



# INFORME FINAL

Proyecto FIP  
N° 2007-12

Evaluación  
del stock desovante  
de merluza del sur en  
aguas exteriores,  
año 2007



OCTUBRE  
2008



---

# INFORME FINAL

---

## **Proyecto**

FIP N° 2007-12

**Evaluación del stock  
desovante de merluza del  
sur en aguas exteriores,  
año 2007**

• Octubre, 2008 •



#### **REQUIRENTE**

---

CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA  
Presidente Consejo  
**Jorge Chocair Santibáñez**

#### **UNIDAD EJECUTORA**

---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera  
**Mauricio Braun Alegría**

Director Ejecutivo :  
**Mauricio Braun Alegría**



JEFE DE PROYECTO

---

**SERGIO LILLO VEGA**

AUTORES

---

*Evaluación acústica*

**SERGIO LILLO VEGA  
ESTEBAN MOLINA GUERRERO**

*Estructura de talla y edades*

**VILMA OJEDA CERDA  
RENATO CÉSPEDES MICHEA  
LUIS ADASME MARTÍNEZ**

*Aspectos Reproductivos*

**PATRICIA ROJAS ZÚÑIGA**

*Fauna Acompañante*

**ESTEBAN MOLINA GUERRERO  
MANUEL ROJAS GARCÍA**

*Morfología de Cardúmenes*

**ALVARO SAAVEDRA GODOY**

• Octubre, 2008 •



## RESUMEN EJECUTIVO

---

En el presente informe final se presentan los resultados correspondientes al proyecto FIP 2007-12: "Evaluaci3n del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores, a1o 2007", el que tuvo como objetivo central determinar la distribuci3n y abundancia del stock y determinar las caracteristicas biol3gicas, pesqueras y oceanogr3ficas relevantes del recurso presente en la zona de la plataforma continental de las aguas exteriores de las regiones X y XI.

Para cumplir con los objetivos del proyecto, se realiz3 un crucero de prospecci3n en el B/F "Fr3osur IX" con el fin de recabar los datos ac3sticos, pesqueros y biol3gicos requeridos y, en segundo lugar, se procedi3 a procesar y analizar dichos datos. El crucero de prospecci3n se realiz3 a bordo del B/F "Fr3osur IX" en el per3odo comprendido entre el 24 de agosto y 5 de septiembre del a1o 2007 en el 3rea de la plataforma continental comprendida entre los 43°30' y 47°00' de latitud sur, efectu3ndose 43 transectas ac3sticas y 30 lances de pesca con sus correspondientes muestreos biol3gicos.

Los resultados obtenidos muestran que el recurso present3 una distribuci3n asociada a la plataforma continental con tres focos de concentraci3n asociados a los ca1ones submarinos presentes en la zona. Al interior del 3rea de estudio se estim3 una biomasa de merluza del sur de 55.632 toneladas ( $LC_{\alpha=5\%} = 44.634 - 66.580$ ), que representa un incremento del 31% en relaci3n con lo estimado para similar 3rea y per3odo en el 2005. La abundancia de la merluza del sur se estim3 en 15.600.407 individuos de los cuales 8.137.796 (52,2%) corresponden a machos y 7.462.611 (47,8%) a hembras. En t3rminos del tama1o del stock, la abundancia total estimada represent3 un valor del 50,1% superior en relaci3n con el crucero



del 2005, pero ambos resultados, biomasa y abundancia, se ubican en el nivel inferior del rango de valores estimados para este recursos entre los a1os 2000 y 2007.

La estructura demogr1fica del stock present3 una composici3n predominada por ejemplares adultos pertenecientes a los grupos de edades VI – XIX, siendo los GE m1s importantes los correspondientes a los GE XIV y XV en machos y hembras, respectivamente.

Para el presente estudio se estim3 una talla media de madurez de 71,4 cm de longitud total (IC=71,1 - 71,6 cm), valor que se ubica en el rango estimado en los 1ltimos a1os (71,4 - 75,3 cm), las fluctuaciones podr1an estar reflejando la variabilidad natural de este par1metro de un a1o a otro, aunque tambi3n podr1a estar influyendo cambios en la distribuci3n espacial de juveniles y adultos en el 1rea de pesca.

La fecundidad modal promedio ( $\pm$  la desviaci3n est1ndar), fue de 2.475.969 ( $\pm$ 895.504) ovocitos, valor que se ubica en el nivel superior de las estimaciones efectuadas en los 1ltimos a1os. La fecundidad relativa promedio, expresada como el n1mero de ovocitos por gramo de pez menos el peso de la g3nada, fue  $499 \pm 121$  ovocitos.

En lo que respecta a la din1mica tr3fica de la merluza del sur y como es tradicional en este recurso, la amplitud de la dieta aparece dominada por unos pocos 1tems alimentarios, presentando una dieta icti3faga en la que predominan los tele3steos y una alta preferencia por una especie en particular, la merluza de cola (IRI=94,7%).



La captura obtenida en los lances de pesca de identificaci3n estuvo compuesta por un total de 10 especies de las cuales 9 correspondieron a peces 3seos y 1 especie de condriccio. La merluza de cola fue la principal especie capturada participando en el 88,4% de la captura total, seguida de la merluza del sur que contribuy3 con el 6,9% de la captura total y en tercer orden de importancia la cojinoba del sur (3,2%). Las restantes especies presentaron capturas que no superaron el 1%.

Las agregaciones detectadas durante el estudio presentaron una relaci3n significativa entre su morfometr3a y densidad.





## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>i</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS .....</b>	<b>ix</b>
<b>1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>1</b>
<b>3. ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
<b>4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....</b>	<b>5</b>
4.1 Área y período de estudio .....	5
4.2 Embarcaciones y equipos .....	5
4.2.1 Embarcación .....	5
4.2.2 Equipos .....	6
4.3 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur en el área de estudio .....	7
4.3.1 Diseño del muestreo .....	7
4.3.2 Identificación de los ecotrazos de merluza del sur .....	8
4.3.3 Estimación de la fuerza de blanco de merluza del sur .....	9
4.3.4 Estimación de la abundancia y biomasa de la merluza del sur .....	10
4.3.5 Distribución espacial de la merluza del sur .....	12
4.4 Estimar la composición de tallas, de edad y proporción sexual del stock desovante de merluza del sur en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial, latitudinal y batimétrica .....	15
4.4.1 Muestreos.....	15
4.4.2 Composición de la estructura de tallas .....	16
4.4.3 Composición de edades del stock de merluza del sur .....	19



4.5	Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estad3os de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur, a partir de los lances de identificaci3n .....	23
4.5.1	Metodolog3a de trabajo .....	23
4.6	Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la merluza del sur, a partir de los lances de identificaci3n .....	29
4.6.1	An3lisis de los datos .....	31
4.6.2	An3lisis comunitario .....	32
4.6.3	Identificaciones de agrupaciones espec3ficas .....	33
4.7	Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza del sur en el 3rea de estudio .....	34
4.8	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur .....	36
4.8.1	Descriptores o variables utilizadas en el an3lisis .....	36
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
5.1	Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en n3mero) y la distribuci3n espacial y batim3trica del stock de merluza del sur en el 3rea de estudio .....	43
5.1.1	Biomasa y abundancia de merluza del sur.....	43
5.1.2	Distribuci3n espacial del stock de merluza del sur .....	43
5.2	Estimar la composici3n de tallas, de edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza del sur en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial, latitudinal y batim3trica .....	45
5.2.1	Composici3n de tallas .....	45
5.2.2	Composici3n de la estructura de edades .....	49



5.3	Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estad3os de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur, a partir de los lances de identificaci3n .....	51
5.3.1	Estad3os de madurez sexual (EMS) .....	51
5.3.2	3ndice gonadosom3tico (IGS) .....	52
5.3.3	3ndices de la actividad reproductiva .....	53
5.3.4	Talla media de madurez sexual (talla 50%) .....	54
5.3.5	Fecundidad .....	54
5.4	Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la merluza del sur, a partir de los lances de identificaci3n .....	55
5.4.1	Par3metros comunitarios .....	57
5.5	Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza del sur en el 3rea de estudio .....	58
5.6	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur .....	60
5.6.1	Descriptores morfol3gicos .....	61
5.6.2	Descriptores batim3tricos .....	62
5.6.3	Descriptores de energ3a .....	62
5.6.4	Caracter3sticas de las agregaciones seg3n ca1ones y zonas .....	63
5.6.5	An3lisis de componentes principales .....	66
<b>6.</b>	<b>AN3LISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>69</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>75</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGR3FICAS .....</b>	<b>79</b>

## FIGURAS

## TABLAS

## ANEXOS

**ANEXO 1.** Personal participante por actividad (HH) proyecto FIP N3 2007-12.

**ANEXO 2.** CD contiene:  
Informe final (pdf) y Resumen ejecutivo (word) Proyecto FIP N3 2007-12.





## ÍNDICE FIGURAS, TABLAS y ANEXO

---

### FIGURAS

- Figura 1.** Desembarques de merluza del sur (*Merluccius australis*). Fuente: Aguayo, 1996; Sernapesca, 1990, 2005).
- Figura 2.** Área de estudio. Se señalan las isolíneas de los veriles de 200 y 600 metros de profundidad y las zonas asociada a los cañones de profundidad presentes en la zona de estudio.
- Figura 3.** Red de media agua utilizada por el B/F Fríosur IX.
- Figura 4.** Red de fondo utilizada por el B/F Fríosur IX.
- Figura 5.** Localización de: a) transectas de muestreo acústico y, b) lances de pesca de identificación.
- Figura 6.** Vista de sección transversal de otolito de merluza del sur, perteneciente a un pez de 78 cm longitud total y edad 13años.
- Figura 7.** Descriptores de una agregación.
- Figura 8.** Distribución espacial de la biomasa de merluza del sur. Agosto-septiembre 2007.
- Figura 9.** Composición de la estructura de tallas de merluza del sur estimadas para el crucero de agosto-septiembre del 2007.
- Figura 10.** Distribución de talla de merluza del sur por sexo para el área de estudio. Agosto-septiembre 2007.
- Figura 11.** Distribución de talla de merluza del sur por cañón y fuera de los cañones. Agosto-septiembre 2007.



- Figura 12.** Distribución de talla de merluza del sur por rango de profundidad (según profundidad de relinga superior). Agosto-septiembre 2007.
- Figura 13.** Distribución de talla de merluza del sur por área y rango de profundidad (según profundidad de relinga superior). Agosto-septiembre 2007.
- Figura 14.** Distribución de talla de merluza del sur del crucero investigación (Friosur IX) y de la captura realizada por la flota arrastrera fábrica para el mismo período y área de estudio. Agosto-septiembre 2007.
- Figura 15.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por sexo para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2007.
- Figura 16.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por área para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2007.
- Figura 17.** Comparación de la funciones peso- longitud estimadas para merluza del sur por sexo M= macho, H= hembra, y representación de los parámetros “a” (intercepto) y “b” pendiente de esta relación en el período 2000 - 2007, indicando el año de origen como 00, 01, 02, 03, 04, 05 y 07.
- Figura 18.** Abundancia por grupos de edad de merluza de cola, por sexo, presente en las evaluaciones directas efectuadas en el 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2007.
- Figura 19.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto y septiembre de 2007.
- Figura 20.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto y septiembre de 2007.



- Figura 21.** Relación entre el peso de la gónada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza del sur *Merluccius australis*.
- Figura 22.** Valor promedio del índice gonadosomático (IGS)  $\pm$  la desviación estándar y el error estándar, en hembras de merluza del sur *Merluccius australis* de acuerdo a grupos de longitud total, en agosto y septiembre de 2007.
- Figura 23.** Valor promedio del índice gonadosomático (IGS)  $\pm$  la desviación estándar y el error estándar, para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto y septiembre de 2007.
- Figura 24.** Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto y septiembre de 2007, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.
- Figura 25.** Relación entre la fecundidad modal y el peso del cuerpo en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto y septiembre de 2007.
- Figura 26.** Relación entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto y septiembre de 2007.
- Figura 27.** Participación porcentual respecto de la A) captura total crucero y B) captura total fauna acompañante. Crucero de evaluación de merluza del sur, aguas exteriores 2007.
- Figura 28.** Participación porcentual respecto de la captura total crucero y captura total fauna acompañante. Crucero de evaluación de merluza del sur, aguas exteriores 2007.



- Figura 29.** Distribución latitudinal y batimétrica de las especies capturadas como fauna acompañante. Crucero de evaluación de merluza del sur, aguas exteriores 2007.
- Figura 30.** Resultado del análisis de clasificación por conglomerados de las principales especies presentes por crucero de evaluación de merluza del sur aguas exteriores, 2000 a 2007.
- Figura 31.** Resultado del análisis de ordenación (NMDS) A) por cruceros y B) principales especies presentes por crucero de evaluación de merluza del sur aguas exteriores, 2000 a 2007.
- Figura 32.** Resultado del análisis de clasificación por conglomerados de de los lances de identificación agrupados por subzonas. Crucero de evaluación de merluza del sur aguas exteriores, 2007.
- Figura 33.** Distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones.
- Figura 34.** Distribución de frecuencia del descriptor alto de agregaciones.
- Figura 35.** Distribución de frecuencia del descriptor elongación de agregaciones.
- Figura 36.** Distribución de frecuencia del descriptor perímetro de agregaciones.
- Figura 37.** Distribución de frecuencia del descriptor área de agregaciones.
- Figura 38.** Distribución de frecuencia del descriptor dimensión fractal.
- Figura 39.** Distribución de frecuencia de profundidad de agregaciones.
- Figura 40.** Distribución de frecuencia de la profundidad del fondo.
- Figura 41.** Distribución de frecuencia del descriptor índice de altura.



- Figura 42.** Distribuci3n de frecuencia de la energa retrodispersada ( $S_A$ ) de agregaciones.
- Figura 43.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor densidad ac3stica ( $S_A/m^2$ ) de agregaciones.
- Figura 44.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n segun localizaci3n de agregaciones en zona de cañones (SI-NO).
- Figura 45.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos perimetro, 3rea y dimensi3n fractal segun localizaci3n de agregaciones en zona de cañones (SI-NO).
- Figura 46.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim3tricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura segun localizaci3n de agregaciones en zona de cañones (SI-NO).
- Figura 47.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energa retrodispersada y densidad ac3stica segun localizaci3n de agregaciones en zona de cañones (SI-NO).
- Figura 48.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n segun cañ3n.
- Figura 49.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos perimetro, 3rea y dimensi3n fractal segun cañ3n.
- Figura 50.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim3tricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura segun cañ3n.
- Figura 51.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energa retrodispersada y densidad ac3stica segun cañ3n



- Figura 52.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n zona.
- Figura 53.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n zona.
- Figura 54.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim3tricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura seg3n zona.
- Figura 55.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energ3a retrodispersada y densidad ac3stica seg3n zona.
- Figura 56.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n rango de fondo.
- Figura 57.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n rango de fondo.
- Figura 58.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim3tricos profundidad de agregaciones e 3ndice de altura seg3n rango de fondo.
- Figura 59.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energ3a retrodispersada y densidad ac3stica seg3n rango de fondo.
- Figura 60.** Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.
- Figura 61.** Correlaci3n de las variables originales con los dos componentes.



## TABLAS

- Tabla 1.** Estimaciones de biomasa y abundancia de merluza del sur. Cruceros de evaluaci3n directa 1992-2005.
- Tabla 2.** Principales caracteristicas del BH Friosur IX.
- Tabla 3.** Calibraci3n del sistema de ecointegraci3n.
- Tabla 4.** Datos operacionales de los lances de pesca de identificaci3n.
- Tabla 5.** Estimados totales de biomasa, lmites de confianza y densidad de merluza del sur.
- Tabla 6.** Estimados de abundancia de merluza del sur y participaci3n por sexo.
- Tabla 7.** Abundancia de merluza del sur por edad y sexo. Agosto-septiembre 2007.
- Tabla 8.** Parámetros de la relaci3n peso - longitud de merluza del sur. Agosto-septiembre 2007.
- Tabla 9.** Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur. Machos, crucero de evaluaci3n, 2007 (B=53.350).
- Tabla 10.** Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur. Hembras, crucero de evaluaci3n, 2007 (B=53.350).
- Tabla 11.** Abundancia por grupos de edad y desviaci3n estandar para merluza del sur por sexo y proporci3n de ambos segun GE. Crucero de evaluaci3n 2007.



- Tabla 12.** Características del stock de merluza del sur en las siete últimas evaluaciones directas efectuadas en la zona sur – austral.
- Tabla 13.** Índices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza del sur *Merluccius australis*, desde el 2 de agosto al 3 de septiembre de 2007. LT, longitud total; EMS, estadio de madurez sexual; IGS, índice gonadosomático; Prom, promedio. El cálculo del % de EMS considera peces inmaduros y maduros.
- Tabla 14.** Parámetros del ajuste a un modelo no lineal mediante un proceso iterativo para estimar la talla media de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto y septiembre de 2007.
- Tabla 15.** Proporción estimada de individuos maduros y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto y septiembre de 2007.
- Tabla 16.** Fecundidad modal promedio calculada en estudios anteriores realizados en merluza del sur *Merluccius australis*, años 1991 a 2007.
- Tabla 17.** Captura (kg) y participación (%) de la especie objetivo y fauna acompañante capturada durante el crucero de evaluación de merluza del sur aguas exteriores 2007.
- Tabla 18.** Captura (kg) y participación (%) de la fauna acompañante capturada durante el crucero de evaluación de merluza del sur aguas exteriores 2007.
- Tabla 19.** Principales componentes de la fauna acompañante presentes en los lances de identificación realizados en los cruceros de evaluación hidroacústica, entre 2000 y 2007.



- Tabla 20.** Porcentaje de contenido estomacal fresco, entero, digerido y semidigerido, con respecto al número total de individuos encontrados.
- Tabla 21.** Indicadores del contenido estomacal de merluza del sur total. (Agosto 2007).
- Tabla 22.** Índice de importancia relativa (%IIR) de merluza del sur en los seis cruceros de aguas exteriores (2000 - 2007). y crucero 2003 de aguas interiores X y XI Regiones.
- Tabla 23.** Índice estandarizado de Levín (Bi) para merluza del sur en el área de estudio a) por presa y b) por grupo.
- Tabla 24.** Valores promedio, máximo, mínimo, número de observaciones (N), desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza austral.
- Tabla 25.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores en zona dentro y fuera cañones.
- Tabla 26.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores entre cañones.
- Tabla 27.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores según zona.
- Tabla 28.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores según rangos de fondo.
- Tabla 29.** Matriz de correlaciones entre las variables originales.



**Tabla 30.** Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes.

**Tabla 31.** Correlaciones de las variables originales con los componentes principales.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Personal participante por actividad (HH) proyecto FIP N° 2007-12.

**Anexo 2.** CD contiene:  
Informe final (pdf) y Resumen ejecutivo (word) Proyecto FIP N° 2007-16.



## **1. OBJETIVO GENERAL**

---

Evaluar el stock desovante de merluza del sur, a trav3s del m3todo hidroac3stico, existente en aguas exteriores de las Regiones X y XI.

## **2. OBJETIVOS ESPEC3FICOS**

---

- 2.1.** Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en n3mero) y la distribuci3n espacial y batim3trica del stock desovante de merluza del sur en el 3rea de estudio.
- 2.2** Estimar la composici3n de tallas, de edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza del sur en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial, latitudinal y batim3trica.
- 2.3** Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadi3s de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur, a partir de los lances de identificaci3n.
- 2.4** Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la merluza del sur, a partir de los lances de identificaci3n.
- 2.5** Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza del sur en el 3rea de estudio.
- 2.6** Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

---



### 3. ANTECEDENTES

---

La pesquería demersal sur - austral se desarrolla en las zonas del mar interior y exterior comprendidas entre las latitudes 41°28,6'LS y 57°00'LS y hasta una distancia de 60 millas náuticas (UPN) y 80 millas náuticas (UPS), ambas medidas desde las líneas de base recta. En su interior se reconocen dos unidades de pesquerías, una norte (UPN) y otra sur (UPS) con un límite divisorio entre ambas en los 47°LS.

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

El explosivo desarrollo de la pesquería de la merluza del sur, llevó los desembarques a niveles superiores a las 50 mil toneladas en el período 1987-90, con un registro histórico de 70 mil toneladas en 1988 (**Figura 1**). Sin embargo, Aguayo (1996), señala que como consecuencia del aumento del esfuerzo en las pesquerías de aguas interiores como exteriores, se comenzó a observar una tendencia decreciente en estimadores como la biomasa, la captura por unidad de esfuerzo, los desembarques y la talla de los peces, indicando una situación de sobrepesca a partir de 1986.

La situación anterior, llevó a la autoridad administrativa a la adopción de diferentes medidas como el establecimiento de severas restricciones a la operación de las flotas industrial y artesanal como: el establecimiento de tamaños mínimos,



zonificaciones, regulaciones de artes de pesca y fijaci3n de cuotas de capturas. Actualmente, la pesquería se encuentra declarada en estado y r3gimen de plena explotaci3n y sometidas a la medida de administraci3n de límite máximo de captura por armador, sobre la base de establecer anualmente cuotas de captura de merluza del sur para cada unidad de pesquería.

El establecimiento de las cuotas globales anuales se efectúan considerando las estimaciones de capturas totales permisibles (CTP), que en su proceso de estimaci3n son calibradas con informaci3n auxiliar, considerándose gravitante la evaluaci3n directa del stock, pues permite obtener de manera independiente de la actividad pesquera antecedentes acerca del tamaño, distribuci3n y características biológicas del stock.

