Sin ajuste	Lillo <i>et al.</i> (2009)
Agosto 2009	Sin ajuste	Lillo <i>et al.</i> (2010)
Agosto 2010	44,8	Lillo <i>et al.</i> (2011)
Agosto 2011	44,6	Lillo <i>et al.</i> (2012)
Agosto 2012	48,8	Lillo <i>et al.</i> 2(013)
Agosto 2013	54,8	Presente estudio

El ajuste a un modelo no lineal no se logró, obteniéndose sólo un ajuste a un modelo logístico general, el que entregó un valor de 4,0 años. El 2012 fue 3,3.

Las estimaciones previas de la talla media de madurez (53 a 55 cm LT) se podrían asimilar al grupo de edad 4.

Proporción de individuos maduros a la edad en la merluza de cola, en agosto de 2013. n= 410.

Grupo edad	Inmaduros	Maduros	Proporción maduros
1	12	0	0
2	53	2	0,04
3	119	37	0,24
4	56	43	0,43
5	5	37	0,88
6	2	19	0,90
7	0	11	1
8	0	5	1
9	0	4	1
10	0	1	1
11	0	1	1
12	0	1	1
13	0	1	1
14			
15	0	1	1

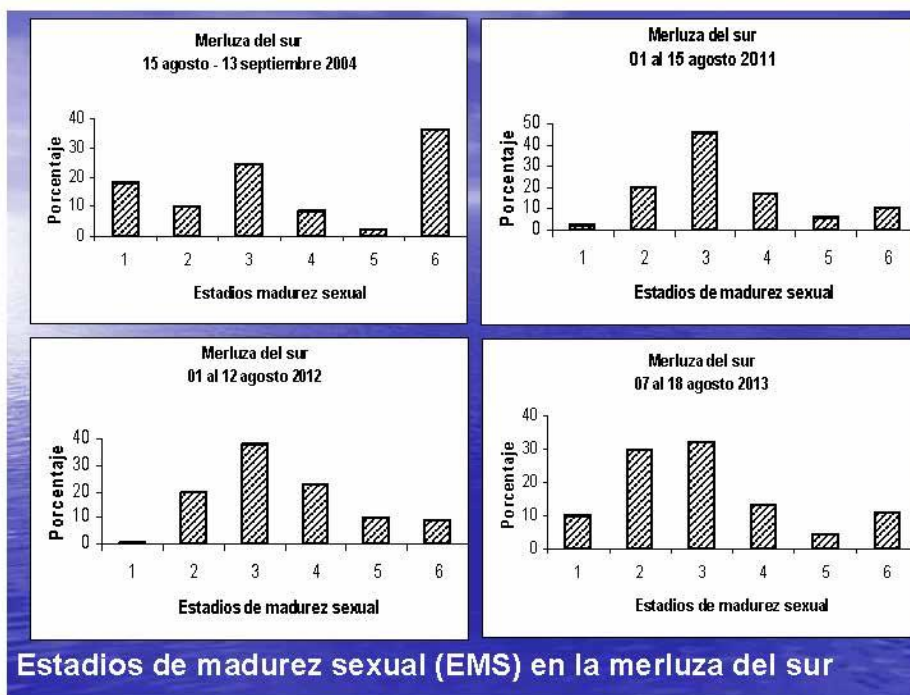


**Fecundidad promedio y fecundidad de la muestra total calculada en estudios realizados en merluza de cola**

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	C3rdova <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	Presente estudio

# RESULTADOS

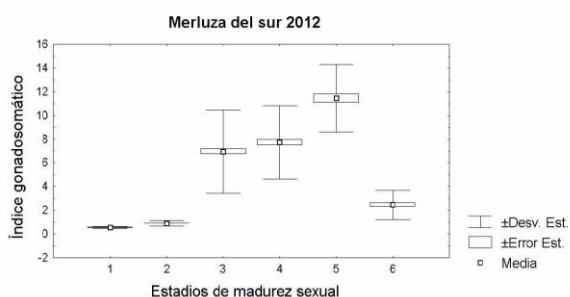
## MERLUZA DEL SUR



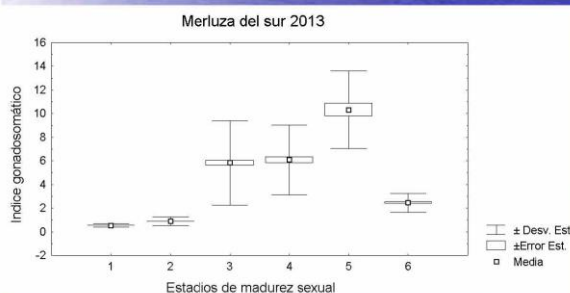


Concordancia entre el criterio microscópico e histológico para  
estimar el estadio de madurez sexual en merluza del sur en  
agosto 2013.

LT	Microscopía		Histología		Porcentaje
	Inmaduros	Maduros	Inmaduros	Maduros	Concordancia
74-76	0	5	0	5	100
77-79	0	4	0	4	100
80-82	0	9	0	9	100
83-85	0	10	0	10	100
86-88	0	10	0	10	100
89-91	0	16	0	16	100
92-94	0	12	0	12	100
95-97	0	7	0	7	100
98-100	0	2	0	2	100
> 100	0	1	0	1	100