En este contexto, el FIP ha licitado y financiado 4 proyectos de evaluaci3n hidroacústica de merluza del sur (1992; 1994; 1996, 2000) y 5 proyectos de evaluaci3n de merluza del sur y merluza de cola en forma conjunta (2001; 2005) y los resultados correspondientes a la merluza del sur se observan en la **Tabla 1**.

Considerando, por una parte, que el área de concentraci3n reproductiva constituye un fondo de desove que permite efectuar una estimaci3n de la abundancia del stock desovante de merluza del sur en esa área; y por otra, la conveniencia de mantener una línea de investigaci3n en la zona sur austral, el Consejo de Investigaci3n Pesquera decidió incluir en el programa de investigaci3n pesquera correspondiente al año 2007 un proyecto de evaluaci3n del stock desovante de la merluza del sur.

El proyecto de evaluaci3n directa del stock de merluza del sur del año 2007 consideró el desarrollo de un crucero de prospecci3n y de acuerdo a los términos técnicos de referencia corresponde en esta etapa la entrega del informe final.



## 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

---

### 4.1 Área y período de estudio

De conformidad con lo requerido en los Términos de Referencia del proyecto y lo consignado en la Oferta Técnica, el área de estudio abarcó la plataforma continental comprendida entre las latitudes 43°30'S y 47°00'S (**Fig. 2**), delimitada longitudinalmente por los veriles de 200 y de 600 metros de profundidad, abarcando una superficie total de 2.225 millas náuticas cuadradas. Dicha área corresponde al principal fondo de desove de la especie objetivo y en ella están comprendidos los fondos de desove asociados a las islas Guafo y Guamblin.

La realizaci3n del crucero de prospecci3n correspondi3 al periodo comprendido entre el 24 de agosto y 05 de septiembre del a3o 2007.

### 4.2 Embarcaciones y equipos

#### 4.2.1 Embarcaci3n

Para efectuar el crucero de prospecci3n el Instituto de Fomento Pesquero efectu3 un llamado privado a participar en el proyecto a las empresas que operan buques arrastreros en la pesquería demersal sur austral. A dicho llamado respondi3 positivamente la empresa pesquera Fríosur S.A., quien manifest3 su inter3s en participar con el BH "Fríosur IX", nave capacitada para operar en la zona de estudio y sus principales características se muestran en la **Tabla 2**.



## 4.2.2 Equipos

### a) Sistema de ecointegraci3n

El sistema acústico de evaluaci3n, estuvo compuesto por un sistema de ecointegraci3n SIMRAD® modelo EK60 y un transductor ES38B. Este sistema estaba conectado a un sistema de posicionamiento global (GPS) y a una red de área local compuesta por dos computadores en los cuales se almacenaron y procesaron los datos provenientes del sistema acústico. El procesamiento de los datos se efectuó mediante el paquete de procesamiento de datos acústicos Sonar Data Echoview®.

El sistema fue configurado y calibrado siguiendo la metodología descrita por Foote *et al.* (1987) y los procedimientos indicados por el fabricante. Durante esta actividad, se utilizó un blanco de referencia una esfera de cobre de 60 milímetros de diámetro y fuerza de blanco de -33,6 dB localizado bajo el haz acústico del transductor, a este se le midió su fuerza de blanco y se comparó con su valor conocido. Esta calibraci3n se llevó a efecto mediante el uso de la rutina de calibraci3n del sistema EK60, que estima automáticamente los parámetros del haz del transductor y el factor de correcci3n de la ganancia de ecointegraci3n (**Tabla 3**).

### b) Equipos de pesca

Los lances de identificaci3n se efectuaron mediante una red de arrastre de mediagua, que desarrollaba una altura (distancia borl3n-relinga) en su parte central de 60 metros, sin embargo, en el sector centro sur del área de estudio y debido a una falla en el sistema de operaci3n de la red de arrastre de mediagua, se utilizó una red de arrastre de fondo de 9 metros de altura (**Figs. 3 y 4**).



A la parte final del t3nel de la red se le incorpor3 un cubrecopo de 50 mil3metros de tama3o de malla y cuyo objeto fue aumentar la capacidad de retenci3n del arte de pesca.

El funcionamiento del arte de pesca durante los lances, fue monitoreado mediante el empleo de una sonda de red, que permite efectuar un seguimiento del comportamiento de la red de arrastre (altura, contacto con el fondo, profundidad), adem3s de un sensor de captura.

### **4.3 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en n3mero) y la distribuci3n espacial y batim3trica del stock desovante de merluza del sur en el 3rea de estudio.**

#### **4.3.1 Dise3o del muestreo**

La evaluaci3n ac3stica del stock de merluza del sur, se efectu3 mediante el empleo de un dise3o de muestreo de tipo sistem3tico, en el cual asumiendo aleatoriedad en la distribuci3n del recurso en relaci3n con la localizaci3n de la primera transecta, ha sido se3alado como el m3s adecuado en estudios dirigidos a estimar la abundancia y distribuci3n de un recurso pesquero (Rivoirard *et al.*, 2000, Kalikhman, 2002). Este dise3o ha sido utilizado en todos los cruceros de prospecci3n efectuados.

#### **a) Transectas de muestreo ac3stico**

El muestreo ac3stico se realiz3 mediante 43 transectas distribuidas de forma sistem3tica y con direcci3n perpendicular a la costa, cubriendo desde el l3mite de la zona de reserva artesanal y el veril de los 600 metros de profundidad. La distancia entre dos transectas adyacentes fue de cinco millas n3uticas (**Fig. 5a**). Adem3s se



intensific3 el muestreo ac3stico en la zona de los ca3ones existentes en la zona de estudio.

Los datos ac3sticos, densidad ac3stica, intensidad de blanco (TS) y la profundidad del fondo, se recolectaron de manera georreferenciada en forma continua durante las transectas y discretizadas en intervalos b3sicos de muestreo.

#### **b) Lances de identificaci3n de ecotrazos**

Durante la fase de evaluaci3n, se efectuaron 30 lances de pesca en profundidades del fondo que fluctuaron entre los 187 y 706 metros y en profundidades de trabajo de la red entre los 140 y 460 metros (**Fig. 5b, Tabla 4**).

En la zona correspondiente a las aguas interiores tambi3n conocida como zona de los cuchillos, se prospect3 aunque no se efectuaron lances de pesca. Para asignar la integraci3n en esta zona se consideraron los lances m3s cercanos realizados en el mar exterior.

Para los efectos de identificaci3n de especies y muestreos biol3gicos, la unidad de muestreo fue el lance de pesca, obteni3ndose en cada uno de ellos los datos de las distintas especies presentes en la captura.

#### **4.3.2 Identificaci3n de los ecotrazos de merluza del sur**

Los datos ac3sticos fueron analizados mediante los m3todos est3ndares utilizados en ecoinTEGRACI3N (Simmonds y MacLennan, 2005), en primer lugar se examinaron visualmente los ecogramas y se aplic3 un procedimiento de control para detectar y corregir en los datos errores asociados a la posici3n geogr3fica, integraci3n del fondo, interferencia y ruidos.



Una vez efectuadas las correcciones, la asignaci3n de las unidades de ecointegraci3n se realiz3 mediante la inspecci3n de los ecogramas conjuntamente con los datos provenientes de los lances de pesca de identificaci3n. Los criterios de identificaci3n de ecotrazos fueron: a) Informaci3n de los lances de pesca de identificaci3n, b) tipo (disperso-estrato-cardumen), morfologí a y nivel de intensidad del ecotrazo, c) profundidad del ecotrazo y d) informaci3n auxiliar (presencia de otras naves industrial-artesanal).

Asumiendo que la composici3n de la captura y que la composici3n de tallas de las especies son representativas de la estructura de especies en el á re a, la asignaci3n de las unidades de ecointegraci3n, se efectu3 mediante la estimaci3n de proporci3n acústica propuesta por Simmonds y MacLennan (2005) y Bodholt (1991), la cual plantea, que la contribuci3n de especie ( $E_j$ ) a las unidades de ecointegraci3n ( $E_m$ ), es proporcional a su aporte en la captura ( $w_j$ ) y su coeficiente de dispersi3n acústica ( $\sigma_j$ ):

$$E_j = \frac{w_j * \bar{\sigma}_j * E_m}{\sum (w_j * \bar{\sigma}_j)}$$

#### 4.3.3 Estimaci3n de la fuerza de blanco

Para el presente informe se utiliz3 la relaci3n de fuerza de blanco descrita para esta especie por Lillo *et al.* (1996) y utilizada en evaluaciones anteriores de este recurso:

$$TS = 20,2\log(L) - 68,1 \text{ (dB)}$$



#### 4.3.4 Estimaci3n de la abundancia y biomasa de la merluza del sur

La estimaci3n de la abundancia y de la biomasa de la merluza del sur en el 3rea de estudio se realiz3 haciendo uso de las estimaciones locales de densidad y de la relaci3n TS-talla de la especie objetivo. Para este efecto la densidad ac3stica se determin3 mediante un estimador geoestadístico Petitgas (1991); Rivoirard *et al.*, (2000), el cual considera que la abundancia y biomasa depende de la geometría del 3rea de distribuci3n del recurso y su densidad ( $\hat{Z}_{gs}$ ) en dicha 3rea ( $V$ ) se estima como:

$$\hat{Z}_{gs} = \frac{1}{V} \int Z(x_i) dx$$

donde  $\hat{Z}_{gs}$  es un estimador de la densidad media ponderada de las muestras.

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

$$\hat{A}_{gs} = a_{gs} * \hat{Z}_{gs} * \bar{\sigma}^{-1}$$
$$\hat{B}_{gs} = \hat{A}_{gs} * \bar{w}$$

El estimador de la varianza de la abundancia ( $\hat{V}(\hat{A}_{gs})$ ) y la biomasa ( $\hat{V}(\hat{B}_{gs})$ ) se estim3 como:

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



La varianza proveniente de la distribuci3n espacial del recurso ( $\hat{V}(\hat{Z}_{gs})$ ), se estim3 mediante el m3todo propuesto por Petitgas (1991), quien aplica los principios de variables regionalizadas 3 geoestadística, a la estimaci3n de la varianza de datos pesqueros geogr3ficamente correlacionados, mediante la expresi3n:

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

donde los t3rminos de la ecuaci3n se pueden representar por medio de sus respectivos variogramas ( $\gamma(h)$ ) como:

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

$$\bar{\gamma}(S,V) = \frac{1}{nV} * \sum_{\alpha} \int \gamma(x_{\alpha} - y) dy$$

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

siendo  $V$  el 3rea de distribuci3n del recurso en el 3rea de estudio,  $\alpha$ ,  $\beta$  los 3ndices de los intervalos b3sicos de muestreo y  $n$  el n3mero de muestras en  $V$ .

La varianza  $\hat{V}(Z_v^*)$  depende de la estructura espacial a trav3s de tres factores geom3tricos: la geometría del campo para  $\bar{\gamma}(V,V)$ ; de la disposici3n entre los intervalos b3sicos de muestreo para  $\bar{\gamma}(S,S)$  y de la posici3n de la red de muestreo en el campo para  $\bar{\gamma}(S,V)$  (Petitgas y Prampart, 1993).

El algoritmo de kriging, estima los ponderadores que minimizan la estimaci3n de la varianza, ponderando las muestras de acuerdo a su posici3n relativa y estructura espacial para generar un estimador insesgado m3nimo de la varianza (Cressie,



1993; Rivoirard *et al.*, 2000). Para la obtenci3n de los estimadores geoestadísticos, se utiliz3 el programa computacional EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).

#### 4.3.5 Distribuci3n espacial de la merluza del sur

La distribuci3n espacial latitudinal y longitudinal de la *merluza del sur* en el 1rea prospectada, se presenta como una carta de contornos que representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo ver de manera clara las 1reas de mayor concentraci3n de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005). Esta carta distribuci3n espacial se confeccion3 de acuerdo a una escala de categorías de densidad similar a la utilizada en los estudios previos de este recurso. El mapeo de las densidades se realiz3 mediante el software Surfer 8.1.

Para el mapeo de las densidades de la merluza del sur, se consideraron aspectos relacionados con geoestadística, mediante el uso de los semivariogramas herramienta analítica que permite determinar la existencia de estructuras espaciales sus características como: tamaño, direcci3n y tipo de estructura (Rossi *et al.*, 1992; Rivoirard *et al.*, 2000).

En el m3todo geoestadístico, los datos son interpretados como una representaci3n muestral de un proceso aleatorio dentro del 1rea de estudio, a trav3s de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales  $(Z(x_i) - Z(x_i + h))^2$  como funci3n de su distancia  $h$ , definida mediante la ecuaci3n:

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



La asunci3n de estacionaridad de segundo orden en el m3todo intr3nseco, es decir, que la media y la varianza de los incrementos sean constantes, permite estimar el variograma experimental  $2\gamma^*(h)$  como:

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

Siendo  $Z(x_i)$  el valor experimental en el punto  $x_i$  y  $N(\theta, h)$  el n3mero de pares de datos en la direcci3n  $\theta$  y distancia  $h$ .

El ajuste del variograma experimental a un modelo matem3tico, se efectu3 de acuerdo a la propuesta de Cressie (1993) para los modelos esf3rico y exponencial como:

Modelo esf3rico:

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

Modelo exponencial:

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

Donde,  $c_0$  corresponde a la variabilidad de microescala,  $c_s$ ,  $c_e$  representan la varianza estructural de los respectivos modelos de variogramas y  $a_s$ ,  $a_e$  los rangos o distancias hasta la cual los datos presentan correlaci3n.



La suma de ambas variabilidades ( $c_0 + (c_s; c_e)$ ), representa el *sill* o nivel m3ximo de variabilidad. En el caso del modelo exponencial el rango se asume como el punto en el cual el modelo incluye el 95% del *sill* y es estimado como tres veces el rango te3rico ( $3a_e$ ).

El ajuste de los modelos a los datos del variograma experimental, se realiz3 mediante el m3todo de m3nimos cuadrados descrito por Cressie (1993) minimizando la funci3n:

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

donde  $H$  es el n3mero de intervalos en que la distancia entre puntos de muestreo fue discretizada. Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo a  $N(h_i)$ , que es el n3mero de pares de datos utilizados para estimar  $\hat{\gamma}(h_i)$  y al inverso de  $\gamma(h_i)^2$ . Lo anterior, tiene la propiedad de aumentar la ponderaci3n de los puntos cercanos al origen del variograma, permitiendo obtener un buen ajuste en las cercan3as de su origen y disminuir la ponderaci3n de los puntos no representativos (Cressie, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000).

La bondad del ajuste entre el variograma experimental y modelado se estim3 mediante el procedimiento propuesto por Rivoirard *et al.* (2000) que considera un 3ndice de bondad de ajuste (*gof*), independiente de la escala vertical, que permite comparar la bondad el ajuste de diferentes variogramas como:

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



Como ponderador  $w(h)$  se utiliz3 un factor proporcional al inverso de la distancia al cuadrado, lo que da mayor peso a las primeras distancias del variograma.

La posici3n media de la distribuci3n se estim3 a trav3s de su centro de gravedad (CG) mediante la expresi3n (Bez, 2002):

$$CG_i = \frac{\int x_i^* z(x) dx}{\int z(x) dx}$$

Donde  $x_i$  representa la posici3n latitudinal y longitudinal de la muestra y  $z(x)$  la densidad en el punto "i".

#### **4.4 Estimar la composici3n de tallas, de edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza del sur en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial, latitudinal y batim3trica.**

##### **4.4.1 Muestreos**

La informaci3n de talla, sexo y edad de merluza del sur requerida para el cumplimiento del objetivo, se gener3 a partir de los muestreos de longitud y biol3gicos realizados sobre la captura proveniente de los lances de pesca de identificaci3n de ecotrazos. Estos muestreos consistieron en un censo de lances y al interior de 3stos, seg3n la magnitud de la captura de los lances, en un censo o en un muestreo al azar de ejemplares.



La actividad del muestreo biol3gico estuvo compuesto por el muestreo de longitud.

- a) **Muestreo de longitudes:** A cada ejemplar muestreado se le registr3 su talla y sexo. Durante el crucero se midi3 la longitud total de 2.070 ejemplares provenientes de 813 machos y 1.257 hembras.
  
- b) **Muestreo biol3gico espec3fico:** se registraron los datos de talla de merluza del sur, peso corporal, peso eviscerado, peso de la g3nada, sexo, estado de madurez sexual macrosc3pico seg3n la escala apreciativa propuesta por Aguayo *et al.* (2001), extracci3n de otolitos y recolecci3n de est3magos y g3nadas, los que fueron etiquetados y almacenados en bidones pl3sticos en una soluci3n formaldeh3do al 10% en agua de mar, para posterior an3lisis en laboratorio.

#### 4.4.2 Composici3n de la estructura de tallas

##### Dise1o de muestreo

El dise1o de muestreo asociado a la estimaci3n de la estructura de tallas correspondi3 a un muestreo aleatorio por conglomerados en dos etapas. Las unidades de primera etapa fueron los lances de pesca efectivo y las unidades de segunda etapa a los peces seleccionados aleatoriamente al interior del lance, que pasaron a constituir la unidad de an3lisis.

Para la estimaci3n de la composici3n de longitud se emple3 una combinaci3n lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca, utilizando como factor de ponderaci3n la captura de la especie correspondiente.



### Estimador de la composici3n en talla $\hat{p}_k$

$$\hat{p}_k = \sum_{r=1}^n \frac{C_r}{C_0} \hat{p}_{kr}$$

$$\hat{p}_{kr} = \frac{n_{kr}^*}{n_r^*}; \quad C_0 = \sum_{r=1}^{r=n} C_r$$

### Estimador de la varianza de $\hat{p}_k$

$$\hat{V}(\hat{p}_k) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) * \frac{1}{n} \sum_{r=1}^{r=n} \frac{C_r^2}{\bar{C}_0^2} \frac{[\hat{p}_{kr} - \hat{p}_k]^2}{n-1} + \frac{1}{nN} \sum_{r=1}^{r=n} \frac{C_r^2}{\bar{C}_0^2} \frac{\hat{p}_{kr} (1 - \hat{p}_{kr})}{n_r^* - 1}$$

### Estimador de la talla promedio

La talla media se obtuvo seg3n una estimaci3n de la esperanza de la longitud de los ejemplares, a partir de la estructura de talla por sexo estimada como:

$$E(l) = \hat{l} = \sum_{k=1}^K l_k \hat{p}_k$$

### Estimador de la varianza del estimador $\hat{l}$

$$\hat{V}(\hat{l}) = \sum_{k=1}^K l_k^2 \hat{V}(\hat{p}_k)$$

donde:

- $r$  : Lances  $r = 1, 2, \dots, n, \dots, N$
- $n$  : Tama1o de muestra de lances.
- $N$  ; N3mero total de lances del viaje o crucero.
- $n_r^*$  : N3mero de ejemplares en la muestra del lance "r".



- $n_{kr}^*$  : N3mero de ejemplares de la talla "k" en la muestra del lance "r".
- $C_r$  : Captura de la especie en el lance "r".
- $C_0$  : Captura de la especie en la totalidad de los lances muestreados
- $\hat{p}_{kr}$  : Estimador de la proporci3n de peces de la talla "k" en el lance "r".
- $l$  : Longitud del ejemplar
- $\hat{l}$  : Estimador de la talla promedio

### Proporci3n sexual

La proporci3n sexual, de merluza del sur se estim3 bas3ndose en la participaci3n de los sexos en los muestreos de longitud. El dise1o de muestreo para estimar este par3metro correspondi3 tambi3n a un muestreo aleatorio biet3pico, donde las unidades de primera etapa correspondieron a los lances de pesca y las unidades de segunda etapa a los ejemplares capturados. La estimaci3n de la proporci3n sexual se basa en una combinaci3n lineal ponderada por la captura de las estimaciones a nivel de lance, de manera que la estructura del estimador global y su varianza est3n dadas por las expresiones siguientes.

### Estimador de la proporci3n sexual

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



### Estimador de la varianza de $\hat{p}_s$

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

donde:

- $r$  : Lances  $r = 1, 2, \dots, n, \dots, N$
- $s$  : Sexo  $s = 1, 2$
- $n$  : Tama1o de muestra de lances
- $N$  ; N1mero total de lances del viaje o crucero
- $n_r^*$  : N1mero de ejemplares en la muestra del lance "  $r$  "
- $n_{sr}^*$  : N1mero de ejemplares del sexo "  $s$  " en la muestra del lance "  $r$  "
- $C_r$  : Captura de la especie en el lance "  $r$  ".
- $C_0$  : Captura de la especie en la totalidad de los lances muestreados
- $\hat{p}_{sr}$  : Estimador de la proporci3n sexual del sexo "  $s$  " en el lance "  $r$  ".

#### 4.4.3 Composici3n de edades del stock de merluza del sur

De los tres pares de otolitos que presentan los peces, *sagitta*, *asteriscus* y *lapillus*, los otolitos sagitales son los m1s usados en estudios de edad. En las especies del g1nero *Merluccius* se ha empleado los otolitos *sagitta* con buenos resultados para la determinaci3n de la edad, ellos revelan una secuencia de bandas de crecimiento susceptibles de ser analizadas y depender1 de la t1cnica de preparaci3n que se emplee la facilidad que entregue la muestra para su lectura (Aguayo, 1971; Dark, 1975; Beamish, 1979; Chilton y Beamish, 1982; Dioses, 1985; Ojeda y Aguayo, 1986; Aguayo y Ojeda, 1987, Tascheri *et al.*, 2002; Far1as *et al.*, 2003).



En la observaci3n de los otolitos se emplea microscopio estereosc3pico el cual forma parte del sistema de an3lisis de im3genes implementado con software Image Pro-Plus, el que permite estudiar, registrar datos de inter3s y mejorar la data adquirida. En el an3lisis de las muestras se emplean ambos otolitos de cada par colectado, el otolito izquierdo es sometido a un proceso de hidrataci3n que permite observar el otolito entero y el otolito derecho a un proceso de seccionado transversal, pulido y tostado de manera de realzar los anillos que permite la asignaci3n de la edad, presentando un patr3n de anillos de crecimiento como se muestra en la **Figura 6**, en la cual se incluy3 un ejemplar de 78 cm de longitud total que presentaba en sus otolitos edad 13 a1os.

El an3lisis de muestras para la determinaci3n de edad, comprende distintos pasos tendientes a comparar la asignaci3n de edad que se realiza en diferentes proyectos en que se estudia la edad de la especie contemplada en este crucero de evaluaci3n. Esta es una etapa que requiere un particular esfuerzo en compartir an3lisis y relecturas de muestras a fin de asegurar que los criterios de discriminaci3n de anillos de crecimiento tanto secundarios como de caracter3sticas anuales se mantengan en el tiempo y a trav3s de los diferentes estudios.

#### **4.4.3.1 Claves edad – talla**

Las claves edad - talla son matrices que permiten clasificar los individuos seg3n su grupo de edad (GE) y calcular la probabilidad de pertenencia a las diferentes edades. La asignaci3n de los GE comprende a todos los peces nacidos en un mismo a1o (clase anual) y corresponde a un n3mero entero de a1os que se basa en el n3mero de anillos observado en la estructura, el tipo de borde y la 3poca del a1o 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 identificaci3n de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado restando al ańo de la captura el GE asignado.

La clave edad - talla, cuenta con la clasificaci3n de las lecturas de cada otolito por grupo de edad y de ello se estima cada probabilidad condicionada a la talla y su varianza segun:

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

donde:

$i$  : grupo de edad,  $i=1, \dots, E$

$k$  : longitud del pez,  $k=1, \dots, K$

$\hat{q}_{ik}$  : probabilidad de los individuos de pertenecer a un GE, dado una longitud " $k$ "

$n_{ik}^*$  : nńmero de individuos de edad " $i$ " con longitud " $k$ " en el muestreo de otolitos.

$n_k^*$  : nńmero de individuos de longitud  $k$  en el muestreo de otolitos.

#### 4.4.3.2 Estimaci3n de la estructura etárea del stock evaluado

Cada matriz de estructuras se proces3 empleando intervalos de clase de 2 cm y los grupos de edad (GE) mayores o iguales a veinticuatro ańos, se englobaron en 24+ al presentarlos en la matriz, dado que hist3ricamente se encuentran con baja representaci3n por GE, manteniéndose de este modo el formato en que se han analizado las series hist3ricas de esta pesquería. El submuestreo para edad se



realiz3 de acuerdo a un criterio proporcional a la distribuci3n de tallas el cual ha demostrado posibilitar una mayor precisi3n de las matrices a un mismo tama1o de muestra general.

Atendiendo a la estructura del dise1o de muestreo dada por la dependencia de la edad a la talla de un ejemplar, el estimador de la proporci3n de ejemplares a la edad y su varianza (Southward, 1976) est3 dado por:

$$\hat{p}_e = \sum_{k=1}^K \hat{q}_{ke} \hat{p}_k$$
$$\hat{V}(\hat{p}_e) = \sum_{k=1}^K \left[ \hat{p}_k^2 \frac{\hat{q}_{ke} (1 - \hat{q}_{ke})}{n_k^*} + \hat{p}_k \frac{(\hat{q}_{ke} - \hat{p}_e)^2}{N_k^*} \right]$$

El primer t3rmino de la expresi3n entre par3ntesis corresponde a la varianza dentro de los estratos de longitud y el segundo a la varianza entre los estratos de longitud. Estas 3ltimas expresiones permiten calcular la proporci3n con que participa cada GE y la varianza con que contribuye cada uno de los grupos.

Una vez conocida la proporci3n de ejemplares a la edad, se estimaron la abundancia a la edad y su varianza como:

$$\hat{N}_e = \hat{N} \hat{p}_e$$
$$\hat{V}(\hat{N}_e) = \hat{N}^2 \hat{V}(\hat{p}_e) + \hat{p}_e^2 \hat{V}(\hat{N}) - \hat{V}(\hat{N}) \hat{V}(\hat{p}_e)$$



$\hat{N}$  : Estimador de la abundancia en n3mero.

$\hat{N}_e$  : Estimador de la captura en n3mero por grupo de edad

$\hat{p}_e$  : Estimador de la proporci3n al grupo de edad "e"

$\hat{p}_k$  : Estimador de la proporci3n de peces de la talla "k"

$\hat{q}_{ke}$  : Estimador de la proporci3n de peces de talla "k" clasificados en el grupo de edad "e"

$n_{ke}^*$  : N3mero de peces de la talla "k" que pertenecen al grupo de edad "e"

$n_k^*$  : N3mero de peces de la talla "k" en la muestra

El planteamiento metodol3gico sealado anteriormente, permite obtener matrices completas las que presentan expl3citamente toda la estructura interna de la captura en n3mero de individuos por clase de longitud y para cada grupo de edad, lo cual es de importancia para c3lculos tales como las longitudes medias ponderadas para cada GE.

#### **4.5 Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estad3os de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur, a partir de los lances de identificaci3n.**

##### **4.5.1 Metodolog3a de trabajo**

A partir de las muestras obtenidas durante los lances de identificaci3n realizados durante el crucero de prospecci3n se caracterizaron diferentes aspectos del estado reproductivo de la merluza del sur, utiliz3ndose el siguiente procedimiento:



#### **4.5.1.1 Trabajo a bordo**

A cada ejemplar se le registr3 la longitud total, el peso total, peso eviscerado y estadio de madurez sexual. Se extrajeron los ovarios, los que fueron pesados e inmediatamente fijados en formalina al 10% tamponada (introducidos completamente en el fijador). La fijaci3n es una etapa esencial de la t3cnica histol3gica, siendo de gran importancia la velocidad de penetraci3n del fijador en los diversos tejidos para conservarlo lo m3s parecido al estado vivo y protegerlo de la aut3lisis y del ataque bacteriano, evitando las distorsiones y retracciones que sobrepasen los l3mites compatibles con la obtenci3n de cortes (Hunter, 1985). El total de muestras de g3nadas, correspondientes a las analizadas a bordo y/o en el laboratorio, fue de 954.

#### **4.5.1.2 An3lisis de laboratorio**

##### **a) Estadio de madurez sexual (EMS)**

El estadio de madurez sexual se determin3 en el laboratorio de acuerdo a las caracter3sticas macrosc3picas y mediante el examen microsc3pico de trozos de las g3nadas fijadas a bordo en formalina. Los trozos de g3nada se disgregaron para posteriormente medir el di3metro de los ovocitos m3s desarrollados, determinar la presencia de ovocitos hidratados con gota oleosa y la existencia de alg3n grado de reabsorci3n, como tambi3n examinar el aspecto general del resto de los ovocitos. La escala apreciativa que se aplic3 originalmente en la merluza com3n (Balbont3n y Fischer 1981), fue modificada para su aplicaci3n en la merluza del sur (Balbont3n y Bravo, 1993). La escala consta de seis estadios (EMS) de acuerdo a la numeraci3n utilizada por el Instituto de Fomento Pesquero, se3al3ndose entre par3ntesis la nomenclatura original.



**1(1) Virginal:** ovarios pequeños, filiformes; sexo difícilmente discernible de manera macroscópica. El examen microscópico muestra la presencia de células germinales. En un estadio más avanzado son de color rosado claro, de sección tubular y con un diámetro máximo de los ovocitos menor que 0,18 mm.

**2 (2) Inmaduro:** ovarios claramente diferenciados, con paredes firmes, gruesas; color rosado claro o amarillo ocre. Ovocitos no visibles al ojo desnudo, de aspecto opaco, en vitelogénesis incipiente; diámetro máximo de los ovocitos inferior a 0,38 mm.

**3 (3) En maduración:** ovarios turgentes, con escasa vascularización; color amarillo pálido; alcanzan un gran volumen. Ovocitos visibles a simple vista, en un amplio rango de tamaños, en vitelogénesis avanzada; diámetro máximo de los ovocitos inferior a 0,85 mm.

**4 (4) Maduro:** ovarios turgentes, a menudo con zonas traslúcidas; color amarillo a anaranjado pálido; en una fase avanzada, los ovocitos fluyen del ovario al presionar el abdomen. Ovocitos visibles al ojo desnudo, con el proceso de hidratación iniciándose; con o sin gota oleosa; diámetro de los ovocitos más diferenciados igual o mayor que 0,85 mm.

**5 (3A) En maduración, desove parcial reciente:** ovario similar al estadio 3, turgentes o ligeramente flácidos; color amarillo pálido u oscuro. Diámetro de los ovocitos similar al estadio 3, pero además se distingue un número reducido de ovocitos hidratados con gota oleosa que corresponden al remanente de un desove parcial reciente. Estos ovarios pasan nuevamente al estadio 4.

**6 (5) En regresión:** ovario flácido, con lumen grande; color rojizo; al final de este estadio las paredes se tornan gruesas y el color pasa a rosado amarillento. Sin ovocitos visibles a simple vista o bien ovocitos en número reducido en proceso de reabsorción. Estos ovarios pasan al estadio 2.



## b) Estimaci3n del 3ndice gonadosom3tico

Se efectu3 el pesaje de las g3nadas con una balanza de 0,1 g de precisi3n y se calcul3 el 3ndice gonadosom3tico (IGS) sobre la base del peso de la g3nada (PG) y del cuerpo del pez (PC) menos el peso de la g3nada, de acuerdo a la siguiente relaci3n:

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

Obtenido el IGS promedio, se estableci3 su varianza y su desviaci3n est3ndar a trav3s del siguiente estimador:

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

Con la informaci3n respecto del EMS seg3n la talla de las hembras y el IGS promedio, se obtuvieron resultados que permitieron determinar si la poblaci3n adulta efectivamente se encontraba en proceso de desove.

## c) Ojiva de madurez y talla media de madurez

Para la determinaci3n de la ojiva de madurez, se consideraron sexualmente inmaduros los peces en EMS 1 y 2. Los peces maduros fueron aquellos en EMS 3, 4, 5 y 6, adem3s de los peces en EMS 2 en que en los ovarios ya se hab3a iniciado el proceso de vitelog3nesis. La estimaci3n de la talla media de madurez, en que el 50% de las hembras est3n sexualmente maduras y de la ojiva de madurez fue realizada mediante el m3todo de m3xima verosimilitud (Welch y



Foucher, 1988). El ajuste correspondi3 a una funci3n log3stica generalizada, restringida a los par3metros identificados por " $b_0$ " y " $b_1$ ", en que  $P(LT)$  es la fracci3n de individuos maduros en funci3n de la talla;  $LT$  es la longitud total, relacionados a trav3s de la siguiente expresi3n:

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

La estimaci3n de los par3metros de esta funci3n permiti3 dar un primer ajuste de la talla media de madurez. Esta relaci3n se realiz3 mediante un procedimiento no lineal siguiendo un c3lculo iterativo de estimaci3n, el que permiti3 lograr un mejor ajuste de la ojiva de madurez por una parte y por otra, de la estimaci3n de la talla media de madurez. El ajuste de la funci3n log3stica est3 dado por la relaci3n descrita a continuaci3n:

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

#### **d) Fecundidad modal**

Para la determinaci3n de fecundidad, se procesaron ovarios mantenidos en l3quido de Gilson. Se seleccionaron ovarios de peces sexualmente maduros, s3lo en etapa de inicio del proceso de la hidrataci3n para evitar la utilizaci3n de g3nadas en que ya se hubiese iniciado el proceso de desove. La moda m3s avanzada de ovocitos vitelados se separ3 del resto de los ovocitos mediante el m3todo de Battacharya (Gayanilo *et al.*, 1988), que se aplica a curvas polimodales. Esta 3ltima opci3n involucra la medici3n del di3metro de ovocitos presentes en una submuestra, lo que se realiz3 bajo un microscopio estereosc3pico.



Para la cuantificaci3n de los ovocitos, a los ovarios en l3quido de Gilson se les removió la membrana que los envuelve y los ovocitos se separaron mediante un chorro de agua. El n3mero de ovocitos presentes en el ovario conservado en l3quido de Gilson, se determin3 mediante un submuestreador consistente en una vasija rotatoria, que posee 16 c3maras iguales en el fondo, la que ha sido especialmente dise1ada con este fin. Este aparato no presenta diferencias significativas al nivel del 5% en el n3mero de ovocitos sedimentados en cada c3mara (Fischer y Balbont3n, 1970). En el proceso se utilizaron al menos dos submuestras. La fecundidad se estim3 con el n3mero de ovocitos presentes en la submuestra ( $H_i$ ), multiplicado por la fracci3n correspondiente a la submuestra ( $f$ ) y tomando en cuenta el peso de los ovarios ( $PO_i$ ) y el peso total de la g3nada ( $PG$ ):

$$F = \left( \frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n \left( \frac{H_i \cdot f}{PO_i} \right) \cdot PG$$

Los valores de la fecundidad modal se relacionaron con el peso corporal y la longitud total de las hembras. El n3mero de muestras que cumplieron los requisitos considerados en este procedimiento fue 69.

Para el c3lculo de la fecundidad media poblacional, se utiliz3 la ecuaci3n de regresi3n de la fecundidad modal versus el peso corporal menos el peso de la g3nada. A partir de esta ecuaci3n, se estim3 la fecundidad de cada hembra madura muestreada y se obtuvo el valor promedio de fecundidad para cada lance (Picquelle y Stauffer, 1985), de acuerdo a la siguiente relaci3n:



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

En que

$\bar{\bar{F}}$  = fecundidad media poblacional,

$\bar{F}_i$  = la fecundidad modal promedio en el lance  $i$ ,

$m_i$  = es el n3mero de hembras muestreadas en el lance  $i$ ,

$n$  = n3mero de lances.

#### **4.6 Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la merluza del sur, a partir de los lances de identificaci3n.**

En el dise1o empleado para determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante, se consider3 como unidad muestral el lance de pesca. La informaci3n b1sica que caracteriz3 el muestreo fue el peso de las especies en kilogramos, adem1s de los datos operacionales del lance como:  $n$  que caracteriza el muestreo como el n3mero del lance, posici3n geogr1fica, hora de inicio y t3rmino, fecha y profundidad del lance.

En el dise1o se contempl3 la realizaci3n de un censo de lances, al interior de los cuales se tom3 una muestra aleatoria de la captura. Para esto, al momento de traspasar la pesca desde la red al pozo, se extrajeron muestras en cajas de 30 kg.



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. Se debe consignar la dificultad pr3ctica de realizar dicho pesaje en el buque debido a falta de espacio (limita el n3mero de cajas a muestrear) y tiempo disponible, por lo que se muestre3 un m3ximo de 6 cajas

Para la estimaci3n de la proporci3n de especie se utiliz3 el siguiente estimador:

**a) Estimador de la proporci3n de especie**

El estimador de la proporci3n de la especie  $e$  ( $\hat{p}_e$ ) en la captura est3 dado por la siguiente relaci3n:

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

donde:

$C_j$  : Captura total en el lance  $j$ .

$W_{ekj}$  : Peso de la especie  $e$ , en la caja  $k$  del lance  $j$ .

$M$  : N3mero total de lances en el viaje.

$\hat{p}_{ej}$  : Estimador de la proporci3n de la especie  $e$  en el lance  $j$



donde  $C_j$  se estim3 a partir de la observaci3n directa de la captura en los pozos de pesca, los cuales se encuentran debidamente cubicados en peso por el Armador del buque.

La expresi3n para el estimador de la varianza del estimador  $\hat{p}_e$ , est3 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

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

Lo anterior permiti3 determinar la importancia relativa global para el 3rea de estudio de la fauna acompa1ante. Posteriormente se agruparon los lances de pesca por rango de profundidad y posici3n latitudinal a fin de describir y analizar la presencia de las especies seg1n estas categor3as (m3todo gr3fico).

#### 4.6.1 An3lisis de los datos

Se efectu3 un an3lisis descriptivo orientado a determinar la participaci3n porcentual en peso de las especies que componen la fauna acompa1ante de ***M. australis***, y descripciones en t3rminos de rango de profundidad, posici3n latitudinal y en forma global, respecto de la captura total obtenida y de la captura de la especie objetivo, adem3s de la captura de las especies que compon3an la fauna acompa1ante.



Para determinar el aporte porcentual en peso de cada especie respecto del total de la captura de *M. australis*, se agruparon la fauna acompañante por especie en rangos batim3tricos y despu3s se aplic3 el mismo protocolo, pero esta vez separados por latitud.

Para estimar la importancia relativa de las especies, se revisaron el registro del volumen de captura espec3fico y se determin3 la importancia relativa (en peso) de las especies que constituyen su fauna acompañante. La importancia relativa se determin3 en t3rminos de la contribuci3n a la captura total y en relaci3n a la especie objetivo.

#### **4.6.2 An3lisis comunitario**

Se realiz3 este tipo de an3lisis con el fin de poder establecer e identificar agrupaciones espec3ficas en el 3rea de estudio. Estos an3lisis consideraron dividir el 3rea de estudio en macro zonas, a la vez que cada macro zona se dividi3 en rangos batim3tricos de 100 m de profundidad, facilitando la comparaci3n faun3stica.

Estos an3lisis consistieron b3sicamente en establecer e identificar agrupaciones espec3ficas a partir de la aplicaci3n de m3todos de an3lisis basados en la clasificaci3n y ordenaci3n de las especies. Estos m3todos num3ricos, seg3n Acuña *et al.* (2004), permitieron obtener una visi3n de la comunidad a la cual esta asociada la especie objetivo.



### 4.6.3 Identificaciones de agrupaciones espec3ficas

El an3lisis consisti3 en la identificaci3n por macro zona y batim3trica de las agrupaciones espec3ficas a partir del an3lisis de clasificaci3n de conglomerados (an3lisis de *cluster*) y de ordenaci3n MDS (*Multidimensional Scaling*) (Clifford y Stephenson, 1975). Ambos m3todos requieren la construcci3n de una matriz de similitud, la que fue estructurada a partir de una matriz de abundancia relativa (CPUA) de las especies componentes de la fauna acompa1ante, agrupadas por macrozona y rango batim3trico. La comparaci3n se realiz3 utilizando el 3ndice de similitud de Bray-Curtis (**BC**; Bray y Curtis, 1957). La funci3n del 3ndice se expresa por:

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

donde  $p$  n3mero de puntos macro zona rango batim3trico,  $x_{ij}$  es la abundancia relativa de la especie “i” en la macro zona “i” rango batim3trico “j” y  $x_{ik}$  es la abundancia relativa de la especie “i” en la macro zona “i” rango batim3trico “k”.

Para equilibrar los valores at3picos (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 trav3s de la aplicaci3n de ra3z cuarta ( $\sqrt[4]{}$ ), seg3n el criterio propuesto por Clarke y Warwick, (1994).



#### **4.7 Determinar la composici3n de los principales ítems alimentarios de merluza del sur en el área de estudio.**

En el análisis del contenido estomacal se emplearon indicadores cuantitativos propuestos por Hyslop (1980). Luego de identificadas las presas se procedió a la estimaci3n de los métodos:

**Numérico:** cada ítem de presa encontrado en los est3magos es contado y expresado en forma porcentual del total de presas del ítem en el total de est3magos con contenido analizados.

**Gravimétrico:** consiste en pesar cada tax3n presa en cada est3mago. 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 est3magos.

**Frecuencia de ocurrencia:** es el número de veces que el ítem aparece en el total de los est3magos, expresados en porcentajes.

La importancia relativa de cada tax3n de presa se determinó mediante el índice de importancia relativa, *IIR* (Pinkas *et al.*, 1971, *fide* Berg, 1979), según la siguiente fórmula:

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



donde:

$N$  : Porcentaje en n3mero: recuento de cada tax3n de presa encontrado en los est3magos de la especie predador analizada.

$P$  : Peso de cada tax3n de presa, expresado en forma porcentual respecto del peso total de todos los taxa de presa.

$F$  : Frecuencia de aparici3n de cada tax3n presa, expresado en forma porcentual.

La amplitud de la dieta se estim3 utilizando el 3ndice estandarizado de Lev3n (Hulbert, 1978).

$$B_i = \frac{1}{n-1} \left( \frac{1}{\sum_j p_{ij}^2} - 1 \right),$$

donde:

$B_i$  = 3ndice estandarizado de para el predador  $i$

$p_{ij}$  = proporci3n en la dieta del predador  $i$  de la presa  $j$

$n$  = n3mero de categor3as de presas

Este 3ndice var3a de 0 a 1, donde un bajo valor indica una dieta dominada por pocos 3tems presas (predador especializado), y altos valores indican dietas generalizadas.