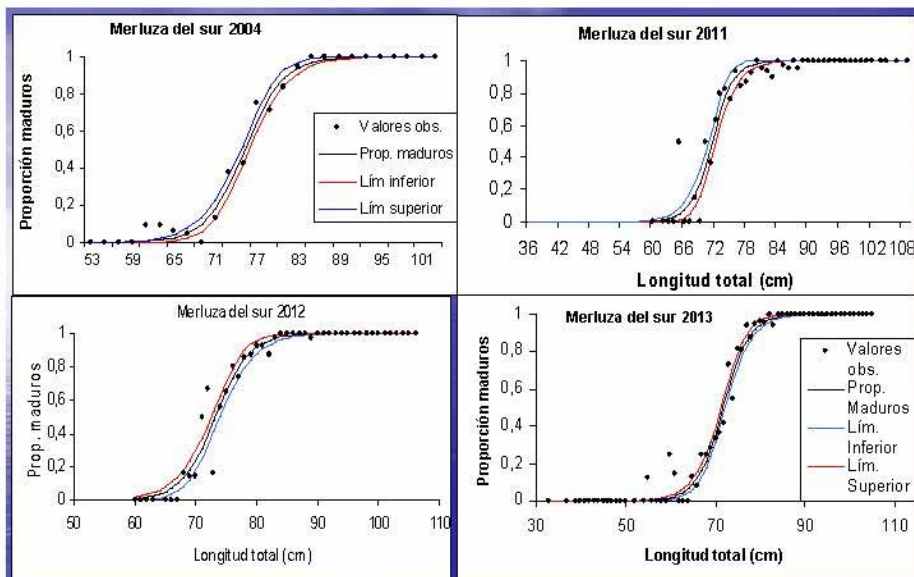


2012: IGS para el  
EMS 5 = 11,5



2013: IGS del EMS  
5 = 10,3

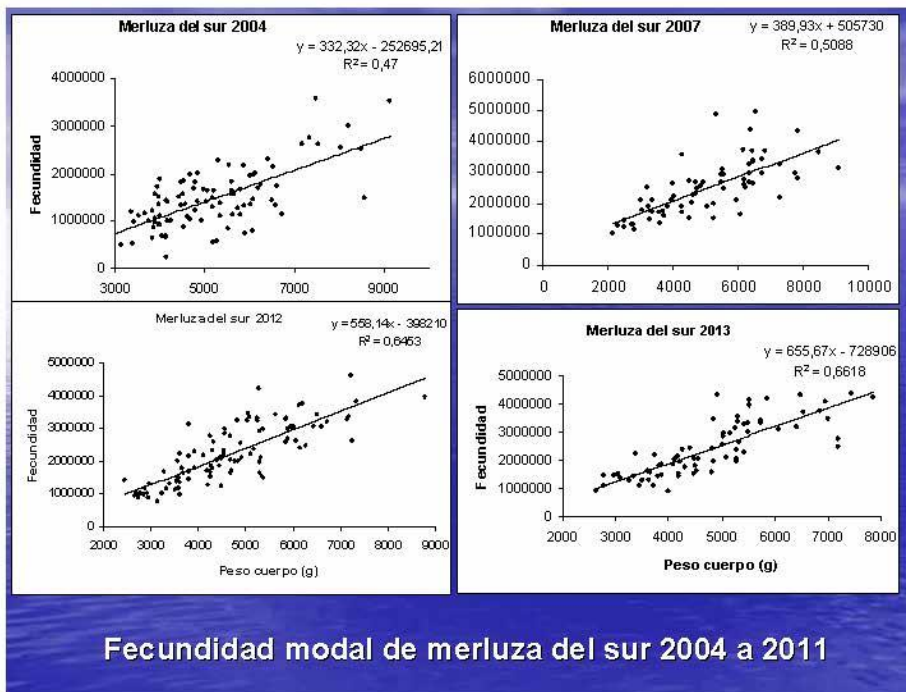
Promedio del índice gonadosomático (IGS) en merluza del sur  
para cada estadio de madurez sexual.



Talla media de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis*.

Talla media (cm) de madurez sexual estimada en merluza del sur *Merluccius australis*.

Año	Talla media	Fuente
Agosto 2001	74,1	Lillo et al. (2002)
Julio-ago 2002	73,3	Lillo et al. (2003)
Agosto 2003	Sin ajuste	Lillo et al. (2004)
Ago-sept. 2004	75,3	Lillo et al. (2005)
Agosto 2005	76,7	Córdova et al. (2006)
Ago-sept 2007	71,4	Lillo et al. (2008)
Agosto 2008	74,8	Lillo et al. (2009)
Agosto 2009	71,1	Lillo et al. (2010)
Agosto 2010	71,9	Lillo et al. (2011)
Agosto 2011	71,4	Lillo et al. (2012)
Agosto 2012	73,3	Lillo et al. (2013)
Agosto 2013	71,8	Presente estudio



Fecundidad de la merluza del sur, 1991 a 2013

Año	Fecundidad modal	Fecundidad muestra total	Fuente
Ago 1991	1.616.930	Sin datos	Balboniti y Bravo (1993)
Ago-sep. 1994	709.840	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (1995)
Ago-sep. 1996	1.320.675	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (1997)
Ago 2000	2.373.530	Sin datos	Aguiar <i>et al.</i> (2001)
Ago 2001	1.488.547	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2002)
Jul-ago 2002	2.007.405	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2003)
Ago 2003	1.257.123	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2004)
Ago-sep 2004	1.499.355	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2005)
Ago 2005	2.123.097	1.872.397	Córdova <i>et al.</i> (2006)
Ago-sep 2007	2.475.969	2.363.500	Lillo <i>et al.</i> (2008)
Ago 2008	2.000.497	2.185.513	Lillo <i>et al.</i> (2009)
Ago 2009	1.632.482	2.098.111	Lillo <i>et al.</i> (2010)
Ago 2010	1.728.131	1.708.447	Lillo <i>et al.</i> (2011)
Ago 2011	2.163.105	2.118.824	Lillo <i>et al.</i> (2012)
Ago 2012	2.217.147	2.096.196	Lillo <i>et al.</i> (2013)
Ago 2013	2.415.476	2.215.594	Presente estudio



## CONCLUSIONES

- La distribución de frecuencia de los EMS de merluza de cola y merluza del sur confirman la regularidad del desove de estas especies, la que alcanzó su máxima actividad en la merluza del sur a mediados de agosto. Las muestras obtenidas en septiembre de años anteriores presentaron un aumento en el porcentaje de ejemplares en regresión gonadal.
- En la merluza de cola, se concluye que la actividad de desove fue importante durante la prospección, con una tendencia a aumentar su intensidad a partir del periodo del 11 al 14 de agosto.
- La talla media de madurez sexual en la merluza de cola de los últimos años se sitúa entre 47,2 y 44,6 cm LT, siendo de 54,8 cm LT el 2013. Expresada en términos de grupo de edad, la edad media de madurez actual correspondería al grupo de edad 4 mientras que en el 2012 correspondió al grupo de edad 3.

- En la merluza del sur la talla media de madurez fue de 71,8 cm LT el 2013 y el 2012 fue de 73,3 cm LT. El 2007 y desde el 2009 al 2011 la talla media ha sido semejante al estimado del 2013.

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 440.610 ovocitos; la fecundidad promedio de la muestra total fue 325.483 ovocitos; esta última se ha mantenido en valores del orden de 438 mil ovocitos en los últimos siete años.
- En la merluza del sur, el 2013 la fecundidad modal fue de 2.415.476 y la fecundidad promedio de la muestra total fue 2.215.594. Esta última ha fluctuado desde el 2005 en valores promedio de alrededor de los 2 millones ochenta mil ovocitos.







## Índice gonadosomático, estadios de madurez, ojiva de madurez a la talla/edad y fecundidad de merluza de tres aletas

Eduardo Díaz Ramos

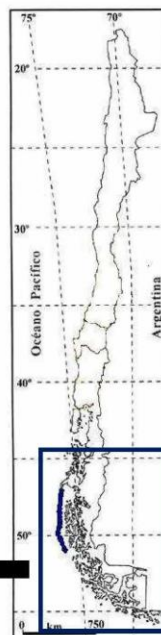
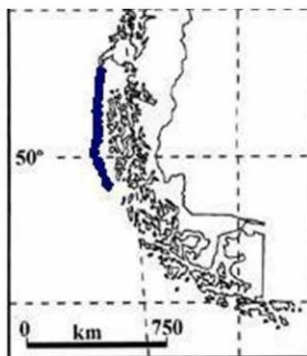
Taller de presentación de resultados  
Evaluación directa de merluza de tres aletas, año 2013  
Abril, 2014