#### 4.8 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur

La caracterizaci3n de las agregaciones se efectu3 mediante el uso de descriptores que se estimaron a partir de observaciones ac3sticas verticales realizadas durante la prospecci3n ac3stica y lances de pesca mediante el sistema de ecointegraci3n Simrad EK-60 y que fueron procesados mediante el programa SonarData Echoview®. Aunque la oferta t3cnica se±alaba que se debían caracterizar las agregaciones de merluza del sur, sin embargo debido el alto grado de mezcla de merluza del sur y merluza de cola en las agregaciones y la preponderancia de la merluza de cola en las mismas, llev3 a que el an3lisis se efectuara sobre agregaciones correspondientes a ambas especies.

Una agregaci3n es definida como un conjunto de muestras ac3sticas que poseen una continuidad vertical y horizontal y adem3s exceden un umbral predeterminado de energía y tama±o, es decir, muestras contiguas tanto a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) como desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resoluci3n horizontal corresponder3 a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical sobre el mismo pulso, a la distancia relativa correspondiente a la semilongitud del pulso.

##### 4.8.1 Descriptores o variables utilizadas en el an3lisis

De las agregaciones detectadas se extrajeron descriptores de posici3n, energía, morfol3gicos y batim3tricos (**Fig. 7**), estando referidos los primeros a la posici3n geogr3fica de las agregaciones, los de energía a la energía retrodispersada por las agregaciones, los morfol3gicos asociados al tama±o y forma de éstas, y los batim3tricos definiendo la posici3n de la agregaci3n en la columna de agua (Scalabrin y Mass3, 1993; Fre3n *et al.* 1996).



**Descriptores de posici3n:** Est3n referidas a la posici3n geogr3fica de las agregaciones, utiliz3ndose la posici3n media de la agregaci3n referida a latitud ( $Lat_m$ ) y longitud ( $Lon_m$ ).

$$Lat_m = Lat(p_m)$$

$$Lon_m = Lon(p_m)$$

Donde:  $p_m = (p_s + p_e)/2$

$p_m$ : Ping ubicado en el medio de la agregaci3n

$p_s$ : Ping ubicado al inicio de la agregaci3n

$p_e$ : ultimo ping asociado a la agregaci3n

**Descriptores de energ3a:** Est3n referidos a la energ3a retrodispersada de las agregaciones en unidades de NASC ( $m^2/mn^2$ ) y a la densidad ac3stica ( $Dens$ ) de las mismas referidas en unidades de NASC por 3rea ( $NASC/m^2$ ), determinadas de acuerdo a:

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

Donde:

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

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

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

*Altura media* = Altura media (m) de la agregaci3n (definida a continuaci3n en descriptores morfol3gicos).



N: n3mero de muestras utilizadas para calcular  $Sv_{prom}$  en la agregaci3n, y

$$Dens = NASC * 100 / Area$$

Donde *Area*: Area transversal ( $m^2$ ) de la agregaci3n (definida a continuaci3n en descriptores morfol3gicos).

**Descriptores morfol3gicos:** Dentro de los descriptores morfol3gicos extra3dos directamente desde el ecograma se encuentran: la altura media (m), el 3rea transversal ( $m^2$ ), el largo (m) y el per3metro (m) (**Fig. 7**), donde:

La altura media se define como la altura promedio de todos los pings que conforman la agregaci3n

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

Donde

$t_i$  = altura o espesor del ping<sub>i</sub>

N = n3mero total de pings en la agregaci3n.

El 3rea de una agregaci3n se obtiene asociando un rect3ngulo a cada muestra S con un valor de amplitud sobre el umbral de ecointegraci3n. La superficie del rect3ngulo *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 3rea transversal de la agregaci3n (*Area*) es el resultado de la suma del 3rea de todos los rect3ngulos elementales:

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

Finalmente se extrajo el largo de la agregaci3n (*Largo*) medida en metros junto al per3metro de 3stas (*Perim*) en metros, completando las estimaciones b3sicas, a partir de las cuales se pueden derivar otros descriptores que permiten definir otras caracter3sticas de la agregaci3n.

La dimensi3n fractal (*DFrac*) es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregaci3n, 3ste corresponde a la relaci3n entre la superficie de un cuadrado con un per3metro equivalente al de la agregaci3n y la superficie de la agregaci3n, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociar3a al grado de cohesi3n entre los peces que constituyen la agregaci3n, especialmente en la frontera o borde de la agregaci3n (Scalabrin, 1997).

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

La elongaci3n (*Elon*) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregaci3n y es definido b3sicamente como la relaci3n entre el largo y el alto, donde valores elevados estar3n asociados a agregaciones de forma el3ptica, mientras que valores menores a agregaciones de tipo circular.



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

**Descriptores batim3tricos :** Los descriptores batim3tricos extra3dos directamente del ecograma fueron la profundidad del fondo (m) y la profundidad media de agregaciones (m) (**Fig. 7**), mientras que indirectamente se calcul3 el 3ndice de altura (*IndAlt*). Este 3ndice es utilizado para medir la posici3n relativa del centro de la agregaci3n en la columna de agua con respecto al fondo y se expresa en forma porcentual como:

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

## **b) An3lisis de los datos**

Se realiz3 un an3lisis general de las agregaciones en toda el 3rea de estudio, aplicando estadística descriptiva referida a valores promedios, m3ximos, m3nimos desviaci3n estandar y coeficientes de variaci3n para el total de los descriptores a fin de completar una visi3n general de las caracter3sticas de las agregaciones.

En segundo t3rmino a fin de determinar diferencias entre los descriptores de las agregaciones de acuerdo a su distribuci3n en zonas de mayor o menor concentraci3n del recurso, se procedi3, en un an3lisis georreferenciado separando las observaciones de acuerdo a las 3 sub3reas donde se intensific3 el muestreo acústico y que correspondi3 a zonas de cañones ubicadas a la cuadra de I. Midhurst (44° 10' LS y 75° W), frente a I Lemu (45° 15' LS y 75° 10' W) y a la cuadra de Puerto San Esteban (46° 18' LS y 75° 27'W). Denominados Cañ3n 1, 2



y 3, respectivamente. La ocurrencia o no, de diferencias significativas en las características de las agregaciones de acuerdo al factor “zona de cañones” se realizó mediante un análisis de varianza (Andeva)

Para efectos de aplicaci3n de un Andeva, se aplic3 una transformaci3n logarítmica a los datos que no presentaron una distribuci3n normal. Lo anterior fue testado mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra, la cual compara la funci3n de distribuci3n acumulada observada de una variable con una distribuci3n te3rica determinada (la normal en este caso). El estadístico de la prueba de Kolmogorov-Smirnov se calcula a partir de la diferencia mayor (en valor absoluto) entre las funciones de distribuci3n acumuladas te3rica y observada, esta prueba de bondad de ajuste contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribuci3n normal.

Luego y a modo de continuar el análisis latitudinal de ańos anteriores dado por la sub-divisi3n latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2002, 2003, 2005) y la cual contempla 3 subzonas: subzona 1 entre 43°30' y 44°29' L.S. denominada Guafo; subzona 2 entre 44°30' y 45°29' L.S. denominada Guamblin; y subzona 3 entre 45°30' y 47°00' L.S. denominada Taitao. Esta subdivisi3n es la utilizada históricamente en el análisis de distribuci3n de frecuencia de tallas permitiendo inferir alguna relaci3n entre éstas y las características de los descriptores de las agregaciones.

Posteriormente se realizó un análisis de acuerdo a rangos de cada 100 metros de profundidad del fondo, a fin de determinar si este factor influye en las características de las agregaciones.

Finalmente, los datos fueron tratados mediante la aplicaci3n del análisis de componentes principales (APC), resumiendo de esta manera la informaci3n contenida en la matriz de datos, permitiendo una representaci3n visual o



geométrica de la informaci3n (Rencher, 1995) y preservando las características de la observaci3n original. Las variables originales utilizadas fueron todos los descriptores determinados (y definidos anteriormente) de las agregaciones, aun cuando entre ellas pueda darse alg3n grado de multicolinealidad, lo cual es deseable dado que el objetivo es identificar series de variables interrelacionadas (Hair *et al.*, 1999).

Se redujo la dimensionalidad del problema obteniéndose variables o componentes principales que fueron expresadas como combinaci3n lineal de las variables originales. Para el logro de lo anterior, se utiliz3 la matriz de correlaciones como matriz de entrada, dándole de esta forma la misma relevancia a todas las variables, desestimando de esta forma las unidades en que son trabajadas las diferentes variables. Para la determinaci3n de los componentes principales y su interpretaci3n, se aplic3 el criterio de selecci3n de Kaiser, el cual califica a los componentes cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999).



## 5. RESULTADOS

---

### 5.1 Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en n3mero) y la distribuci3n espacial y batim3trica del stock de merluza del sur en el 3rea de estudio.

#### 5.1.1 Biomasa y abundancia de merluza del sur

La biomasa de merluza del sur se estim3 en 55.632 toneladas (CV=12%) con un intervalo de confianza ( $\alpha=5\%$ ) entre 44.634 y 66.580 toneladas por el m3todo geoestadístico y una biomasa de 56.946 (CV=17%) con un intervalo de confianza entre 41.069 y 72.822 por el estimador de raz3n (**Tabla 5**).

La abundancia de la merluza del sur se estim3 en 15.600.407 individuos de los cuales 8.137.796 (52,2%) corresponden a machos y 7.462.611 (47,8%) a hembras (**Tabla 6**).

Tanto los valores de biomasa (31%) como abundancia (50,1%) representan un aumento sustancial en relaci3n con el valor estimado el a3o 2005, pero se mantienen entre las menores estimaciones de biomasa y abundancia efectuadas en el 3rea de estudio en el per3odo 2000-2007.

#### 5.1.2 Distribuci3n espacial del stock de merluza del sur

La distribuci3n espacial de la merluza del sur (**Fig. 8**) presenta una distribuci3n que abarc3 el 41% de las 2.255 millas n3uticas cuadradas prospectadas. La distribuci3n espacial esta caracterizada por un predominio de los bajos niveles de densidad y la presencia de sectores de mayor densidad localizados en la latitud 44°15'S, 45°20'S y 46°20'S, asociadas a los sectores de ca3ones submarinos presentes en el 3rea de



estudio. Este tipo de distribuci3n ha sido consistente en todos los cruceros de prospecci3n realizados en el 1rea y las mayores variaciones se han observado solo en cuanto a la importancia relativa de cada foco, situaci3n que es esperable en raz3n a la distribuci3n y comportamiento espacial que presenta la merluza del sur.

En t3rminos de la distribuci3n latitudinal de la biomasa, el 63% de esta (35.146 t) se registr3 asociada al 1rea de los ca3ones. La biomasa para cada una de las subzonas y las densidades promedio del 1rea se entrega en la **Tabla 7**, all3 se visualiza que la mayor densidad local promedio se registr3 hacia el sector sur del 1rea de estudio, mientras que en el sector centro norte las densidades locales se registraron valores similares, 34 y 31 t/mn<sup>2</sup>.

La posici3n media o centro de gravedad de la distribuci3n del stock evaluado de la merluza del sur se localiz3 en la latitud 45°16'S, posici3n similar a la registrada el a3o 2005. El 1ndice de Gini se estim3 en 0,85 y refleja el comportamiento gregario del recurso durante el proceso reproductivo en desarrollo en el 1rea y per3odo de estudio.

Las densidades locales de la merluza del sur para el 1rea global fueron ajustadas a un variograma de tipo esf3rico con un nugget de 9.000 t<sup>2</sup>/mn<sup>4</sup> , sill de 20.000 t<sup>2</sup>/mn<sup>4</sup> y un rango de 4 millas n1uticas. En la zona de los ca3ones y como producto de una mayor variabilidad de las densidades locales, los par1metros de los variogramas ajustados fueron de nugget de 12.000 t<sup>2</sup>/mn<sup>4</sup> , sill de 60.000 t<sup>2</sup>/mn<sup>4</sup> y un rango de 4,2 millas n1uticas.



## **5.2 Estimar la composici3n de tallas, de edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza del sur en el 1rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial, latitudinal y batim3trica.**

### **5.2.1 Composici3n de tallas**

#### **5.2.1.1 Ejemplares muestreados**

Durante el crucero se muestrearon 2.070 individuos correspondiendo 813 ejemplares a machos y 1.257 a hembras (**Figura 9**). El mayor n3mero de ejemplares medidos fueron registrados en las 1reas de las islas Guafo (728) y Guabl3n (1.749), seguidas del 1rea Taitao con 593 peces (**Figura. 10**). El ca3n3n con mayor registro de mediciones fue el Ca3n3n Guafo con 547 individuos (**Figura 11**). En sentido batim3trico, las mayores muestras se registraron entre el rango de profundidad 200-299 m con 1.126 individuos,); seguido del rango 300-399 m y 400-499 m con 741 y 203 individuos, respectivamente (**Figura 12**).

#### **5.2.1.2 Estructura de tallas**

La estructura de talla de merluza del sur registrada en el 1rea y per3odo de estudio estuvo bajo el predominio de ejemplares adultos (< 70 cm) que representaron el 78% de los ejemplares muestreados, mientras que la fracci3n juvenil alcanz3 al 22% (**Figura 9**).

Como ha sido habitual en esta especie, las hembras registraron una distribuci3n de talla desplazada hacia tallas mayores respecto de los machos, registrando una moda entre 70 y 99 cm, con una talla promedio de 79 cm; mientras que en los machos la moda fue entre 65 y 89 cm con una talla promedio de 75 cm (**Figura 9**).



Al considerar la estructura de tallas global (ambos sexos combinados) se estim3 una talla media de 77 cm, con una moda de ejemplares adultos entre los 70 y 95 cm, asemejándose a la distribuci3n de tallas de los machos, debido al predominio en la proporci3n sexual (52%) respecto de las hembras (48%) en las capturas. No obstante el predominio de la presencia de los adultos, tambi3n se registr3 una pequeña moda de ejemplares juveniles entre 50 y 64 cm (**Figura 9**).

#### a) Composici3n latitudinal

Al considerar las tres 3reas latitudinales asociadas a las islas Guafo, Guambl3n y Taitao, las distribuciones de talla del 3rea centro-sur (Guambl3n y Taitao) muestran ser similares, con una distribuci3n predominada por los machos (64 y 65%, **Figura 10**), y la presencia de una pequeña moda secundaria de juveniles (50-64 cm). En cambio, el 3rea norte (Guafo) muestra una moda de distribuci3n de peces adultos con predominio de las hembras (81%), registrando una distribuci3n m3s desplazada a tallas mayores que respecto de las estructuras de Guambl3n y Taitao (**Figura 10**). Es decir en sentido latitudinal, en el 3rea Guafo se registraron las mayores tallas de merluza del sur, respecto de Guambl3n y Taitao. Esta situaci3n que es consecuente con la proporci3n sexual, que tambi3n registr3 esta variaci3n latitudinal, las hembras predominaron fuertemente en Guafo (81%, **Figura 10**); mientras, en Guambl3n y Taitao predominaron los machos (en aproximadamente 65%).

La mayor cantidad de ejemplares medidos de merluza del sur se registraron en el 3rea fuera de los cañones (1320 merluzas, **Figura 11**); cuya distribuci3n se asemeja a la registrada para el 3rea total; con predominio de los machos (62%), una moda de ejemplares adultos entre 70 y 89 cm; y una moda incipiente de ejemplares juveniles entre 50 y 64 cm. El Cañ3n Guafo registr3 el mayor n3mero de peces medidos (547



individuos), manteniendo lo descrito para el 1rea con el mismo nombre, es decir predominio de las hembras (81%) y la distribuci3n desplazada a la derecha, hacia tallas mayores (**Figura 11**). Los dos ca3ones restantes, Guambl3n y Taitao, registraron un escaso n3mero de ejemplares medidos (90 y 113 ejemplares, respectivamente); no obstante la escasa muestra, se destaca la presencia de juveniles peque1os en los muestreos del Ca33n Taitao, con una moda entre 40 y 60 cm, 94% de juveniles y una talla media de 52 cm.

En sentido batim3trico y estratificado en los rangos de 200-299, 300-399 y 400-499 metros, seg3n la profundidad de la red medida en la relinga superior (**Figura 12**), se destaca el aumento de la presencia de las hembras a mayor profundidad. Entre 200-299 m los machos predominaron (62%); mientras entre 300-399 y 400-499 m las hembras predominan (73% y 80%, respectivamente), en donde las estructuras de estas dos 3ltimos estratos tienden a ser similares. Al interior de cada 1rea, solo el 1rea Guafo registr3 en todos los estratos batim3tricos (200 a 499 m) el predominio de las hembras con valores entre 79% y 90% (**Figura 13**). En cambio, las 1reas Guambl3n y Taitao registraron un predominio de los machos en el primer estrato batim3trico (200- 299 m).

#### **b) Distribuci3n de talla del crucero y la pesca comercial para el 1rea y per3odo de estudio**

La informaci3n de talla de merluza del sur registrada por el monitoreo de la pesquer3a para la misma 1rea y per3odo de estudio fue de 732 peces (**Figura 14**), y correspondi3 a muestreos efectuados a bordo de la flota arrastrera f1brica. La estructura de talla de esta flota registr3 ser adulta, con una moda principal (70 y 89 cm) y distribuci3n de talla similar a la registrada en el crucero. Pero, la estructura de flota arrastrera f1brica muestra un mayor predominio de las hembras (68%) respecto de la



estructura del crucero (con predominio de los machos, 52%); y por otro lado, la estructura de talla de la flota arrastrera f3brica no registra la presencia de una segunda moda juveniles entre 50 y 64 cm, situaci3n que se observa en la estructura del crucero (**Figura 14**).

**c) Distribuci3n de talla del crucero 2007 respecto de los cruceros de investigaci3n anteriores en la zona de estudio**

Los resultados de estructura de talla registrada en el crucero de investigaci3n del 2007 fue analizada respecto de los resultados descritos en los cinco cruceros anteriores para la misma zona de estudio. Los cruceros del 2003 y 2004 fueron realizados a bordo B/I Abate Molina y los cruceros del a3o 2001, 2002 y 2005 fueron efectuados a bordo del B/F Unzen.

Se destaca que en los seis a3os de estudio, las distribuciones de tallas de merluza del sur durante el per3odo reproductivo, muestran ser de una misma gran familia de distribuci3n, registrando relativa similitud en las estructuras y sustentadas principalmente en ejemplares adultos, que estar3an en un proceso reproductivo (**Figura 15**).

No obstante, los antecedentes del 2007 presentan una tendencia inversa a lo observado entre 2001 y 2005. En esos cinco a3os se ha registrado una leve tendencia de desplazamiento de las estructuras a tallas mayores; por ejemplo la talla promedio en el 2001 fue de 77 cm y en el 2005 de 82 cm; Esta situaci3n gradual se observa al graficar las tallas acumuladas, en donde las distribuciones del 2004 y 2006 se registran m3s hacia la derecha que respecto de las restantes; sin embargo, la estructura del 2007 registra una estructura desplazada m3s a la



izquierda que respecto del 2004 y 2005 (**Figura 15**), acercándose más a las estructuras entre 2001 y 2003.

La proporci3n sexual es otro indicador que ha registrado cambios entre el 2001 y 2005, en sentido de aumento en el predominio de las hembras; en el 2001 la proporci3n de hembras fue de 57%, para llegar 67% el 2005 (**Figura 15**); sin embargo, en el 2007 se registr3 un predominio de los machos (52%). Tambi3n se ha observado una reducci3n de la presencia de juveniles; entre el 2001 y 2005, pasando de 18% en el 2001 a un 6% en el 2005 (**Figura 15**); pero en el 2007 la presencia de juveniles aument3 a 22%, valor cercano a lo observado en el 2001.

En general, las distribuciones de tallas de merluza del sur para las tres zonas, durante los seis a3os de estudio, se sustentan sobre una similar familia de moda principal (70 y 99 cm, **Figura 16**). No obstante, es posible apreciar que en los a3os 2004, 2005 y 2007 se ha registrado para el 3rea Guafo una estructura de talla con una mayor presencia de hembras (90%, 88% y 81%, respectivamente), aspecto que explica la presencia de tallas adultas de mayor talla, entre 75 y 99 cm (**Figura 16**).

### 5.2.2 Composici3n de la estructura de edades

Para la conversi3n de la biomasa obtenida en el crucero a abundancia en n3mero de individuos, se emple3 en forma particular la informaci3n de distribuci3n de tallas obtenida del muestreo al azar de los peces en los lances de pesca efectuados en la zona, ponderados seg3n la captura que se obtuvo en cada uno de ellos y las relaciones peso - longitud (**Tabla 8**) producto de los muestreos biol3gicos espec3ficos realizados en el 3rea de operaci3n.



Históricamente las funciones peso - longitud, si bien varían sus parámetros dentro de cierto rango, “a” entre 0,0016-0,0054 y “b” entre 3,0544-3,3408 para machos y “a” entre 0,0009-0,0025 y “b” entre 3,2479-3,4871 para hembras, se observa que los parámetros se van compensando de modo que entregan pesos similares en los diferentes períodos (**Figura 17**). En merluza del sur, en machos, las curvas que describen las funciones peso-longitud de cada año prácticamente se superponen y en hembras, si bien son similares, se observaron individuos un tanto más livianos (a una talla dada) en los muestreos de los años 2002, 2003 y 2007. Esta diferencia de las relaciones peso-longitud, a pesar de apreciarse como pequeñas diferencias en la gráfica, cobra importancia, sobre todo en períodos de desove, para obtener las transformaciones de la biomasa a abundancia en número de individuos de forma más precisa.