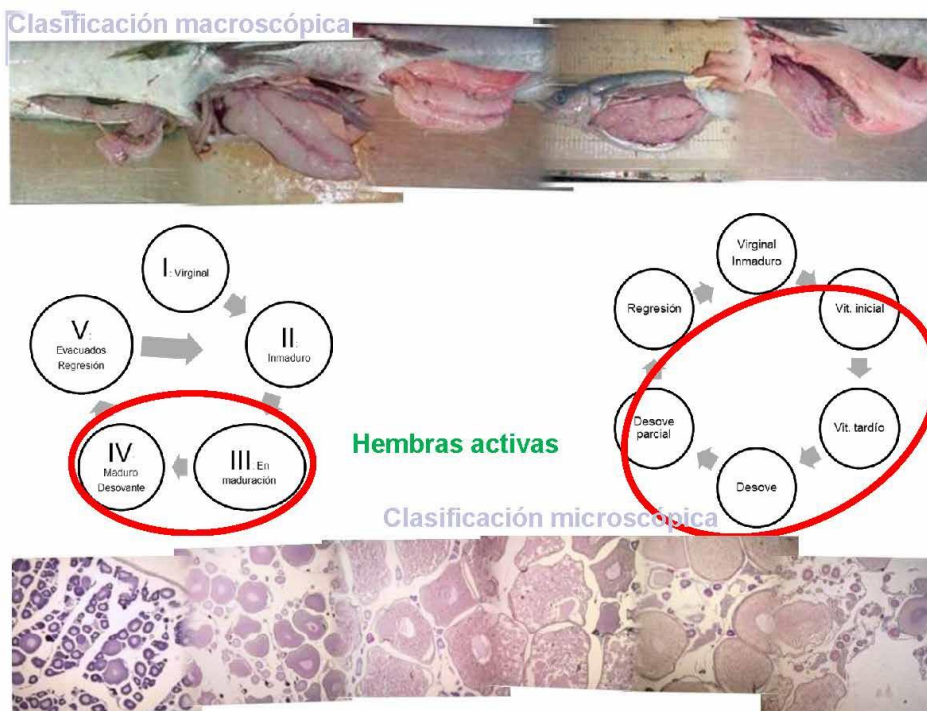


## Metodología

Muestreo biológico	1.721 ejemplares (1.058 machos; 663 hembras), en 22 lances identificación.
Procesamiento histológico	636 ovarios

Taitao	45°30' – 47°29'
Golfo Penas - Ladrillero	47°30' – 48°59'
Trinidad - Concepción	49°00' – 51°00'





## Procesamiento datos:

- Índice gonadosomático (IGS)
- Proporción de fases madurez

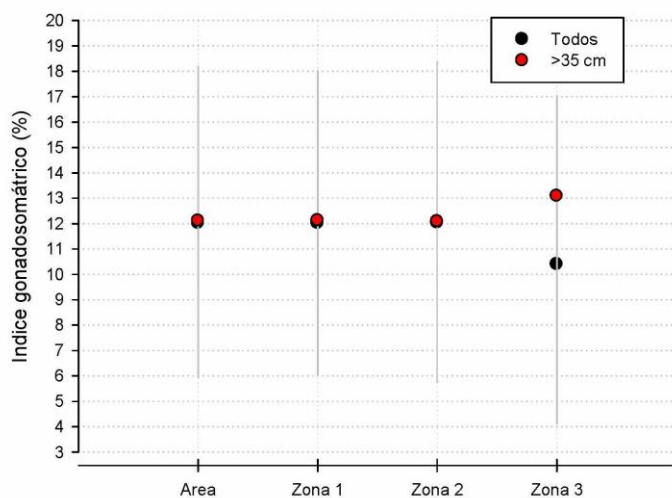
### Ojiva madurez

- Clasificación histológica para discernir maduras
- Ajuste máximo verosímil modelo madurez, talla madurez e intervalo confianza (Welch y Foucher, 1988; Roa, 1999)

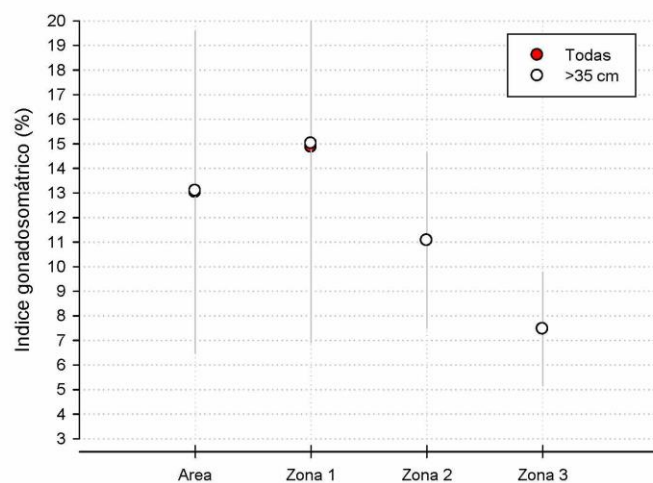
### Fecundidad total

- Selección microscópica fases de madurez tardío predesovantes

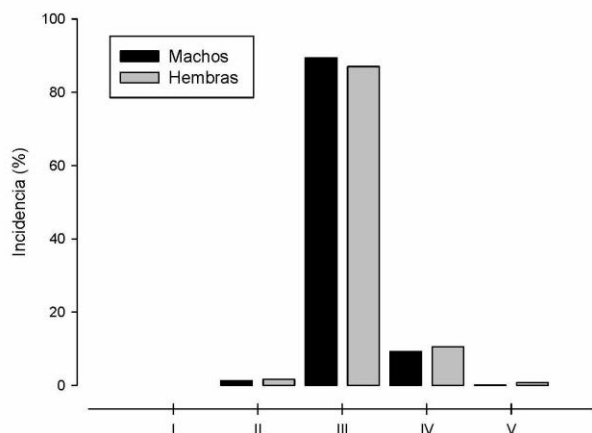
## Resultados: IGS machos



## Resultados: IGS hembras



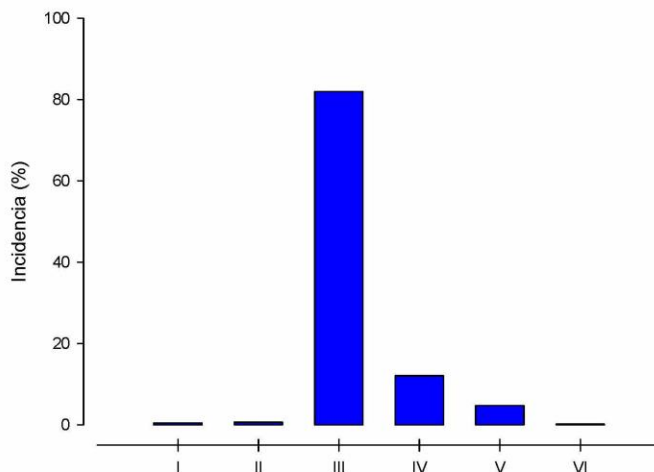
## Fases madurez macroscópicas



I: Virginal; II: Inmaduro; III: En maduración; IV: Maduro; V: Evacuados

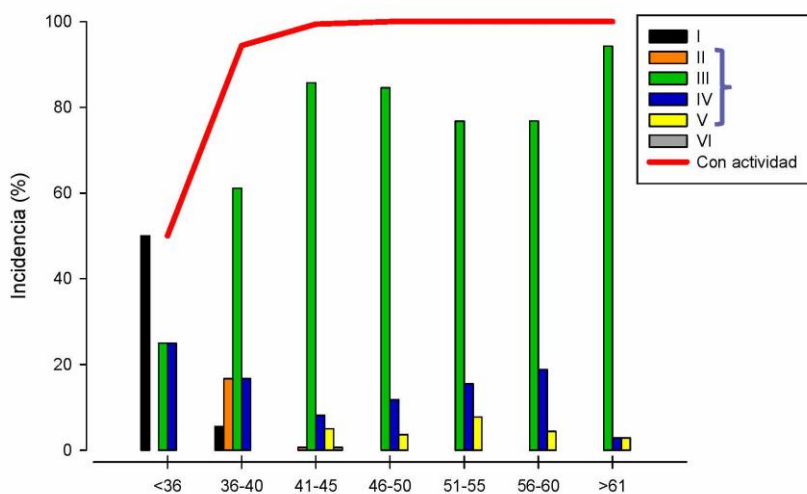
I: Virginal; II: Inmaduro; III: En maduración; IV: Desovante; V: En regresión.

## Fases madurez microscópicas hembras

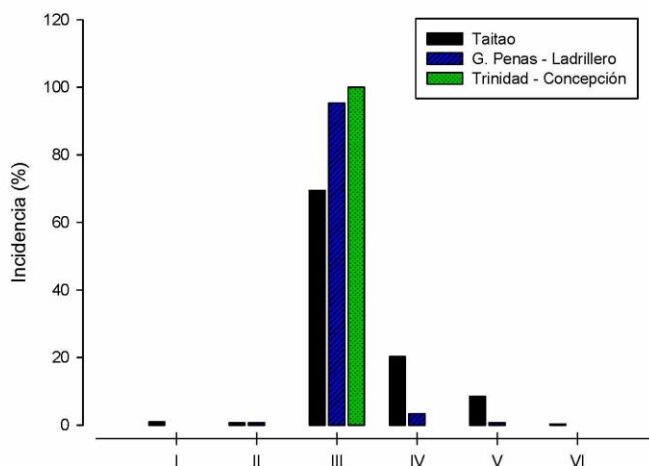


I: Virginal e inmaduro; II: D. inicial; III: D. tardío; IV: En desove; V: Desove parcial; VI: En regresión.

## Fases madurez microscópicas por grupos tallas

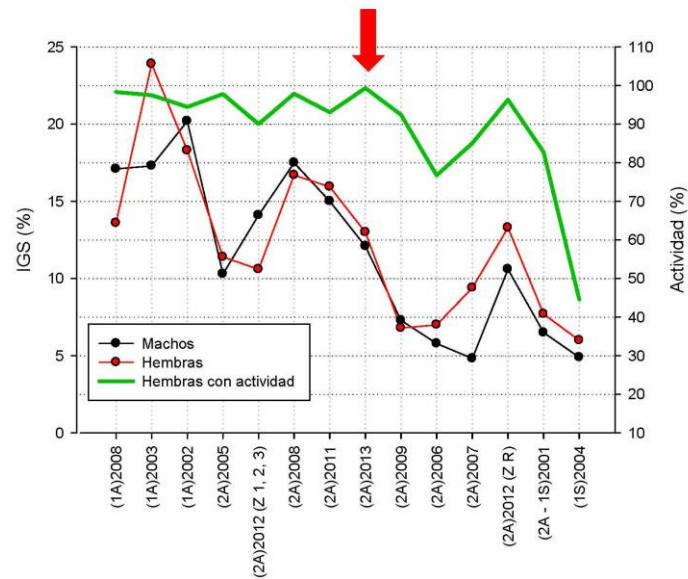


## Fases madurez microscópicas por zonas

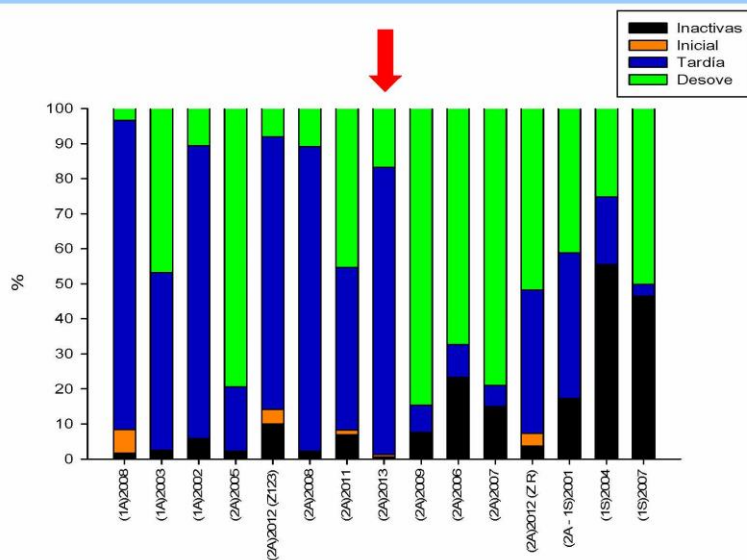


I: Virginal e inmaduro; II: D. inicial; III: D. tardío; IV: En desove; V: Desove parcial; VI: En regresión.

## Histórico: IGS (> 35 cm) y hembras con actividad

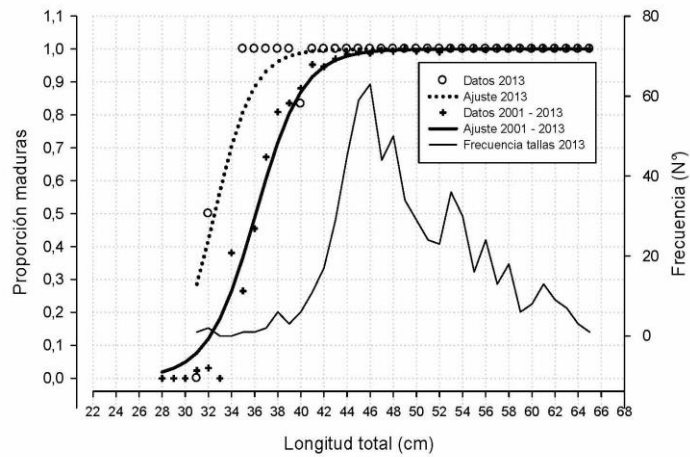


## Histórico: fases madurez ovárica



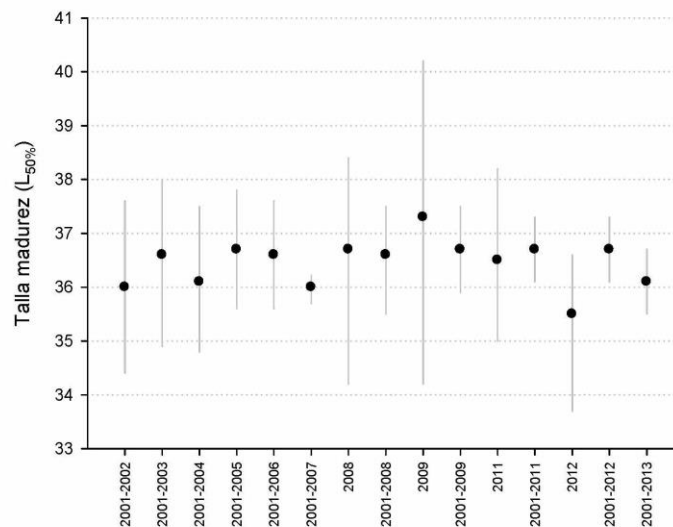


## Ajuste ojiva madurez a la talla

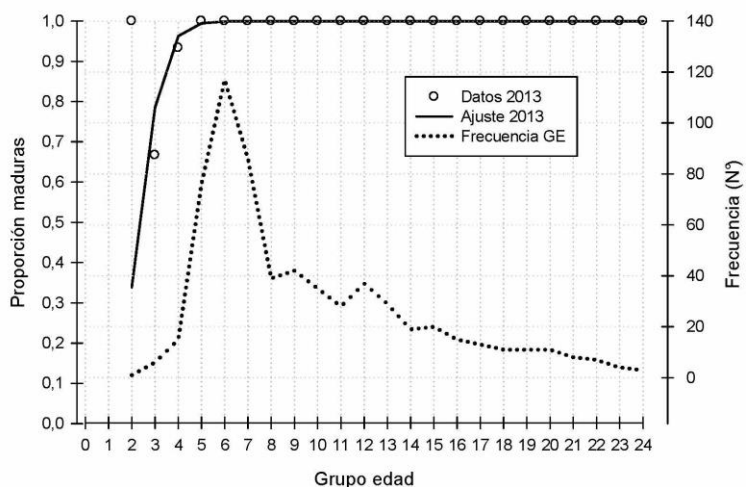


2001 - 2013	36,1 cm	35,5 – 36,7	N= 6.985 (28 – 64 cm)
-------------	---------	-------------	-----------------------