En la estructura por GE del recurso en el área que comprendió el estudio, se presentan en proporción mayor a 5% los grupos de edad VIII hasta XVII en los machos (**Tabla 9**), presentando la moda en el GE XIV. En hembras, los grupos principales comprenden desde GE XI hasta XVIII (**Tabla 10**), con moda en el GE XV, presentan a su vez una moda secundaria en los GE VI-VII.

En términos generales se puede señalar que la estructura etárea de la merluza del sur está compuesta por un grupo amplio de edades (**Figura 18; Tablas 9, 10 y 11**), aunque en términos comparativos se encuentra disminuida en relación con la composición observada a comienzos de esta década en similar área de estudio.

Aunque durante el presente estudio hubo un aumento en el tamaño del stock en relación al año 2005, este aumento se debe principalmente a los machos, quienes aumentaron de 3,5 millones de ejemplares en el año 2005 a 8,1 millones en el 2007, en cambio en hembras el aumento fue mas leve, incrementándose de 6,9



millones de ejemplares a 7,5 millones en igual per3odo. Lo anterior, se reflej3 tambi3n en la proporci3n sexual de la abundancia present3 variaciones con respecto a a3os anteriores, representando la fracci3n de machos el componente m3s alto de la serie (**Tabla 12**).

El peso promedio de los ejemplares correspondi3 a 3.566 g, lo cual corresponde a un valor menor a lo observado en los cruceros de investigaci3n anteriores y este peso global tiene una composici3n marcadamente mayoritaria en machos si se le compara a lo correspondiente a los cruceros 2004 y 2005.

Si se enfoca separado por sexos, se tiene que el promedio en machos correspondi3 a 3.085 g y en hembras 4.091g, cifras m3s bajas a lo observado en el crucero anterior (a3o 2005) en que presentaron como promedio 3.225g y 4.525g respectivamente. Esto genera la baja en el promedio de ambos (**Tabla 12**).

### **5.3 Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadi3s de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur, a partir de los lances de identificaci3n.**

#### **5.3.1 Estadios de madurez sexual (EMS)**

El an3lisis de los estadios de madurez sexual mostr3 que las hembras inmaduras (EMS 1 y 2) correspondieron a un 31% del total de hembras, siendo las hembras en maduraci3n (EMS 3) el que present3 la mayor frecuencia con un 29% en tanto que las hembras proceso de desove activo (EMS 4 y 5) representaron el 12% (**Figura 19**).



Al analizar los estadios de madurez de acuerdo a la longitud total de las hembras, se observ3 que los peces virginales estuvieron presentes hasta el grupo de longitud 70-79 cm LT, que corresponde al mismo grupo a partir del cual se encontraron frecuencias altas de hembras en maduraci3n, pudi3ndose encontr3ndose en este rango de tama1o tanto peces inmaduros como maduros (**Figura 20**). Los peces inmaduros se distribuyeron en su gran mayor3a hasta el grupo de longitud de 60-69 cm LT, junto con la presencia de peque1o n1mero de peces desovados.

### 5.3.2 3ndice gonadosom3tico (IGS)

Los datos disponibles de peso gonadal utilizados en el c3lculo del IGS correspondieron al peso en el laboratorio, cont3ndose adem3s con el registro realizado en terreno, siendo ambos valores muy similares. Hubo algunas muestras en que la g3nada lleg3 rota al laboratorio o s3lo se analiz3 a bordo del buque. En estos casos, el peso que la g3nada habr3a tenido en el laboratorio se estim3 mediante una ecuaci3n de regresi3n utilizando los datos en que se dispon3a de ambos pesajes (**Figura 21**).

El IGS la merluza del sur present3 un valor promedio ( $\pm$  desviaci3n est3ndar) de  $2,6 \pm 3,3$  y con valores individuales extremos de 0,1 y 18,7; lo elevado de la desviaci3n est3ndar refleja la gran dispersi3n en los valores de los 3ndices, pues en su estimaci3n se consideraron conjuntamente peces inmaduros de peque1a talla, peces desovados con g3nadas en regresi3n y hembras con g3nadas hidratadas. Para poder estimar la relaci3n entre la talla de los peces y el valor del IGS, se analizaron los datos con las hembras separadas en grupos arbitrarios de longitud total, observ3ndose que el IGS alcanz3 valores menores a 1 hasta el grupo de 60-69 cm LT, mientras que en el grupo 70-79 cm LT, que corresponde al



rango de tallas en que históricamente se ubica la talla media de madurez sexual, se produjo un brusco aumento del IGS a un valor promedio de 2,1 valor que se incrementó paulatinamente en las tallas siguientes hasta alcanzar un valor promedio de 6,3 en el grupo de 100-109 cm LT (**Figura 22**).

Para separar el efecto del estadio reproductivo de las hembras de merluza del sur de los valores promedio del IGS, se analizaron los datos de acuerdo al EMS de los ejemplares y se determinó la manera en que este promedio cambia en peces inmaduros y maduros. En la **Figura 23** se observa que los peces con gónadas virginales e inmaduras (EMS 1 y 2) no superaron el valor promedio de 0,8 del IGS. En cambio, en los EMS más avanzados el IGS aumentó de 6,3 en el EMS 3 y a 11,6 en el EMS 4, valor que refleja el proceso de hidratación de las gónadas que habría experimentado una proporción de las hembras. Al aplicar un ANOVA a los datos, los resultados indicaron que existían diferencias significativas de los IGS para los EMS, con  $F=192,9$ ;  $gl=580$ ;  $p=0,0000$ . El test post hoc de Tuckey HSD señaló que no había diferencias significativas entre los EMS 1 y 2, entre los EMS 3 y 5, como tampoco entre los EMS 2 y 6.

### 5.3.3 Índices de la actividad reproductiva

Sobre la base de los lances diarios realizados durante la prospección, agrupados en períodos de 2 a 4 días, se analizaron los datos de los EMS y IGS para detectar las variaciones en una pequeña escala de tiempo, en la actividad reproductiva de las hembras adultas (EMS 3, 4, 5 y 6). En el inicio de agosto se observó un porcentaje de 20,3% de peces desovantes (EMS 4+5), el que descendió bruscamente en la semana siguiente y hasta fines de ese mes. En ese período, el valor del IGS bajó paulatinamente de 5,5 a 3,0, lo que podría interpretarse en conjunto, como el término del desove hacia fines de agosto. Sin embargo, en los primeros días de septiembre



se observ3 un aumento notorio de peces desovantes, equivalentes a un 34,2% del total de las hembras, con un incremento a m3s doble del IGS, el que lleg3 a 6,9. Aunque el n3mero de observaciones en ese per3odo de tiempo fue moderado, se podr3a suponer que corresponde a un repunte en septiembre de la actividad de desove de una fracci3n de la poblaci3n que se incorpor3 al 3rea de pesca (**Tabla 13**).

#### 5.3.4 Talla media de madurez sexual (talla 50%)

La informaci3n se proces3 y se ajust3 la ojiva de madurez de acuerdo a un modelo lineal, para posteriormente realizar un ajuste no lineal de los par3metros  $b_0$  y  $b_1$  del modelo, dando una estimaci3n de la talla media de madurez o talla 50% de 71,4 cm LT, con l3mites de confianza del 95% de 71,1 y 71,6 cm (**Tabla 14**). La proporci3n estimada de individuos maduros, error de la estimaci3n y l3mites de confianza se incluyen en la **Tabla 15** y se muestran gr3ficamente en la **Figura 24**.

#### 5.3.5 Fecundidad

El mejor ajuste seg3n el valor del  $R^2$  para la relaci3n entre la fecundidad modal y el peso corporal de las hembras menos el peso de las g3nadas, correspondi3 a un modelo de regi3si3n lineal simple, con  $R^2$  igual a 0,50 (**Figura 25**). En cambio, con los datos de fecundidad modal y LT el mejor ajuste correspondi3 a un modelo de potencia, con un  $R^2$  igual a 0,60 (**Figura 26**). La fecundidad modal promedio ( $\pm$  la desviaci3n est3ndar), fue de 2.475.969 ( $\pm$ 895.504) ovocitos. En la **Tabla 16** se incluyen otras estimaciones de fecundidad modal promedio realizadas en merluza del sur. La fecundidad calculada en el presente estudio es la m3s alta del rango de valores estimados en a3os anteriores y muy cercana a la estimaci3n del a3o 2000. La fecundidad relativa promedio, expresada como el n3mero de ovocitos por gramo



de pez menos el peso de la g3nada, fue  $499 \pm 121$  ovocitos. La fecundidad media poblacional alcanz3 a  $2.363.500 \pm 250.192$  ovocitos.

#### **5.4 Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la merluza del sur, a partir de los lances de identificaci3n.**

Durante la realizaci3n del crucero se identificaron un total de 10 especies de las cuales 9 correspondieron a peces 3seos y 1 especie de condriictio. Merluza de cola fue la principal especie capturada participando en el 88,4% de la captura total y casi en el 95% de la captura total de fauna acompa1ante, mientras que merluza del sur no represent3 m3s del 7% de la captura total crucero. A merluza de cola, como principal especie componente de la fauna acompa1ante, le sigui3 en importancia la cojinoba del sur (3,5%). Las restantes especies presentaron capturas que no superaron el 1% (**Tabla 17, Figura 27a**). Respecto de la fauna acompa1ante (**Tabla 18, Figura 27b**), la captura de 3sta alcanz3 a 8.575 kg, donde cojinoba del sur constituy3 la principal especie representando el 69,8% de la captura total de fauna acompa1ante seguida en importancia por br3tula (8,6%) y cojinoba azul (7,4%), reineta y tollo representaron el 4,9% y 4,5%, respectivamente, mientras que chancharro y congrio dorado participaron con el 2,9% y 2,5% de la captura total de fauna acompa1ante, respectivamente (**Tabla 18, Figura 27b**).

Respecto de la captura total por subzona (**Figura 28**) se observa que merluza de cola se mantiene como la principal especie, sin embargo, 3sta presenta una clara disminuci3n hacia la zona sur del 3rea de estudio, mientras que merluza del sur aumenta significativamente sus capturas en sentido norte sur. Por otro lado, se observa que las subzonas 2 y 3, Guamblin y Taitao, respectivamente, presentan el mayor n3mero de especies capturadas, en este sentido, la subzona Guamblin present3 un aporte importante de cojinoba del sur (20,3%), superando inclusive la



captura de merluza del sur, mientras que para la subzona Taitao el mayor aporte en fauna acompañante lo constituy3 la br3tula (**Figura 28**). En cuanto a la captura total de fauna acompañante por subzona, se observa un aumento importante en la participaci3n de otras especies en las zonas de Guamblim y Taitao (**Figura 28**). En este sentido, la zona denominada Guafo (subzona 1) present3 s3lo reineta como fauna acompañante, para la zona de Guamblin (subzona 2) cojinoba del sur (82%) y cojinoba azul (6,3%) aportaron los mayores niveles de captura, seguidas en importancia por br3tula (3,9%) y tollo (3,4%). En la zona de Taitao (subzona 3) la br3tula fue la principal especie capturada participando en el 46,3% de la captura total fauna, seguida en importancia por cojinoba azul (17,9%), chancharro y tollo con 14,3%, respectivamente (**Figura 28**).

En cuanto a la distribuci3n latitudinal y batim3trica de las especies capturadas durante el desarrollo del crucero (**Figura 29**), se observa que tanto merluza del sur como merluza de cola se distribuyen latitudinalmente en toda el área de estudio abarcando desde los 43°30' sur hasta los 47°00' sur, sin embargo, su distribuci3n batim3trica se encuentra delimitada entre los veriles de los 200 m y 400 m, concentrándose éstas preferentemente entre los 200 m y 300 m (**Figura 29**). Las otras especies componentes de la fauna acompañante, se localizan al sur de los 45°00' sur. En este sentido, la **figura 29** muestra que br3tula, chancharro y tollo abarcan las zonas denominadas Guambl3n (44°30' – 45°29') y Taitao (45°30' – 47°00'), mientras que la cojinoba azul y cojinoba del sur se ubicaron s3lo en la zona de Guambl3n (44°30' – 45°29'). En el sentido batim3trico, éstas especies se concentraron mayoritariamente en una franja de 100 m localizada entre los veriles de los 200 m y los 300 m (**Figura 29**).



#### 5.4.1 Parámetros comunitarios

A partir del método de clasificación (**Figura 30**) por conglomerados, para la matriz de capturas estandarizadas de las especies más representativas (**Tabla 19**) registradas durante los cruceros de evaluación 2000 a 2007, se puede observar la presencia de dos grupos principales con niveles de similaridad superiores al 65%. El primer grupo estaría conformado por los cruceros realizados durante los años 2000, 2001, 2002 y 2007, mientras que el segundo grupo lo conformaron los cruceros efectuados en los años 2003, 2004 y 2005. De manera similar, el análisis por el método ordenación (NMDS) muestra una equivalencia en cuanto a la formación de los grupos principales obtenidos mediante el análisis de clasificación (**Figura 31a**).

En cuanto a las características faunísticas de cada agrupación, la primera de éstas (cruceros 2000, 2001, 2002 y 2007) se caracterizó por la alta incidencia de cojinoba azul, cojinoba del sur y congrio dorado como especies componentes de la fauna acompañante (**Figura 31b** y **Tabla 19**). La segunda agrupación compuesta por los cruceros 2003, 2004 y 2005 muestran una fuerte influencia de la reineta y la jibia, esta última particularmente importante durante los cruceros realizados el 2003 y 2004 (**Figura 31b** y **Tabla 19**). Respecto de las especies objetivo merluza del sur y merluza de cola, ambas están presentes en todos los cruceros evaluados, sin embargo, caracterizan principalmente la agrupación uno (cruceros 2000, 2001, 2002 y 2007), donde estas especies fueron particularmente abundantes (**Figura 31b** y **Tabla 19**).

En la **figura 32** se presenta el resultado del análisis por el método de clasificación (cluster), obtenido a partir de la matriz de lances agrupados por subzona. Se observa la formación de tres grupos principales con un nivel de similaridad superior al 50%. El



primer grupo esta compuesto por lances realizados en la subzona 3 (Taitao), esta agrupación se caracterizó sólo por la presencia de dos especies, merluza de cola y brótula (**Figura 32**). La segunda agrupación se localizó en la subzona 1 (Guafo) conteniendo cinco lances de pesca, en términos faunísticos, este grupo se caracterizó por la presencia de merluza de cola como única especie presente. La tercera agrupación reunió el mayor número de lances, abarcando las subzona 1, 2 y 3 (Guafo, Guablín y Taitao), observándose que la subzona 2 y 3 fueron las principales constituyentes de la agrupación (**Figura 32**). El tercer grupo se caracterizó en términos de fauna por una marcada presencia merluza del sur y merluza de cola, las que estuvieron presentes en todos los lances contenidos en esta agrupación, además, de cojinoba azul y cojinoba del sur.

#### **5.5 Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza del sur en el área de estudio.**

En laboratorio se procesaron y analizaron 364 estómagos correspondientes a individuos de merluza del sur muestreados a bordo del crucero de investigación realizado en el Buque FRIOSUR IX en Agosto de 2007. En la **Tabla 20**, se observa el número y porcentaje de contenidos estomacales frescos, enteros, digeridos y semidigeridos con respecto a la muestra total.

De los 525 individuos encontrados durante el análisis de los estómagos, el 75,05% estaban semidigeridos (**Tabla 20**); del total de individuos semidigeridos (394 individuos) la merluza de cola representa el 97,21% del total (383 individuos) el 3,79% restante se distribuye entre los demás ítems alimentarios.

Como se puede observar no se encontraron individuos frescos en ninguna de las ocasiones, los contenidos digeridos presentan un 18,10%, donde los restos de



teleósteos (no identificables) comprenden el 86,32% (82 individuos) del total, quedando el 13,68% distribuido entre los demás ítems alimentarios. En cuanto a los individuos enteros, éstos son los de menor representación con un 6,86%, en donde se encuentran en su mayoría merluzas de cola que representan el 66,67% (24 individuos) del total de individuos enteros; al igual que en el resto de los contenidos, el 33,33% restante se distribuye entre los distintos ítems alimentarios.

La dieta de la merluza del sur, comprende crustáceos, moluscos, salpas, y peces óseos. Según los indicadores numérico, gravimétrico y de frecuencia de ocurrencia. (**Tabla 21**).

Se puede observar que en general la dieta alimentaria de la merluza del sur se ve dominada por el grupo Teleostei, en donde como se mencionó anteriormente, las merluza de cola predomina. El resto de los grupos tienen una importancia muy baja aunque sólo los crustáceos superan el 0,01% en importancia.

En los contenidos de las muestras del 2007, no se pudo identificar a nivel específico las presas de crustáceos, cefalópodos o salpas debido al avanzado estado de digestión en que se encontraban. En el caso de los teleósteos, se identificaron las siguientes presas: *Coelorhynchus aconcagua*, *Helicolenus lengerichi*, *Macruronus magellanicus*, y *Micromesistius australis*. El Índice de Importancia Relativa (IIR) confirma que la presa preferida en la dieta de merluza del sur durante el período de estudio es la merluza de cola, alcanzando un IIR de 94,57%. (**Tabla 21**)

En relación con los estudios anteriores de merluza del sur en aguas exteriores (2000 a 2005), además de un estudio realizado en aguas interiores de la X y XI



Regi3n en 2003 (**Tabla 22**), se mantiene la merluza de cola como el principal componente de la dieta de merluza del sur.

La importancia de los peces en la dieta de merluza del sur estaría asociada a la presencia de individuos adultos en el área y período de desove. Por el contrario, los crustáceos siempre han tenido poca importancia en la dieta de la merluza del sur. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en aguas exteriores, la dieta de merluza del sur en aguas interiores del 2003 registró además de canibalismo, un ligero incremento de crustáceos en la dieta, especialmente de camar3n (**Tabla 22**).

Para estimar la amplitud de la dieta de merluza del sur, se utiliz3 el Índice estandarizado de Levín (**Tabla 23**). Si se consideran las presas tal como fueron encontradas en los est3magos de merluza del sur se obtiene un valor de 0,079, lo cual indica que la amplitud de dieta est3 dominada por pocos ítems alimentarios. Si se observa detenidamente, los ítems predominantes en este caso son dos: Merluza de cola con un 74,8% y Tele3steos (definidos bajo esta denominaci3n todos aquellos tele3steos que no pudieron ser identificados pero que no corresponden merluza de cola o restos de ella) con un 15,5%.

Al considerar grupos de presas se puede ver que los tele3steos son los que predominan en la dieta alimentaria de la merluza del sur con un 95,9%. (**Tabla 23**).

## 5.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur

Se procesaron y analizaron un total de 81 agregaciones mediante el programa Sonardata Echoview y que como se señal3 anteriormente corresponden a agregaciones conformadas por merluza del sur y merluza de cola, informaci3n extraída de las transectas de prospecci3n acústica.



En la **Tabla 24** se entregan los estadísticos estimados de los descriptores morfol3gicos y morfométricos de las 81 agregaciones registradas durante el crucero.

### 5.6.1 Descriptores morfol3gicos

Los resultados se entregan en la **Tabla 24** para el total de detecciones analizadas, en ésta se observa que las agregaciones presentaron una longitud máxima de 11.760 m con un promedio de 2.132 m ( $\pm 1.832$ ). La distribuci3n de frecuencia del descriptor muestra una tendencia hacia el sector izquierdo de la curva, con moda en el rango de 1.000 m (**Figura 33**).

El valor promedio del alto de agregaciones alcanz3 los 35 m ( $\pm 20$ ) con un rango de variaci3n que abarc3 desde los 5 a 86 m. La distribuci3n de frecuencia una moda centrada en los 15 m (**Figura 34**).

La elongaci3n (relaci3n largo/alto de las agregaciones), fluctu3 entre los valores 6 y 339 con un valor promedio de 70 ( $\pm 56$ ); presentando una clara tendencia a formar agregaciones alargadas. La moda se centr3 en el valor 57 (**Figura 35**), presentando al igual que los casos anteriores una distribuci3n de frecuencia con los valores altos desplazadas hacia la izquierda de la curva.

Los valores de perímetro y área presentaron un promedio de 21.976 m ( $\pm 22.896$ ) y de 87.603 m<sup>2</sup> ( $\pm 98.611$ ) respectivamente, con un amplio rango de variaci3n en ambos casos que fluctuaron entre 2.098 y 104.656 m para el perímetro y entre 62 y 439.878 m<sup>2</sup> para el área. En ambos casos las distribuciones de frecuencia presentaron tendencia hacia el sector izquierdo de la curva con modas centradas en los 50.000 m para el perímetro y en los 2.500 m<sup>2</sup> para el área (**Figuras 36 y 37**).



El descriptor dimensi3n fractal empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregaci3n, present3 dos grupos bien diferenciados, uno que abarca valores 1,1 y 1,3 que corresponde a agregaciones bien definidas en el borde y otro que se extiende entre 1,4 y 1,8 que representan a agregaciones con un contorno de caracteristicas mas irregulares (**Figura 38**).

### 5.6.2 Descriptores batim3tricos

La profundidad promedio de las agregaciones fue de 279m ( $\pm 48$ ) con un amplio rango de variaci3n en su espectro batim3trico desde los 179 a los 396 metros de profundidad, con una moda principal centrada en los 275 metros de profundidad. La profundidad promedio del fondo en que fueron las detectadas las especies de la especie objetivo alcanz3 los 460 m ( $\pm 210$ ) y un rango de variaci3n entre los 230 y 1.215 metros de profundidad, con una moda centrada en los 350 metros (**Figuras 39 y 40**).