## Estimado talla madurez ( $L_{50\%}$ ): Evaluaciones

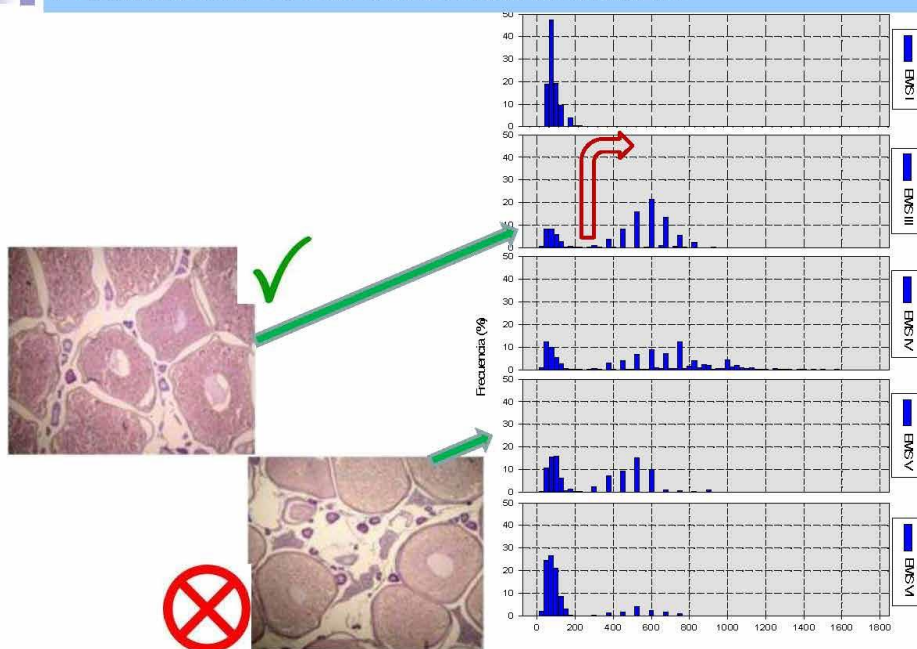


## Ajuste ojiva madurez a la edad



2013	2,3 años	-0,4 – 3,1 años
------	----------	-----------------

## Fecundidad total: selección hembras



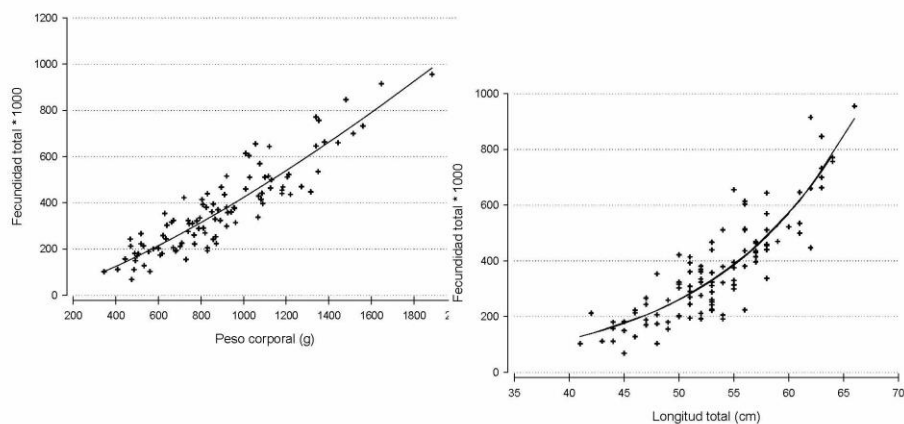


## Fecundidad total:

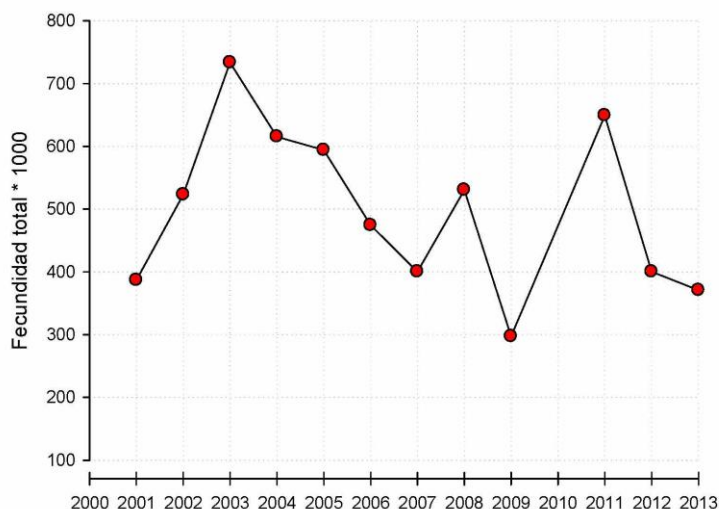
	Fecundidad total			Fecundidad relativa			Tamaño hembras		
	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	n
2001	119479	1110293	386831	150	974	392	50	61	57
2002	124058	1103030	523125	254	972	592	37	63	94
2003	119842	1340841	733540	174	1981	698	40	62	124
2004	76676	1573646	615362	141	1159	639	40	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

45 cm (474 g) - 66 cm (1.885 g); 7% y 12% menor respecto a 2012.

## Fecundidad total:



## Estimado fecundidad: Evaluaciones



## Conclusiones:

- La agregación de merluza de tres aletas se encontró mayoritariamente en desarrollo del evento reproductivo, principalmente en fase de maduración avanzada y con bajo aporte al desove.
- El ajuste de la proporción de hembras maduras de la data histórica (2001 – 2013) indicó la talla de madurez ( $L_{50\%}$ ) en 36,1 cm (35,5 – 36,7 cm).
- El potencial de fecundidad total promedio fue 370.708 ovocitos y la fecundidad relativa promedio de 403 ovocitos, 7% y 12% menor respecto al estimado en 2012, respectivamente.

## Alimentación de la merluza austral, merluza de cola y merluza de tres aletas

Por  
**Dr. Sebastian A. Lopez K.**  
**Dr. Roberto Meléndez C.**

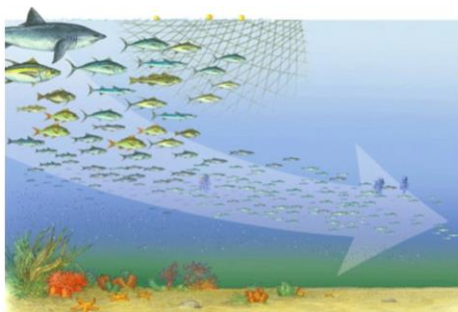
**LBM**  
LABORATORIO BIOLOGÍA MARINA  
UNAB

  
**Universidad  
Andrés Bello**

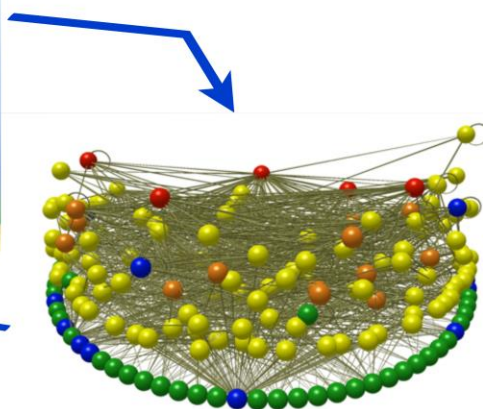
Proyecto: "Evaluación directa merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, 2013" FIP 2013-13

Tuesday, April 15, 14

### Alimentación



Pesquerías  
"Q"



Tuesday, April 15, 14

## Métodos

### A bordo

Medidos  
Sexo  
Fijados formol 10%

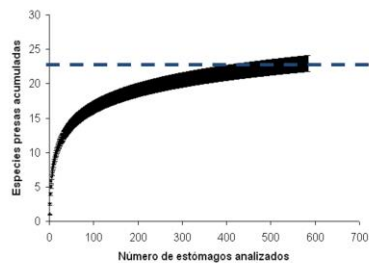
### Laboratorio - Contenido estomacal



Presas identificadas  
Contadas y pesadas  
Muestra de tejido

Tuesday, April 15, 14

### Análisis de datos



Ferry & Calliet (1996), Cortes (1997), Gelsleichter et al. (1999), Gortland (2002), Wetherbee & Cortes (2004)

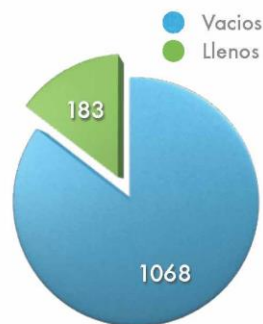
**F - N - W**  
Hyslop 1980  
**IRI: %F x (%N + %W); % IRI**  
**Test M-W: U**

**Zona de pesca**  
**Tamaños**  
**Sexos**  
**Profundidad**

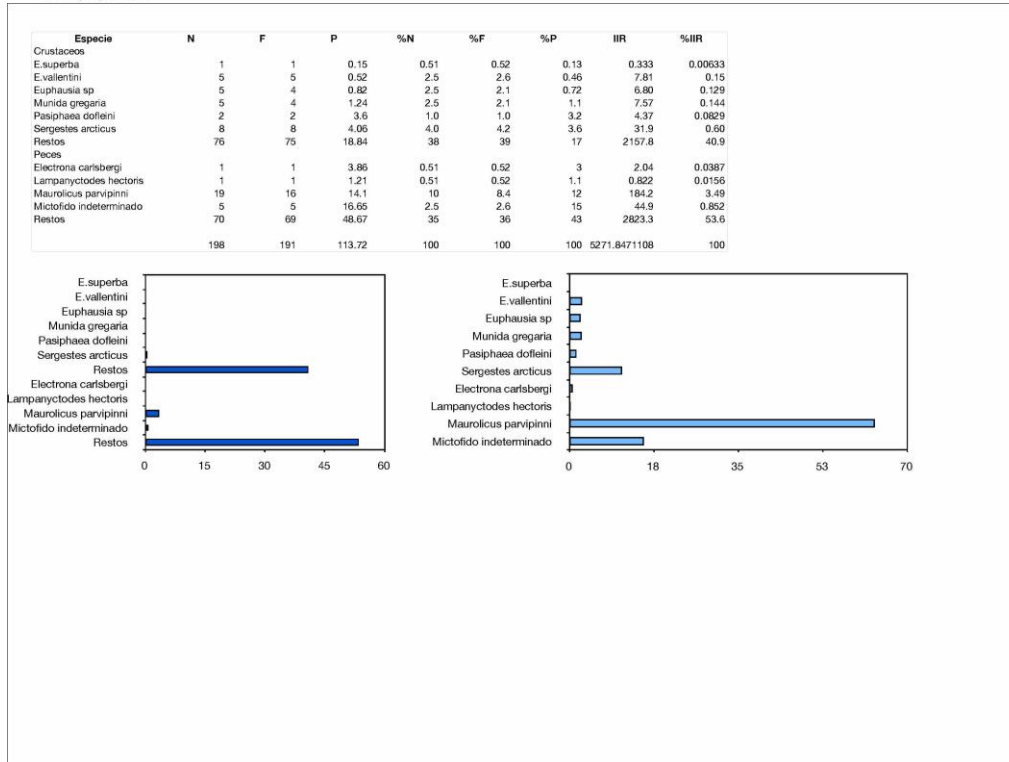
Tuesday, April 15, 14

## Resultados

Alimentación Merluza tres aletas

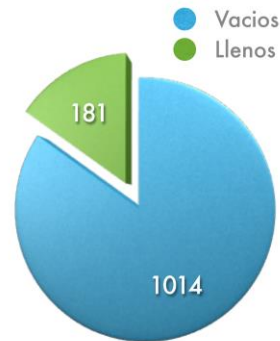
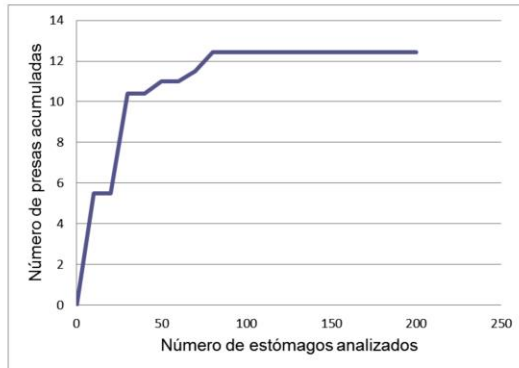


Tuesday, April 15, 14



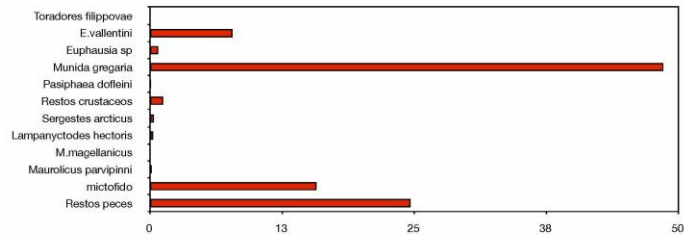
Tuesday, April 15, 14

Alimentación Merluza de cola



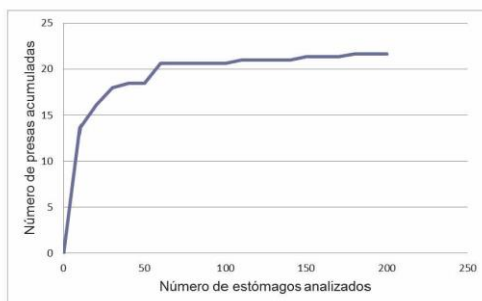
Tuesday, April 15, 14

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IRR	%IRR
Toradorea filippovae	1	1	0.53	0.1721170396	0.5464480874	0.0774376043	0.1363696579	0.0049857045
Evallentini	49	7	325	8.4337349398	3.825136612	47.485323382	213.8980373	7.8202163827
Euphausia sp	17	11	4.61	2.925989673	6.0109289617	0.6735610486	21.636643682	0.7910462271
Munida gregaria	309	29	210.26	53.184165232	15.846994536	30.720812598	1329.6417252	48.612348827
Paspheaea doffeini	5	4	5.37	0.8905861979	2.1857923497	0.784603651	3.5960411998	0.131473017
Restos crustaceos	17	17	8.491	2.925989673	9.2896174863	0.802282621	34.634225179	1.2662441347
Sergestes arcticus	10	9	3.51	1.7211703959	4.9180327869	0.5128414925	10.986843713	0.4016880113
Lampanyctodes hectoris	7	7	7.74	1.2048192771	3.825136612	1.1308812399	8.9343735625	0.3266450473
M. magellanicus	1	1	2.8	0.1721170396	0.5464480874	0.4091043245	0.3176073028	0.0116118776
Maurolicus parvipinnis	10	4	3.21	1.7211703959	2.1857923497	0.4690088663	4.7872771196	0.1750251822
mictofido	88	36	46.51	15.146299484	19.672131148	6.7955150477	431.64225308	15.781050923
Restos peces	67	57	66.391	11.531841652	31.147540984	10.138627923	674.98183922	24.677664666
	581	183	684.422	100	100	100	2735.1933352	100