El descriptor 3ndice de altura refleja la posici3n relativa de las agregaciones con respecto al fondo. El valor promedio de este descriptor alcanz3 el 40% ( $\pm 8,5$ ), con rango de variaci3n entre el 3% (pr3cticamente en el fondo) y el 80%. La distribuci3n de frecuencia del 3ndice de altura present3 una amplia distribuci3n (**Figura 41**), lo que podr3 atribuirse a la topograf3a del fondo presente en el 3rea de estudio, caracterizada compuesta por fuertes gradientes batim3tricos.

### 5.6.3 Descriptores de energ3a

Los valores de energ3a retrodispersada se distribuyeron en un amplio rango entre los 107 y 14.763 NASC con un promedio de 1.303 NASC ( $\pm 2.273$ ). La distribuci3n de frecuencia present3 una forma asim3trica desplazada hacia el sector izquierdo



con la mayor importancia relativa en el rango de los 250 NASC y una moda secundaria en el rango de los 250 NASC (**Figura 42**).

En general, las agregaciones registraron bajas densidades acústicas, las que variaron entre los 0,1 y 16 NASC/m<sup>2</sup>, con el nivel de mayor importancia situado en los 2 NASC/m<sup>2</sup>. (**Figura 43**).

#### **5.6.4 Características de las agregaciones según cañones y zonas**

##### **5.6.4.1 Zona de cañones**

Los resultados obtenidos al analizar las características de las agregaciones según se hubiesen registrado en la zona de cañones o fuera de ellas. En la **figura 44 y 45** se aprecia que a excepción de la dimensión fractal, los demás descriptores morfométricos muestran un mayor valor promedio en la zona de los cañones, aunque estadísticamente la elongación, perímetro y dimensión fractal no presentan diferencias estadísticamente significativas (**Tabla 25**).

Con respecto a los descriptores batimétricos profundidad promedio de las agregaciones y profundidad del fondo (**Figura 46**), no existirían diferencias significativas entre la zona de cañones o fuera de ellos, pero si ocurriría con el índice de altura.

En lo que respecta a los descriptores de energía acústica, la energía retrodispersada presenta diferencias significativas, presentando un mayor valor promedio en la zona de cañones, mientras que la densidad acústica promedio de las agregaciones no presentaría diferencias (**Figura 47**).



El análisis de las agregaciones diferenciadas por cañón, muestra que los descriptores de las variables morfométricas largo, elongación y perímetro presentan diferencias entre cañones (**Tabla 26 Figura 48**), mientras que con respecto al tamaño de las agregaciones, las más grandes se ubicaron en el cañón 1 presentando los mayores valores promedio de perímetro y área, seguidas de las agregaciones del cañón 2 y 3, respectivamente (**Figura 49**).

Desde el punto de vista batimétrico las agregaciones no presentaron diferencias en su profundidad promedio entre cañones (**Tabla 26, Figura 50**), no ocurriendo lo mismo con el descriptor de la profundidad del fondos, presentando un mayor valor el cañón 1 seguido del cañón 2 y 3, respectivamente. De acuerdo a lo anterior, el índice de altura debe presentar un mayor valor en el cañón 1, ya que manteniéndose constante la profundidad promedio de las agregaciones y aumentando el fondo, el índice de altura debe aumentar su valor.

El descriptor de energía retrodispersada alcanzó su mayor valor promedio en el cañón 1, siendo diferente y mayor al de los otros cañones, sin embargo el valor de densidad acústica no presentó diferencias significativas entre cañones (**Figura 51**), lo que se explica debido a que en el cañón 1 encontró las agregaciones de mayor tamaño y por ende de mayor área, equiparando el valor de densidad con los otros cañones.

#### **5.6.4.2 Sub-división latitudinal**

Los resultados obtenidos del análisis entre subzonas son bastante similares a los obtenidos mediante la separación por cañones, debido a que coincide un cañón por zona, siendo respectivos en la numeración. La **Tabla 27** entrega los resultados de la Andeva aplicada a esta subdivisión, encontrándose diferencias



significativas en los descriptores morfol3gicos largo, elongaci3n, per3metro y dimensi3n fractal, mientras que el alto y 3rea de las agregaciones entre subzonas no experimentaron diferencias. Las agregaciones de mayor largo se encontraron en las subzonas 1 y 2 respectivamente, mientras que de mayor altura promedio se detectaron en las subzonas 1 y 3, respectivamente (**Figura 52**). Las agregaciones de mayor per3metro se ubicaron en la subzona 2 y las de menor tama1o (per3metro y 3rea) se ubicaron en la zona 3 (**Figura 53**).

Batim3tricamente no se presentaron diferencias significativas entre zonas (**Tabla 26, Figura 54**) donde las profundidades promedio de las agregaciones y los fondos en que fueron detectados son similares, lo que provoca que el 3ndice de altura tambi3n no muestre diferencias. Tampoco se registr3 la existencia de diferencias significativas entre subzonas (**Tabla 27, Figura 55**).

#### **5.6.4.3 Sub-divisi3n seg1n profundidad del fondo**

En las **figuras 56 y 57** se presenta el valor promedio y desviaci3n est3ndar de las variables morfom3tricas. A partir de los resultados del an3lisis de varianza seg1n rangos de profundidad (**Tabla 28**), se puede inferir que las variables alto, elongaci3n, y dimensi3n fractal no presentan diferencias significativas en los diferentes rangos de fondo, lo que si se observ3 en los descriptores largo, per3metro y 3rea. El largo de agregaciones tiende a mantenerse en un nivel similar hasta los 400 m para luego aumentar en el rango entre 500 y 600 m, y las agregaciones de mayor tama1o de merluza austral se presentaron en el rango de fondos entre 400 y 600 m.



La profundidad promedio de las agregaciones no presenta diferencias significativas segun la profundidad del fondo (**Tabla 28 Figura 58**), lo anterior, genera un aumento del indice de altura a medida que aumenta el fondo.

El descriptor de energfa retrodispersada presenta diferencias significativas en los diferentes rangos, diferencia que es causada por el rango de 600 metros donde se registraron las agregaciones con mayor NASC promedio. Sin embargo al considerar las densidades promedio de las agregaciones no se observan diferencias en las densidades promedios en relaci3n con la profundidad del fondo (**Figura 59**).

### **5.6.5 An3lisis de componentes principales**

La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 29**, en donde se aprecia que las asociaciones m3s fuertes se presentan entre las variables morfom3tricas largo-3rea, seguida de la asociaci3n entre las variables batim3tricas profundidad del fondo-3ndice de altura. Tambi3n se observa una buena correlaci3n entre el 3rea de agregaciones y la energfa retrodispersada (NASC).

La aplicaci3n preliminar del an3lisis de componentes principales (ACP), en donde se utilizaron todas las variables originales como activas, entreg3 un total de cuatro componentes calificando como principales con una explicaci3n de la variabilidad de un 80,1%, presentando un valor de la medida de suficiencia de muestreo (MSA) igual a 0,51 considerado insuficiente para la aplicaci3n de un an3lisis factorial, siendo recomendado un valor sobre 0,6 (Hair *et al.*, 1999).



Posteriormente y mediante sucesivas aplicaciones de ACP combinando mediante la eliminaci3n y posterior incorporaci3n de cada variable original, el mejor valor de la MSA se logr3 con la exclusi3n de la variable batim3trica profundidad de agregaciones, la morfom3trica per3metro y la de energ3a densidad ac3stica llegando a un valor de 0,67.

De acuerdo al criterio de selecci3n 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 componentes 1, 2 y 3 cumplen la condici3n, explicando en conjunto el 85,4% de la variabilidad total.

La **Tabla 30** entrega los valores propios y la proporci3n de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los siete componentes. El componente m3s importante es el componente 1 el que presenta un valor propio de 3,7 y explica el 46,1% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 1,72 explicando el 21,5% de la variabilidad. El tercer componente explica el 17,8% de la variabilidad con un valor propio de 1,4. La representaci3n gr3fica del porcentaje de variabilidad explicada por cada uno de los componentes principales se aprecia en la **figura 60**.

La **Tabla 31** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en 3sta se observa que los descriptores 3rea, largo y NASC se asocian principalmente con el componente 1 mientras que el componente 2 se asocia con los descriptores elongaci3n y dimensi3n fractal

La representaci3n gr3fica de los dos componentes con las variables originales se observa en la **figura 61**, en ella destaca principalmente la asociaci3n entre 3rea y energ3a retrodispersada, indicando que las agregaciones de mayor tama3o



presentaron mayores valores de NASC promedio, esta relaci3n sucede pues la densidad promedio de las agregaciones fue similar en toda el 1rea de estudio, dado que la densidad nunca present3 diferencias significativas entre ca3ones, zonas o rangos de fondo. Otra situaci3n observada es la directa asociaci3n entre las variables profundidad del fondo e 3ndice de altura, las que se encuentran orientadas en el mismo sentido, esta proporcionalidad directa deja en evidencia que ante aumentos de la profundidad del fondo, el recurso no aumenta su profundidad sino que se mantiene en la columna de agua generando un aumento en el descriptor 3ndice de altura, comportamiento observado en los an1lisis anteriores.



## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

---

El stock de merluza del sur estuvo conformado en ambos sexos por un porcentaje mayoritario de ejemplares adultos que contribuyeron en conjunto con el 79% de la abundancia y el 91% de la biomasa.

Aunque el estimado medio de biomasa de merluza del sur (55.632 t) representa un aumento del 31% con respecto al estimado medio de biomasa estimado para similar área y período de estudio del año 2005, se mantiene en el rango inferior de lo registrado en el período comprendido en el período 2000-2005. Similar escenario se observa en términos de la abundancia del stock, a pesar del aumento en su tamaño del 51% en relación al año 2005.

En lo referente a su distribución espacial, la merluza del sur estuvo presente en toda el área de estudio con las mayores concentraciones localizadas en los sectores aledaños asociados a los cañones de profundidad existentes en la zona de estudio. Teniendo en consideración los desplazamientos que efectúa la merluza del sur, es usual que su distribución espacial presente variaciones entre los distintos cruceros al interior del área de estudio, situación observada durante el presente estudio en comparación a los cruceros previos (Córdova *et al.*, 2006), especialmente en lo que se refiere a la importancia relativa de cada zona de concentración.

El centro de masa de la distribución de la merluza del sur se situó en los 45°20'S, posición similar a la observada en los cruceros previos donde se han estimado valores que han fluctuado entre los 45°16'S y 45°25'S. El grado de agregación



estimado para el stock de merluza del sur o 3ndice Gini se estim3 en 0,8 valor inferior a lo registrado en los a3os 2004 y 2005 cuando alcanzaron a 0,91 y 0,97, respectivamente.

En lo que respecta a la composici3n de talla de merluza del sur en los cruceros de investigaci3n entre el 2001 y 2007, los que se han centrado en los per3odos y 3reas de m3xima actividad reproductiva, se caracteriza por una estructura principalmente adulta, registrando pertenecer a un mismo grupo de familia de distribuci3n, con una moda principal entre 70 y 99 cm; pudiendo registrarse otras modas de ejemplares juveniles pero de menor importancia. Esta caracter3stica confirma la concentraci3n reproductiva de la fracci3n adulta del recurso durante el per3odo de desove; concentraci3n que es debido a un posible desplazamiento migratorio de la fracci3n adulta desde zonas localizadas al norte y sur del 3rea de estudio, como tambi3n de aguas interiores (Aguayo *et al.*, 2001).

No obstante que la estructura de talla de merluza del sur no registra fuertes cambios durante el per3odo considerado (2001 y 2007). El a3o 2007 registra una tendencia opuesta a los graduales cambios observados entre el 2001 y 2005, como es el gradual desplazamiento de las distribuciones de tallas hacia ejemplares adultos de mayor talla, el gradual aumento del predominio de las hembras y decrecimiento de la presencia de los juveniles, factores que explican los cambios de abundancias y biomاسas como en la estructura demogr3fica del stock evaluado durante el per3odo reproductivo de la especie para el 2007. Estas variaciones en sentido espacial y temporal se podr3an considerar como propias del proceso reproductivo.



El predominio de las hembras y su gradual incremento de su presencia en el área también se ha descrito en las estructuras de las capturas comerciales de la flota arrastrera fábrica a partir de 1996 (Céspedes *et al.*, 2006). Los factores que explicarían esta tendencia de la proporción sexual no han sido bien dilucidados, aunque podrían considerarse como efecto de una segregación espacial en la distribución de ambos sexos, generando una mayor disponibilidad de las hembras a los sistemas de pesca en uso

La distribución espacial de la distribución de tallas de la fracción adulta de merluza del sur durante los período y área de desove ha registrado variaciones, en particular durante los años 2005 y 2007 con la presencia de un gradiente latitudinal en la distribución de talla, ubicándose los ejemplares de mayor tamaño hacia el norte del área de estudio (Guafo) y las tallas adultas de menor tamaño en el sector sur del área. Estos cambios en la composición de la población de merluza del sur en el área de desove caracterizan a esta especie altamente dinámica, donde las fracciones juvenil y adulta tendrían patrones de distribución desagregados, con desplazamientos migratorios a lo largo de la zona sur –austral de Chile tanto por aguas exteriores e interiores.

En lo referente a los aspectos reproductivos, durante la primera parte del crucero de evaluación, el análisis de los estadios de madurez sexual mostró que la representación porcentual de las hembras desovantes fue baja. Sin embargo, es importante destacar que el proceso de hidratación que caracteriza a las hembras maduras se produce en un lapso aproximado a las 24 horas y al tener por lo tanto de una breve duración, su representación porcentual en los EMS generalmente aparece disminuida. Por el contrario, los peces desovados tuvieron una alta abundancia relativa, lo que es coincidente con lo observado el 2004 (Lillo *et al.*, 2005). En ambas ocasiones, el período de muestreo abarcó parte de agosto y



septiembre, pero en el presente a1o, la mayor abundancia del EMS 6 se observ3 a mediados de agosto y no en septiembre, que corresponder3a al t3rmino del per3odo de desove. En los muestreos realizados en los primeros d3as de este 3ltimo mes, se observ3 una elevada incidencia de peces desovantes, discordante con la tendencia a la baja de los EMS 4 y 5 durante el transcurso de agosto. Esta presencia de hembras en desove podr3a corresponder a una porci3n de la poblaci3n con caracter3sticas diferentes al resto de las hembras muestreadas en la zona de pesca. Se estima que durante el per3odo de muestreo del 2007, ocurrieron dos pulsos de desove, uno a comienzos de agosto y otro en los primeros d3as de septiembre.

La presencia de peces desovados en el grupo de longitud de 60-69 cm LT corresponder3a a un grupo de peces con maduraci3n gonadal temprana, lo que ya se hab3a observado en cruceros de evaluaci3n anteriores (Lillo *et al.*, 2005). En el grupo de 70-79 cm LT aparecen representados todos los EMS, y en forma paralela, el IGS de este grupo presenta un brusco aumento. Todos estos indicadores apuntan a que en este rango de tallas se ubica la talla media de madurez sexual de la merluza del sur (Lillo *et al.*, 2005; C3rdova *et al.*, 2006), que en este a1o correspondi3 a 71,4 cm LT.

El valor del IGS promedio del total de hembras fue s3lo de 2,6, comparable al IGS de 2,7 del 2004 pero inferior a los 3,9 del 2005. Este valor central tiende a ser menor cuando la proporci3n de peces inmaduros y desovados aumenta. Por eso es importante caracterizar el valor del IGS para cada EMS. En el caso del EMS 4, alcanz3 este a1o a 11,6, similar a los valores de 11,2 y 11,8 del 2004 y 2005 (Lillo *et al.*, 2005, C3rdova *et al.*, 2006).



En la merluza del sur, la talla media de madurez sexual (talla 50%) se ha mantenido relativamente constante en los 3ltimos a3os (Aguayo *et al.*, 2001), variando entre 71,4 y 75,3 cm LT (Balbont3n y Bravo, 1993; C3rdova *et al.*, 2006). Estas fluctuaciones pueden reflejar la variabilidad natural de este par3metro de un a3o a otro, pero no se descarta que puedan influir los cambios en la distribuci3n espacial de juveniles y adultos, como fue el caso del crucero del 2003 en que no estuvieron presentes en las muestras los ejemplares juveniles o en muy bajo n3mero (Lillo *et al.*, 2003), lo que dificulta el ajuste de los datos a una curva log3stica, por la falta de observaciones en la rama izquierda de la curva.

La fecundidad modal promedio de este a3o fue de 2.475.969 ovocitos, valor que es cercano al estimado de 2.373.530 ovocitos del 2000 (Aguayo *et al.*, 2001). Aunque la merluza del sur ha presentado una estabilizaci3n en los 3ltimos a3os en lo que se refiere a la producci3n anual de huevos, es posible que al igual que el jurel de las costas de California (Macewicz y Hunter, 1993), se produzca una disminuci3n en la fecundidad modal a medida que avanza la temporada de desove. Esta posibilidad se hab3a planteado para la merluza del sur, considerando que los cruceros que abarcaban muestreos que inclu3an parte de septiembre, presentaban fecundidades promedio menores (C3rdova *et al.*, 2006). El 2007 correspondi3 a una situaci3n diferente a la de a3os anteriores, en el sentido de presentar un segundo pulso de desove los primeros d3as de septiembre, de mayor intensidad que en agosto, considerando como indicador el porcentaje de hembras en EMS 4 y 5, junto con un bajo porcentaje relativo de ejemplares desovados; adem3s, el IGS de las hembras fue alto, incluso mayor de lo observado en el curso de agosto.



El an3lisis del contenido estomacal de merluza del sur del presente estudio, confirman lo observado en los cruceros de prospecci3n realizados en el per3odo 2000-2005, esto es, una alimentaci3n de caracter3stica icti3faga donde su principal presa es merluza de cola (94,57% IRI), lo que sugerir3a una estabilidad espacio temporal en su alimentaci3n en el 3rea de estudio. Lo anterior, se podr3a atribuir a que la mayor3a de los est3magos analizados provienen de la fracci3n adulta, en donde se ha descrito una estabilidad en su estructura entre los a3os 2000 y 2005. Por otro lado, los resultados de contenido estomacal registrados en los cruceros confirman la baja diversidad en la dieta (presas), con caracter3stica del tipo estenofagia (C3rdova et al., 2006; Pool *et al.*, 1997), siendo la dieta basada pr3cticamente en merluza de cola.

Los resultados obtenidos durante los cruceros de prospecci3n, corresponden a una escala espacio temporal que reflejan el comportamiento alimentario en el 3rea de la prospecci3n. En una escala mayor, Pool *et al.* (1997) en un estudio anual que cubri3 todo el 3rea de la pesquer3a sur austral de aguas exteriores, describieron variaciones espaciales y temporales en la alimentaci3n de merluza del sur y donde la importancia de la presa merluza de cola cede frente a la presa merluza de tres aletas en zonas al sur del paralelo 47° S. Esto indicaría que la importancia de una presa est3 en relaci3n a la variaci3n espacio-temporal de su propia distribuci3n y de su predador. Al respecto, estudios de din3mica tr3fica de merluza del sur en aguas interiores de las X y XI regi3n han registrado como dieta principal tambi3n a la merluza de cola, aunque adem3s, tambi3n se ha registrado la presencia de canibalismo y modificaciones en la dieta en ejemplares juveniles (< 30 cm) de merluza del sur, donde la dieta principal deja de ser merluza de cola dando paso a una dieta basada en presas de menor tama3o como peces peque3os (mict3fidos) y crust3ceos (Lillo *et al.*, 2007).



## 7. CONCLUSIONES

---

- La biomasa de merluza del sur se estim3 en 55.632 toneladas ( $LC_{\alpha=5\%} = 44.634 - 66.580$ ), valor 31% superior al observado durante el crucero de agosto del 2005. La fracci3n adulta represent3 el 91% de la biomasa estimada con 50.625 toneladas.
- La abundancia de merluza del sur se estim3 en 15.600.407 ejemplares, compuesta por 8.137.796 (52,2%) de machos y 7.462.611 (47,8%) a hembras. En t3rminos del tama1o del stock, la abundancia estimada represent3 una variaci3n de +51% en relaci3n al a1o 2005.
- La biomasa y abundancia estimadas para la merluza del sur se ubican en el rango inferior de los valores estimados en el per3odo 2000-2007
- La distribuci3n del recurso abarc3 toda el 1rea de estudio, con el centro de gravedad de la distribuci3n localizado en los 45°16'S, manteni3ndose en el rango de valores durante los estudios realizados entre los a1os 2000 y 2005 y un 3ndice de concentraci3n de o de Gini de 0,85, que se corresponde con el proceso reproductivo del recurso.
- La estructura de talla de merluza del sur entre el 2001 y 2007 mantiene la composici3n adulta, sobre la base de una moda principal entre los 70 y 99 cm.
- La composici3n de talla en los seis a1os de estudio no ha registrado gran variaci3n, sugiri3ndose que la estructura provendr3a de una similar familia de distribuci3n que se concentra en el 1rea y per3odo de desove.