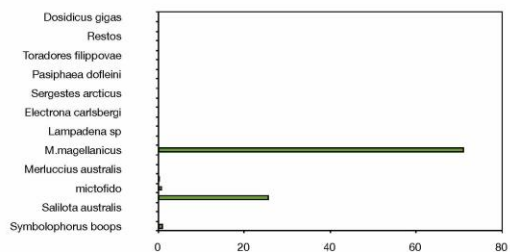
Tuesday, April 15, 14

Alimentación Merluza austral



Tuesday, April 15, 14

Especie	N	F	P	%N	%F	%P	IIR	%IIR
Cefalópodos								
Dosidicus gigas	4	4	52.7	0.93	1.16	0.09	1.180	0.02112
Lepidoteuthis grimaldii	2	2	5.1	0.46	0.58	0.01	0.273	0.00489
Restos	3	3	76	0.69	0.87	0.14	0.721	0.01290
Cefalopodo indeterminado	1	1	8.4	0.23	0.29	0.02	0.071	0.00128
Toradores filippovae	1	1	460	0.23	0.29	0.83	0.306	0.00548
Crustáceos				0.00	0.00	0.00	0.000	0.00000
Munida gregaria	1	1	1	0.23	0.29	0.00	0.067	0.00121
Pasiphaea dohrni	11	10	18.97	2.55	2.89	0.03	7.458	0.13349
Restos	1	1	1.16	0.23	0.29	0.00	0.068	0.00121
Sergestes arcticus	8	5	9.43	1.85	1.45	0.02	2.701	0.04834
Peces				0.00	0.00	0.00	0.000	0.00000
Coelorthynchus sp	1	1	91	0.23	0.29	0.16	0.114	0.00204
Electrona carlsbergi	1	1	6.4	0.23	0.29	0.01	0.070	0.00126
Hirtonia candens	2	2	18.34	0.46	0.58	0.03	0.287	0.00513
Lampadena sp	2	2	3.1	0.46	0.58	0.01	0.271	0.00485
Lampanyctodes hectoris	26	8	50.61	6.02	2.31	0.09	14.126	0.25286
M. magellanicus	151	127	40847.21	34.95	36.71	73.43	3978.417	71.21355
Maurolicus parvipinnis	6	5	13.15	1.39	1.45	0.02	2.041	0.03654
Merluccius australis	4	4	1193	0.93	1.16	2.14	3.550	0.06354
Micromesistius australis	12	10	2727.05	2.78	2.89	4.90	22.198	0.39734
micotido	31	23	345.3	7.18	6.65	0.02	51.826	0.92772
Restos	121	113	8911.55	28.01	32.66	16.02	1437.985	25.73989
Salpota australis	1	1	25	0.23	0.29	0.04	0.080	0.00143
Indeterminado	1	1	2.81	0.23	0.29	0.01	0.068	0.00122
Symbolophorus boops	41	20	756.6	9.49	5.78	1.36	62.722	1.12273
Total	432	346	55623.88	100.00	100.00	100.00	5586.601	100.00000



Tuesday, April 15, 14

## Discusión

- Alimentación no difiere con otros reportes
- M3A: Preferencias de crustáceos y pequeños peces
- MAU: Clara preferencia en merluza de cola
- MCOLA: Preferencias en pequeños peces y crustáceos

### • SE RECOMIENDA...

- Estudios de estabilidad isotópica. N15 y C13
- Estudios calorimétricos. Kcal

Tuesday, April 15, 14

Paper: Submitted JAI # 14-159

### Diet changes in the southern blue whiting *Micromesistius australis* in eastern south

#### Pacific waters: The role of the fishing effect

Sebastian A. Lopez<sup>1\*</sup>, Blanca E. Molina<sup>2</sup>, Alvaro Saavedra<sup>3</sup>, Patricio Galvez<sup>3</sup>, and Roberto Meléndez<sup>1</sup>.

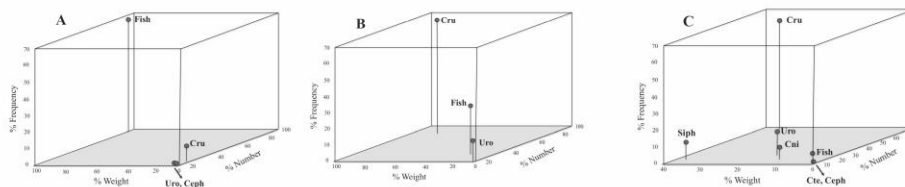
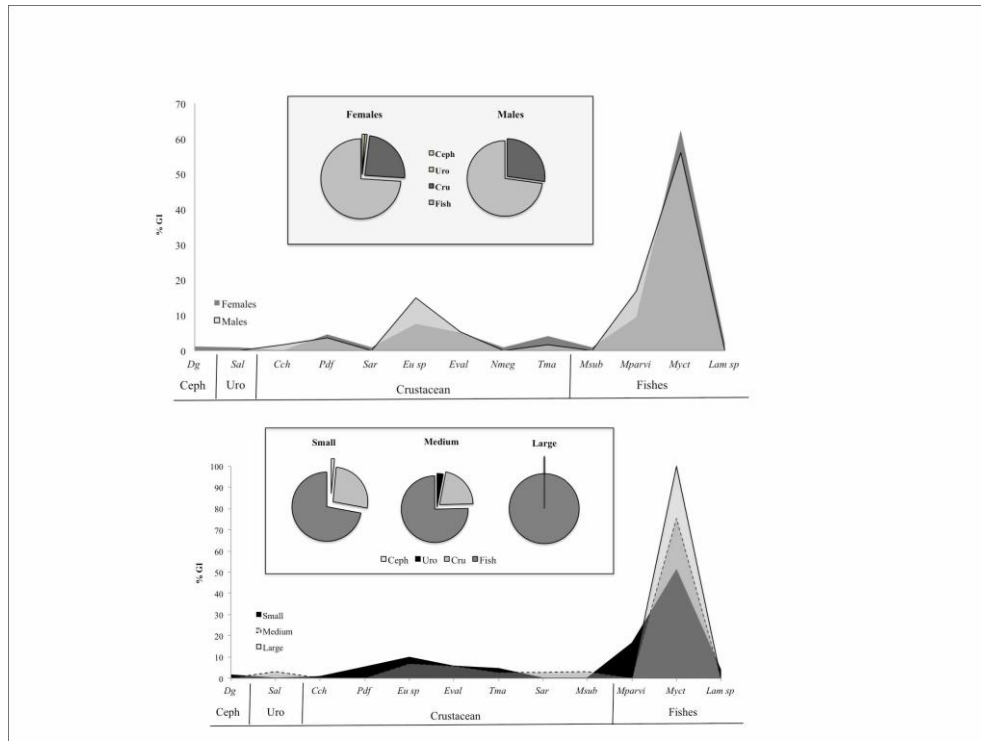