- El a1o 2007 se caracteriza por el predominio de los machos (52%), a diferencia de los cinco a1os de cruceros de investigaci3n anteriores, en donde la proporci3n sexual se caracteriz3 por un gradual predominio de las hembras respecto de los machos..
- La fracci3n adulta en el 2007 registr3 un gradiente latitudinal (similar al a1o 2005), la moda adulta registr3 un gradual desplazamiento de tallas adultas de mayor talla a adultas de menores tallas en sentido norte sur.
- El stock de merluza del sur estuvo compuesto en un 96% por los GE VI hasta XIX, con modas en los GE XIV y XV en machos y hembras respectivamente.
- El peso promedio de las merluzas del sur (3.566g) presenta tendencia descendente desde el crucero 2004, acompa1ado del correspondiente ascenso en la proporci3n de machos.
- La estimaci3n de la talla media de madurez mediante el m3todo de m1xima verosimilitud fue 71,4 cm LT, con l3mites de confianza del 95% de 71,1 y 71,6 cm. Esta talla se ha mantenido relativamente constante en los 1ltimos a1os, con valores entre 71,4 y 75,3 cm LT. Estas fluctuaciones pueden reflejar la variabilidad natural de este par1metro de un a1o a otro, pero no se descarta que puedan influir los cambios en la distribuci3n espacial de juveniles y adultos en el 1rea de pesca.
- La fecundidad modal promedio ( $\pm$  la desviaci3n est1ndar), fue de 2.475.969 ( $\pm$ 895.504) ovocitos. La fecundidad calculada en el presente estudio es la m1s



alta del rango de valores estimados en a1os anteriores y muy cercana a la estimaci3n del a1o 2000.

- La fecundidad relativa promedio, expresada como el n1mero de ovocitos por gramo de pez menos el peso de la g3nada, fue  $499 \pm 121$  ovocitos. La fecundidad media poblacional alcanz3 a  $2.363.500 \pm 250.192$  ovocitos.
- La amplitud de la dieta aparece dominada por unos pocos 3tems alimentarios, presentando una dieta icti3faga en la que predominan los tele3steos y una alta preferencia por una especie en particular, la merluza de cola (IRI=94,7%).
- La captura obtenida en los lances de pesca de identificaci3n estuvo compuesta por un total de 10 especies de las cuales 9 correspondieron a peces 3seos y 1 especie de condriccio.
- La merluza de cola fue la principal especie capturada participando en el 88,4% de la captura total, seguida de la merluza del sur que contribuy3 con el 6,9% de la captura total y en tercer orden de importancia la cojinoba del sur (3,2%). Las restantes especies presentaron capturas que no superaron el 1%.





## 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.

**Aguayo, M. y V. Ojeda. 1987.** Estudio de la edad y crecimiento d emerluza común (*Merluccius gayi gayi* Guichenot, 1848) (Gadiformes-Merlucciidae). Invest. Pesq. (Chile) 34: 99-112.

**Aguayo, M. 1971.** Determinación de edad en la merluza común (*Merluccius gayi*) (Guichenot 1848), mediante la lectura de otolitos. Bol. Cient. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile 16:49.

**Aguayo, M. 1996.** Biology and fisheries of Chilean hakes (M. *gayi* and M. *australis*). En: Hake, Fisheries, ecology and markets. Ed. J. Alheit y T. Pitcher. Capman y Hall. Fish and Fisheries Series 15. 478p.

**Aguayo, M., R. Céspedes, F. Balbontín, R. Bravo, V. Catasti, P. Gálvez, y L. Adasme. 2001.** Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Informe final proyecto FIP 99-15.

**Balbontín, F. y R. Bravo. 1993.** Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 28:111- 132.



- Balbontín, F. y W. Fischer. 1981.** Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 17(3): 285-334.
- Beamish, R. J. 1979.** Differences in the age of Pacific hake (*Merluccius productus*) using whole otoliths and sections of otoliths. J. Fish. Res. Board Can. 36:141-151.
- 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. 2002.** Geoestadística en hidroacústica. Apuntes de curso. IRD-UCV. 48 pp.
- Bodholt, H. 1991.** Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21.
- 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., Z. Young, V. Ojeda, F. Cerna, L. Adasme, H. Hidalgo, H. Miranda y C. Vera. 2006.** Informe Final Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2005.



**C3rdova, J., R. C3spedes, V. Ojeda, F. Balbont3n., P. Rojas., 3. Saavedra, M. Barbieri, y J. Saavedra. 2006.** Evaluaci3n del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola. Zona Sur Austral. Proyecto FIP 2005-04. IT/FIP/2005-04.

**Clarke, K. R. & R. M. Warwick. 1994.** Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 144p.

**Clifford, H.T. & W. Stephenson. 1975.** An introduction to numerical classification. Academic Press, Inc., London, 229p.

**Cressie, N. 1993.** Statistics for spatial data (Revised edition). J. Wiley & Sons.

**Chilton, D. E. y R. Beamish. 1982.** Age determination methods for fishes studies by the groundfish. Programa at the Pacific Biological Station. Can. Pacific Fish. Aquat. Sci. 60: 102 p.

**Dark, T. 1975.** Age and growth of Pacific hake, *Merluccius productus*. Fish. Bull., 72(2).

**Dioses, T. 1985.** Edad y crecimiento de la merluza *Merluccius gayi peruanus* (G). I Congreso nacional de Biolog3a Pesquera. A. Tresierra (Ed). 65-69p.



**Farías, J.; Tascheri R., J. Sateler, J. Merino, O. Carrasco; J. González; E. Díaz; V. Ojeda, J. Olivares, R. Gili, R. Bravo, L. Cid. 2003.** Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigaci3n Situaci3n Pesquería Demersal Zona Centro - Sur, 2002. IFOP - SUBPESCA.

**Fischer, W. y F. Balbontín.** 1970. On the investigation of ovarian cycle and fecundity of fish with special reference to partial spawwers. *Berichte der Deutschen Wiss. Komm. für Meeresforschung* 21: 56-77.

**Foote, K.G.; Knudsen, H.P.; Vestnes, G.; MacIennan, D.N. y Simmonds, E.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.

**Gayanilo, F. C., M. Soriano and D. Pauly.** 1988. A draft guide to the compleat ELEFAN. International Center for Living Aquatic Resources Management. ICLARM Contribution 435, 65 págs.

**Hair, J.F., R.E. Anderson, R.L. Tatham y W.C. Black.** 1999. Análisis Multivariante, 5° ed. Prentice Hall Iberia, Madrid, 832 pp.

**Hulbert, S.** 1978. The measurements of niches overlap and some relatives. *Ecology* 59: 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.
- Kalikhman, I. 2002.** Patchy distribution fields: sampling distance unit and reconstruction adequacy. *ICES Journal of Mar. Science*, **58**: 1184-1194.
- Lillo, S., J. Córdova y A. Paillamán. 1996.** Target strength measurements of hake and jack mackerel. *ICES. J. of Mar. Sci.* 53: 267-271
- Lillo, S., V. Ojeda, R. Céspedes, F. Balbontín, A. Saavedra, R. Bravo, L. Adasme y M. Rojas. 2002.** Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Proyecto FIP 2001-19. Informe Prefinal. 86 pp + figs y anexos.
- Lillo, S., R. Céspedes, F. Balbontín, V. Ojeda, y A. Saavedra. 2003.** Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2003. Proyecto FIP 2003-09. Informe Prefinal. 103 pp + figs y anexos.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, R. Bravo, A. Saavedra, M Barbieri y C. Vera. 2005.** Evaluación hidroacústica de stock desovante de merluza del sur y merluza de cola, en la zona sur austral, año 2004. Proyecto **FIP 2004-07**. Informe Final. 36 pp + figs y anexos.



**Macewicz, B. y J. R. Hunter. 1993.** Spawning frequency and batch fecundity of jack mackerel *Trachurus symmetricus*, off California during 1991. CalCOFI Rep. 34: 112-121.

**Ojeda V. y M. Aguayo. 1986.** Edad y crecimiento de merluza del sur (*Merluccius australis*) (Gadiformes - Merlucciidae).

**Petitgas, P. 1991.** Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 p.

**Petitgas, P. y J. Prampart. 1993.** Global estimation:  $\sigma^2/n$  and the geostatistical estimation variance. En: Rapport of the workshop on the applicability of spatial techniques to acoustic survey data. Ices cooperative research report N° 195, Appendix B.

**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.

**Picquelle, S. y G. Stauffer. 1985.** Parameter estimation for an egg production method of Northern anchovy biomass assessment. NOAA Technical Report, NMFS 36: 7-15.

**Rencher, A. 1995.** Methods of multivariate análisis. New York. Wiley. 627 p.

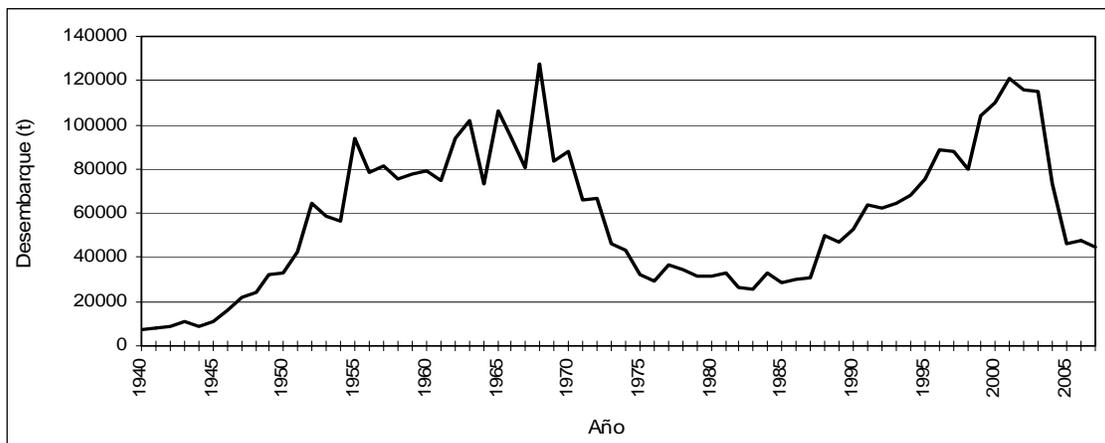
**Rivoirard , J. Simmonds, K. Foote, P. Fernandes y N. Bez. 2000.** Geostatistics for estimating fish abundance. Ed. Blackwell. 345 pp.



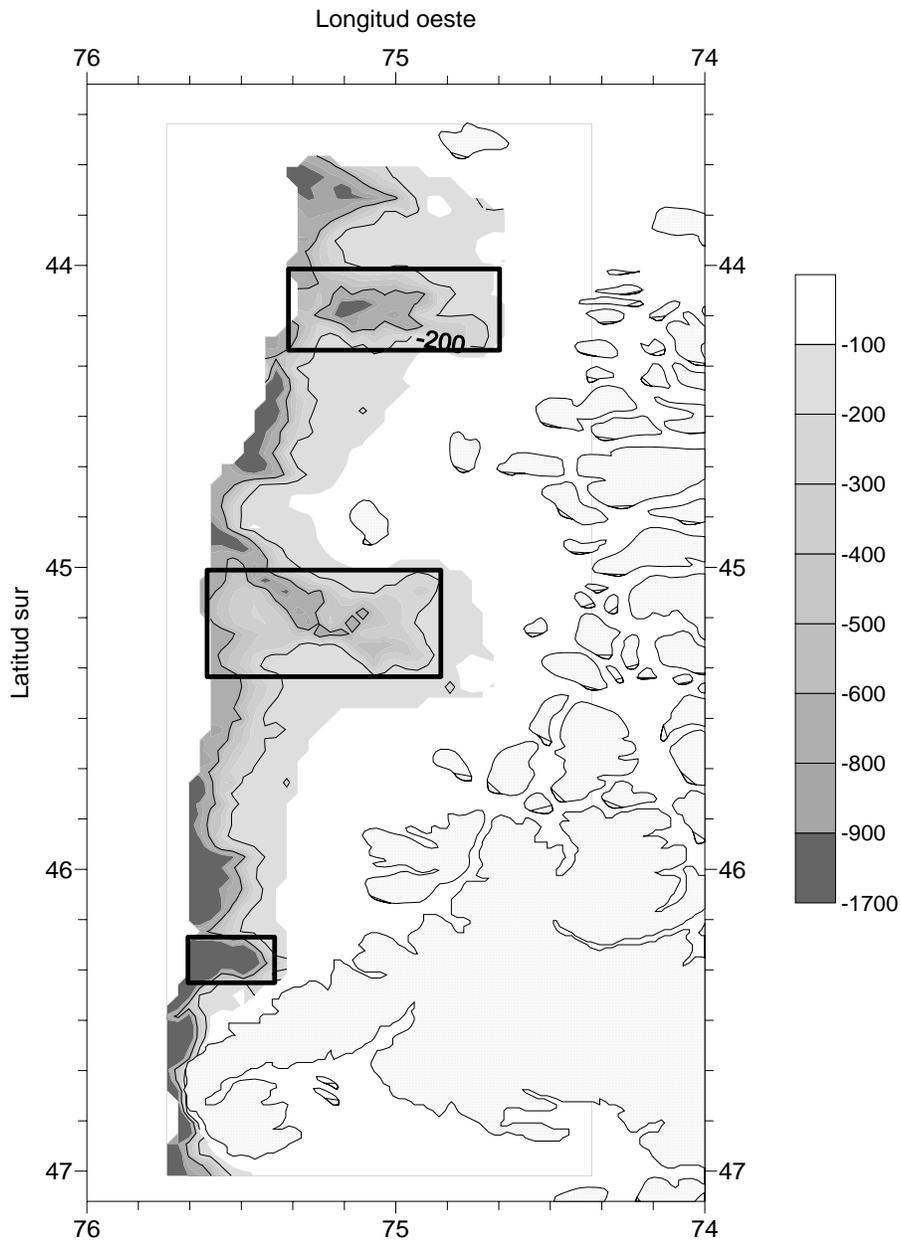
- Rossi, R. E., Mulla, D. J., Journel, A. G. y Franz, E. H. 1992.** Geostatistical tools for modelling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecological Monographs* 62: 277-314.
- Simmonds , J., y D. MacLennan. 2005.** Fisheries acoustic. Chapman & Hall, 548 p.
- Southward, G 1976.** Sampling landings of halibut for age composition Int. Halibut comm. Sci. Rep. 58;31 pp.
- Scalabrin, C. 1997.** Identification acoustique des especes pelagiques a partir d'atributs discriminants des bancs de poissons monospecificues. These. 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.
- Tascheri, R., J. Sateler, J. Merino, J. González, V. Ojeda y J. Olivares. 2002.** Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales 2001, Pesquería Demersal Zona Centro Sur. Informe Final SUBPESCA-IFOP.
- Vivanco, M. 1999.** Análisis estadístico multivariable. Editorial Universitaria, Chile. 233 p.
- Welch, D. and R. P. Foucher. 1988.** A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45:333-343.

# FIGURAS

---



**Figura 1.** Desembarques de merluza del sur (*Merluccius australis*). (Fuente: Aguayo, 1996; Sernapesca, 2006).



**Figura 2.** Area de estudio. Se se~alan las isol~neas de los veriles de 200 y 600 metros de profundidad y las zonas asociada a los ca~ones de profundidad presentes en la zona de estudio.

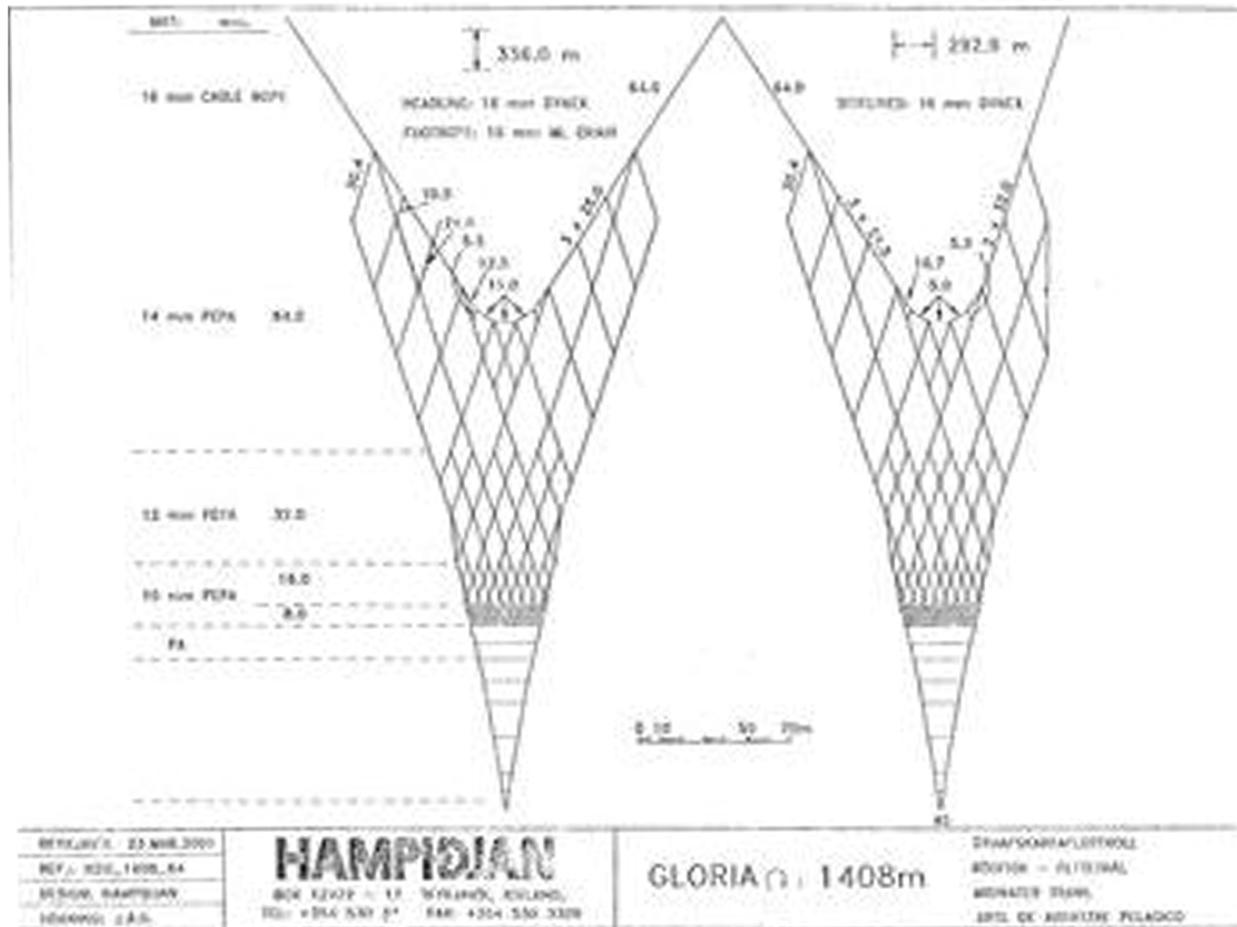


Figura 3. Red de media agua utilizada por el B/F Fr3susur IX.