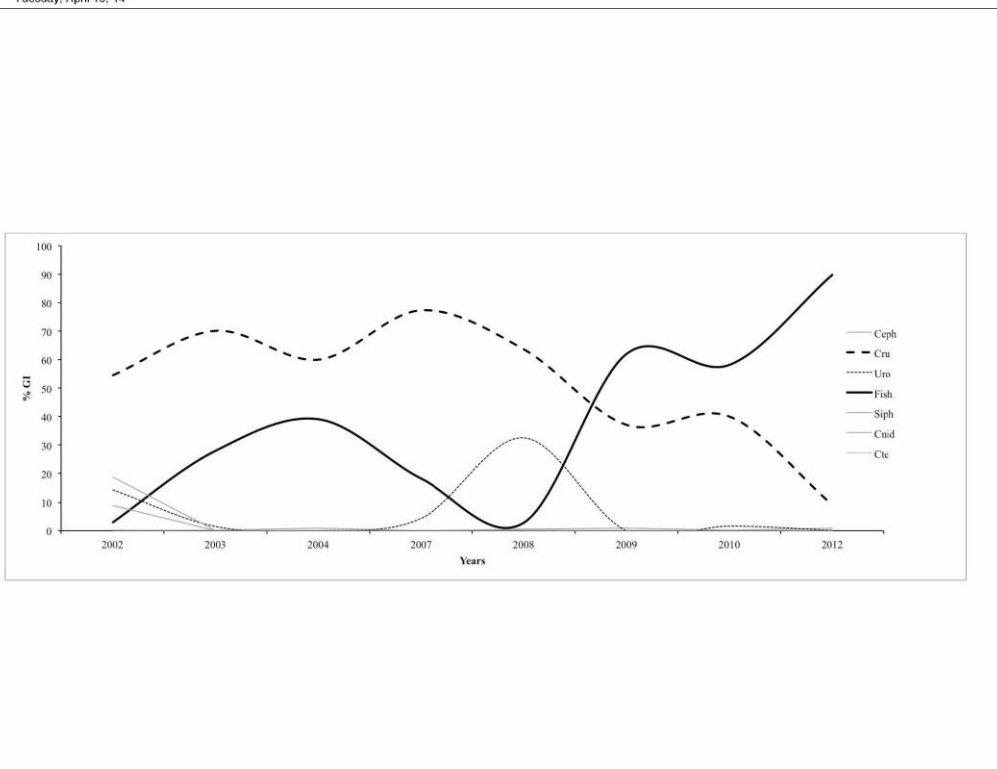
Figure 2. Three-dimensional representation of winter diet of *Micromesistius australis* in the southeast Pacific Ocean. A) Feeding in the year 2011/2012, B) 2006 and C) 2001. Cru: Crustacean, Fish: Fishes, Uro: Urochordata, Ceph: Cephalopods, Siph: Siphonophores, Cni: Cnidarians and Cte: Ctenophores.

Tuesday, April 15, 14





Tuesday, April 15, 14



Tuesday, April 15, 14



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

---

Personal participante  
por actividad



## PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

### Plan de asignaci3n de personal (HH) por objetivos espec3ficos

Las HH informadas en este anexo corresponden al compilado de los Pre-Informes Finales de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas.

#### Objetivo espec3fico 3.1

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparaci3n Crucero	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
Alvaro Saavedra	45	161	128	86	81	456
Sergio Lillo	45	0	250	246	135	631
Carolina Lang	0	0	30	99	9	138
Rene Vargas	80	161	85	20	9	275
Bernardo Leiva	0	161	40	20	0	221
Alan Barraza	0	0	30	59	9	98
Esteban Molina	0	0	25	0	0	25
Zaida Young	27	0	0	9	0	9
Juan carlos Saavedra	18	0	150	183	100	433
Oscar Nancul	0	33	0	0	0	33
Jorge Cardenas	0	33	0	0	0	33
Jos3 Perez	0	33	0	0	0	33
Francisco mañao	0	33	0	0	0	33
<b>TOTAL</b>	<b>295</b>	<b>615</b>	<b>738</b>	<b>722</b>	<b>343</b>	<b>2.418</b>

**NOTA:** El Sr. Alan Barraza se incorpora como investigador de apoyo en el an3lisis geoestad3stico.

#### Objetivo espec3fico 3.2

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparaci3n Crucero	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
Vilma Ojeda	20	0	227	202	87	516
Mar3a Miranda	0	0	624	0	0	624
Lizandro Muñoz	0	0	430	0	0	430
Hector Hidalgo	0	0	542	0	0	542
Karent Hunt	0	0	548	0	0	548
Leopoldo Vidal	0	0	250	0	0	250
Renato Cespedes	18	0	191	110	94	395
Luis Adasme	0	0	240	110	53	403
Oscar Nancul	0	32	0	0	0	32
Jorge Cardenas	0	32	0	0	0	32
Jos3 Perez	0	32	0	0	0	32
Francisco mañao	0	32	0	0	0	32
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>128</b>	<b>3.052</b>	<b>422</b>	<b>234</b>	<b>3.836</b>

**NOTA:** Los señores Oscar Nancul, Jorge C3rdenas Jos3 Perez y Francisco Mañao participaron como muestreadores, distribuy3ndose las horas hombre del crucero en los objetivos 1, 2, 3, 4 y 5.

### Objetivo específico 3.3

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparación Crucero	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Eduardo Diaz	18	0	29	209	100	338
Oscar Nancul	0	32	0	0	0	32
Jorge Cardenas	0	32	0	0	0	32
José Perez	0	32	0	0	0	32
Francisco mañao	0	32	0	0	0	32
Bernardita carvajal	0	0	644	0	0	644
Fernando Balbontín*	0	0	800	400	200	1.400
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>128</b>	<b>1.473</b>	<b>609</b>	<b>300</b>	<b>2.510</b>

\*Incluye al equipo de trabajo del Sr. Balbontín: Dr. Ricardo Bravo, Gustavo Herrera, Érika López, Paola Troncoso, Luis Rodriguez

### Objetivo específico 3.4

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparación Crucero	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Rene Vargas	0	0	81	80	50	206
Esteban Molina	9	0	140	140	78	353
Oscar Nancul	0	32	0	0	0	32
Jorge Cardenas	0	32	0	0	0	32
José Perez	0	32	0	0	0	32
Francisco mañao	0	32	0	0	0	32
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>128</b>	<b>221</b>	<b>220</b>	<b>128</b>	<b>697</b>

### Objetivo específico 3.5

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparación Crucero	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Oscar Nancul	0	32	0	0	0	32
Jorge Cardenas	0	32	0	0	0	32
José Perez	0	32	0	0	0	32
Francisco mañao	0	32	0	0	0	32
Roberto Melendez*	0	0	1.200	300	175	1.675
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>128</b>	<b>1.200</b>	<b>300</b>	<b>175</b>	<b>1.803</b>

\*Incluye al equipo de trabajo del Dr. Meléndez (QEPD): Dr. Sebastian Lopez, Blanca Molina y Mauricio Zúñiga.

### Objetivo específico 3.6

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	Preparación Crucero	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Alvaro Saavedra	0	0	260	80	27	367
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>260</b>	<b>80</b>	<b>27</b>	<b>367</b>

# **A N E X O 4**

---

Material audiovisual (cd)









# **A N E X O 5**

---

Base de datos.









---

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

**Sección Ediciones y Producción**

Almte. Manuel Blanco Encalada 839,

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

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

---







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