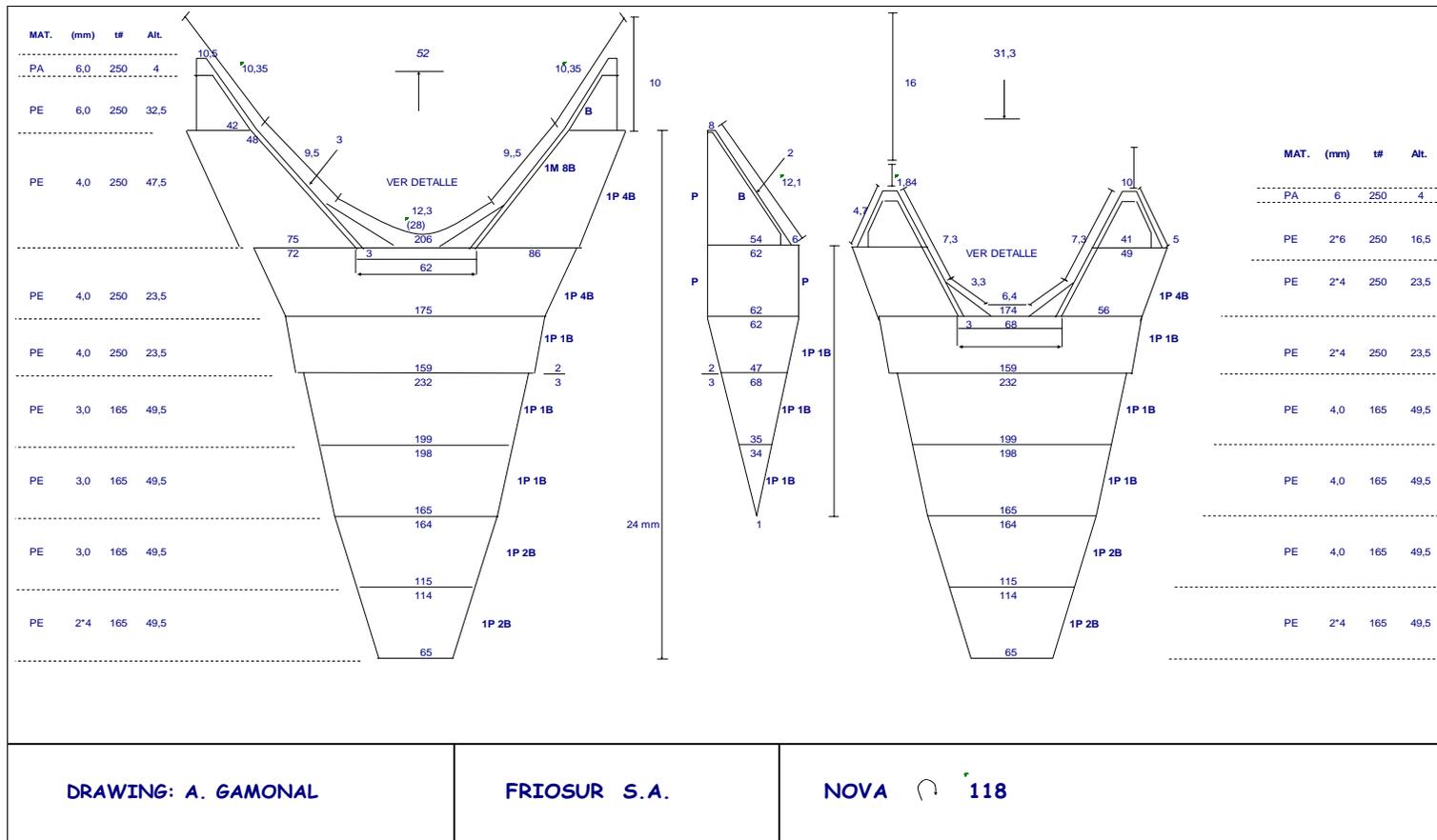
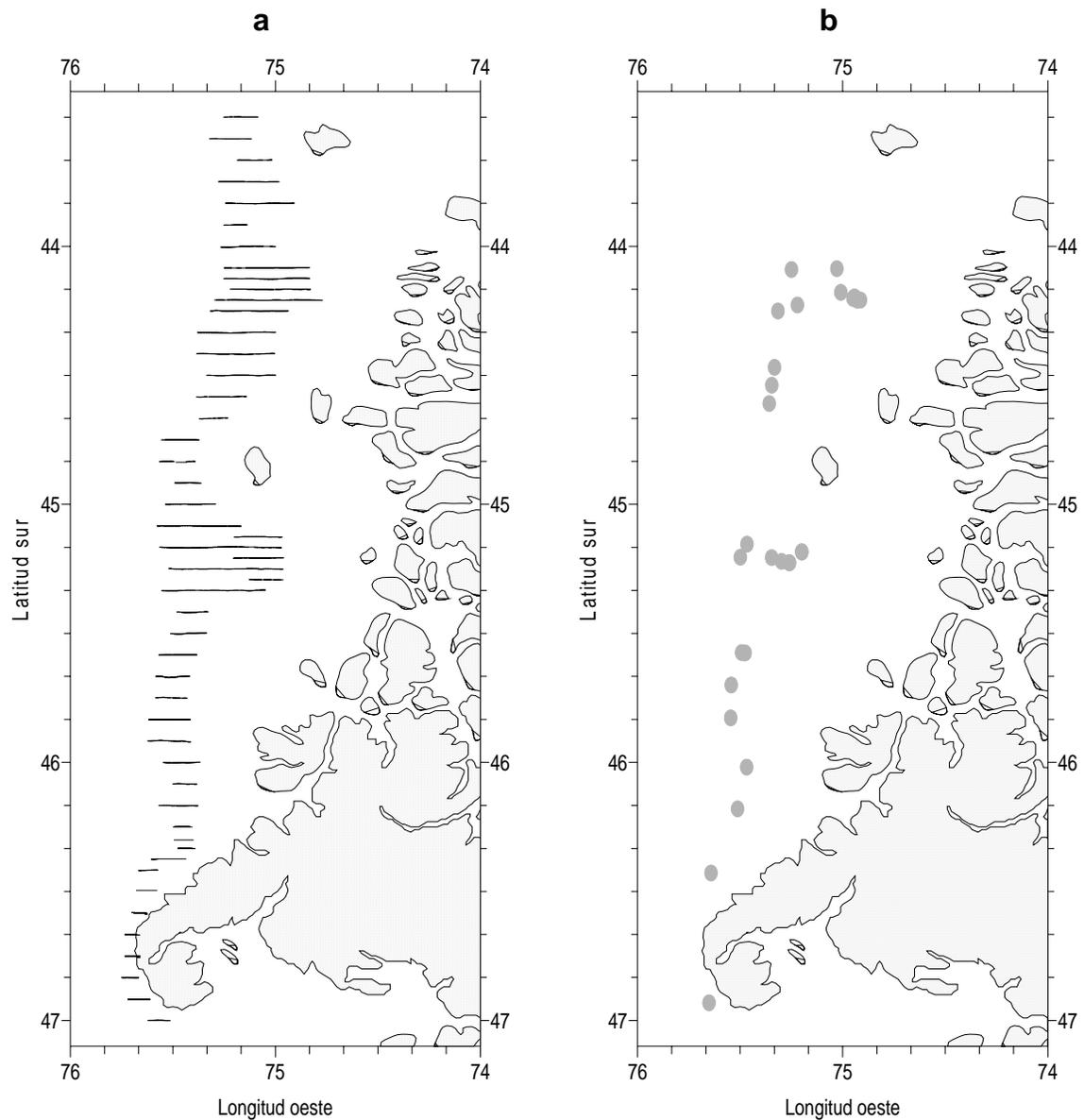
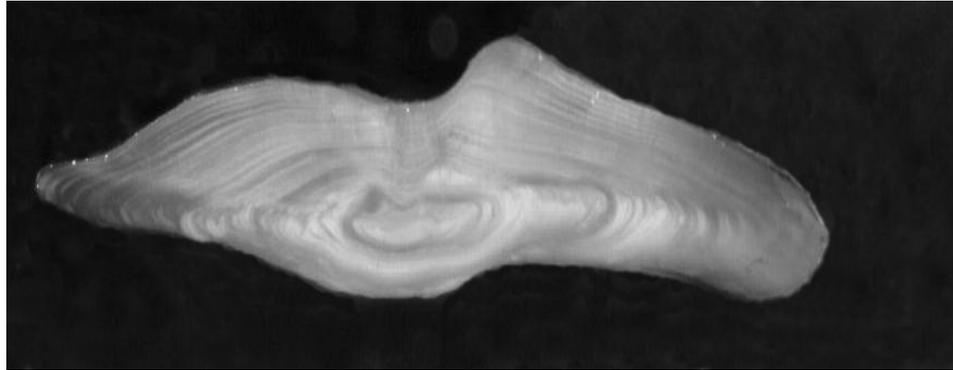


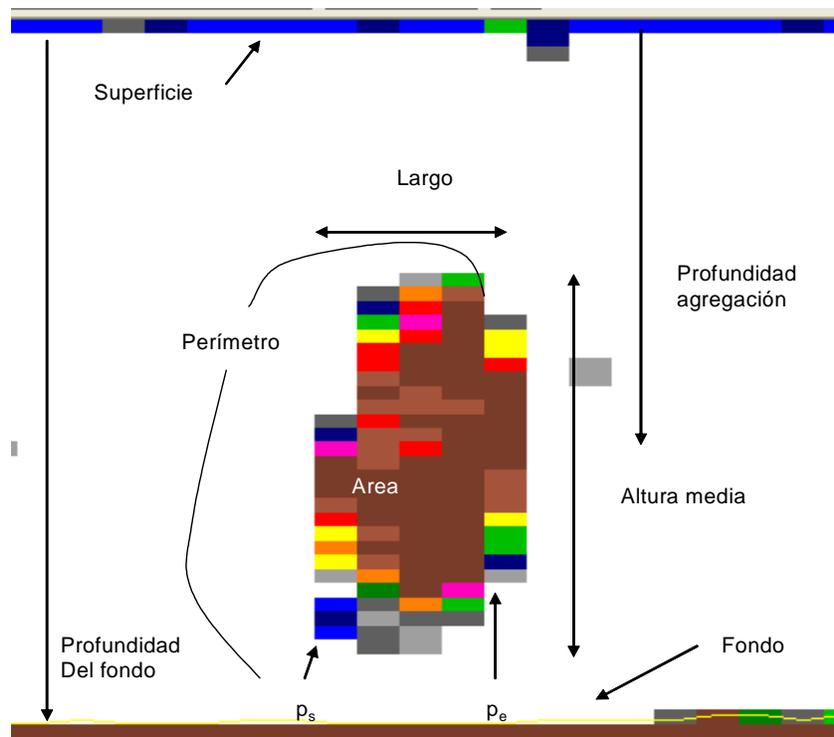
Figura 4. Red de fondo utilizada por el B/F Fríosur IX.



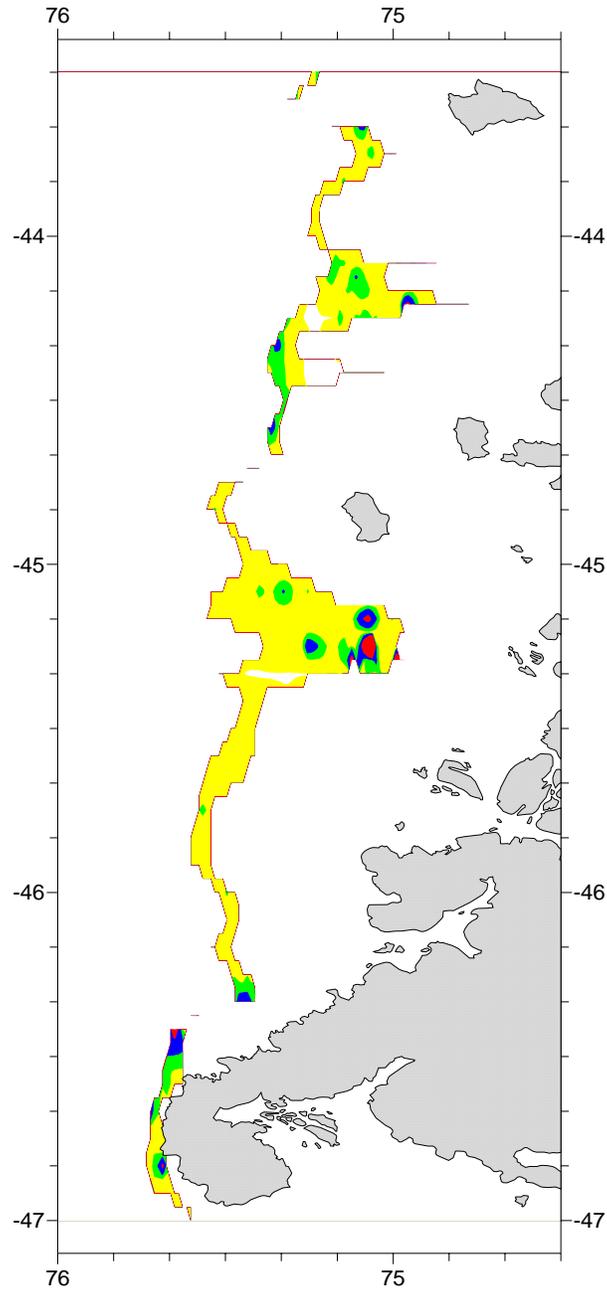
**Figura 5.** Localizaci3n de: a) transectas de muestreo ac3stico y, b) lances de pesca de identificaci3n.



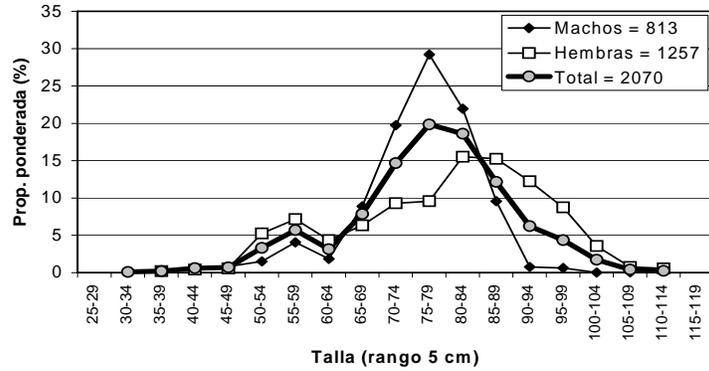
**Figura 6.** Vista de secci3n transversal de otolito de merluza del sur, perteneciente a un pez de 78 cm longitud total y edad 13años.



**Figura 7.** Descriptores de una agregaci3n.

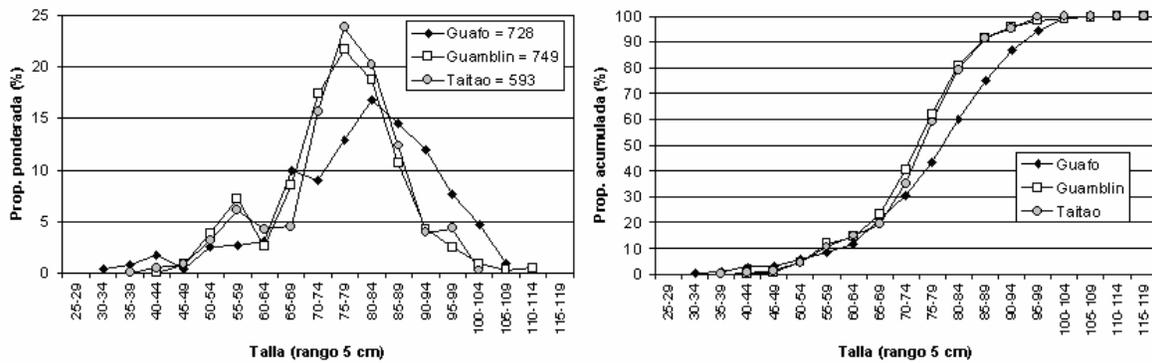


**Figura 8.** Distribuci3n espacial de la biomasa de merluza del sur. Agosto-septiembre 2007.



Indicador	Macho	Hembra	Total
n	813	1257	2070
Min. (cm)	32	38	32
Máx. (cm)	109	110	110
Prom. (cm)	75,4	79,2	77,0
D. est. (cm)	4,0	3,8	2,7
% < 70 cm	18,0	24,4	21,7
Pr. Sex. (%)	52,2	47,8	

**Figura 9.** Distribuci3n de talla de merluza del sur por sexo para el 1rea de estudio. Agosto-septiembre 2007.



Indicador	Guafo	Guambin	Taitao
n	728	749	593
Min. (cm)	32	42	39
Máx. (cm)	109	110	100
Prom. (cm)	79,9	75,8	76,4
D. est. (cm)	3,6	4,5	3,8
% < 70 cm	21,5	23,1	19,4
Mac:Hemb (%)	19 : 81	65 : 35	64 : 36

**Figura 10.** Distribuci3n de talla de merluza del sur por 1rea. Agosto-septiembre 2007.

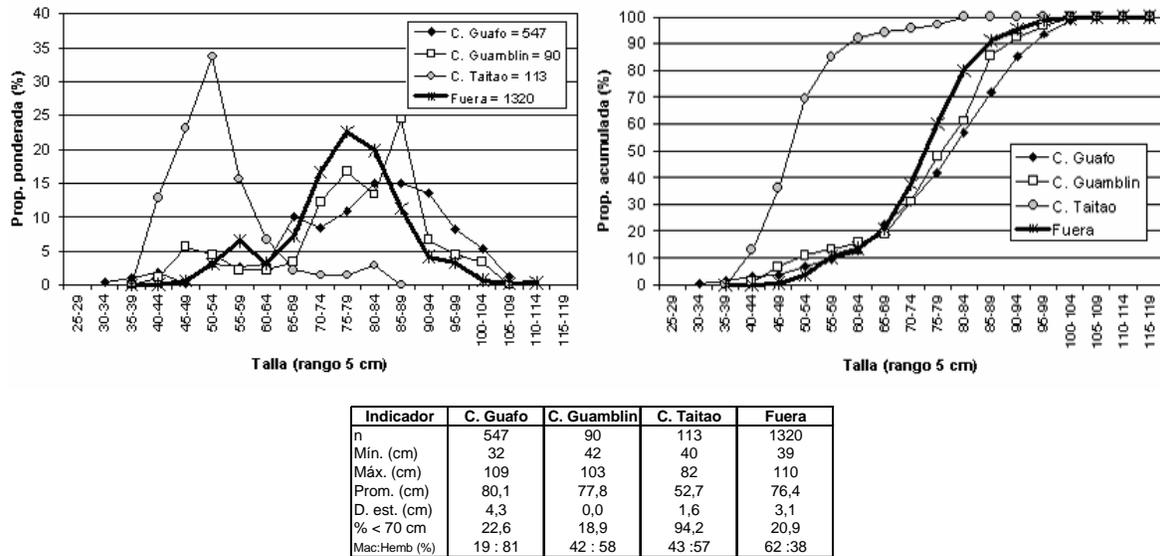


Figura 11. Distribuci3n de talla de merluza del sur por Ca3n3n y fuera de los ca3n3nes. Agosto-septiembre 2007.

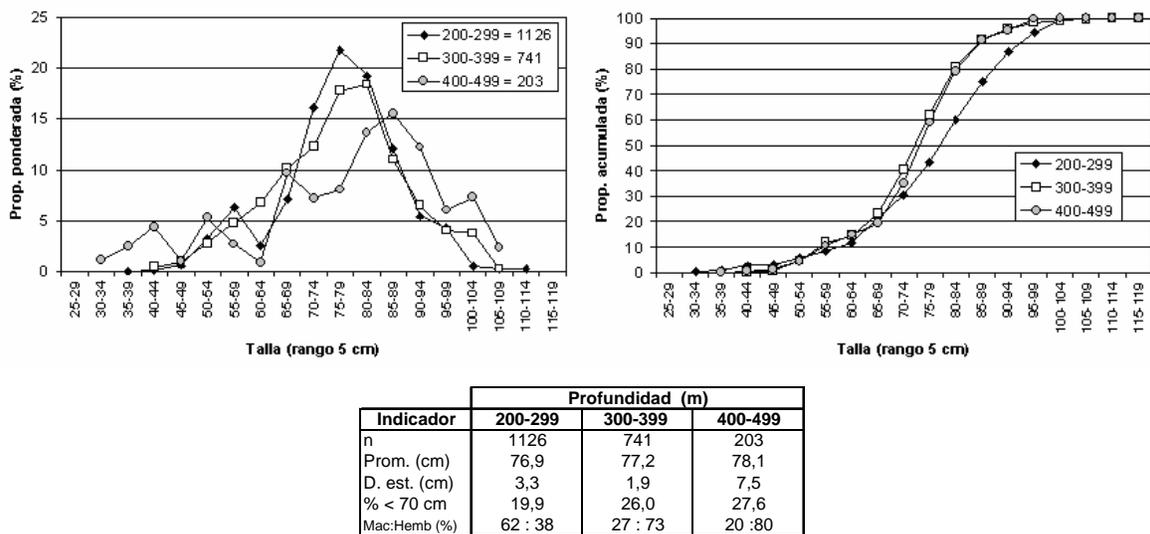
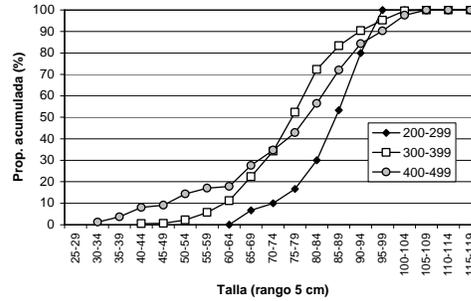
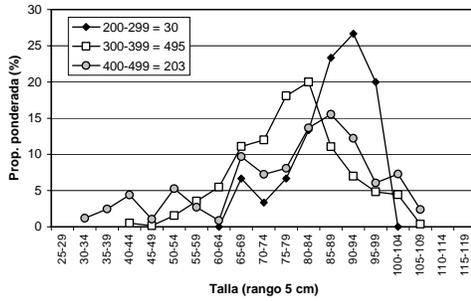


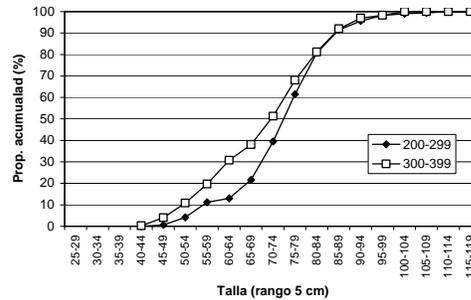
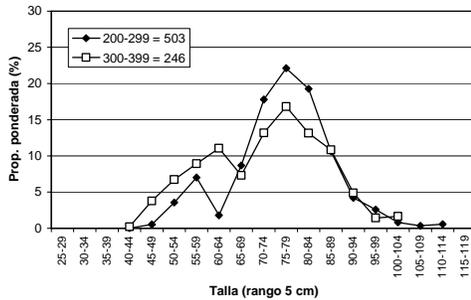
Figura 12. Distribuci3n de talla de merluza del sur por rango de profundidad (seg3n profundidad de relinga superior). Agosto-septiembre 2007.



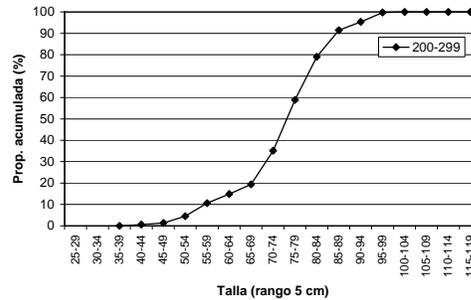
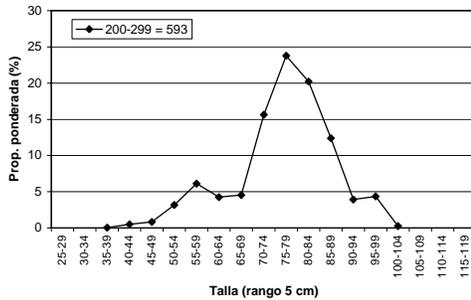
**GUAFO**



**GUAMBLIN**

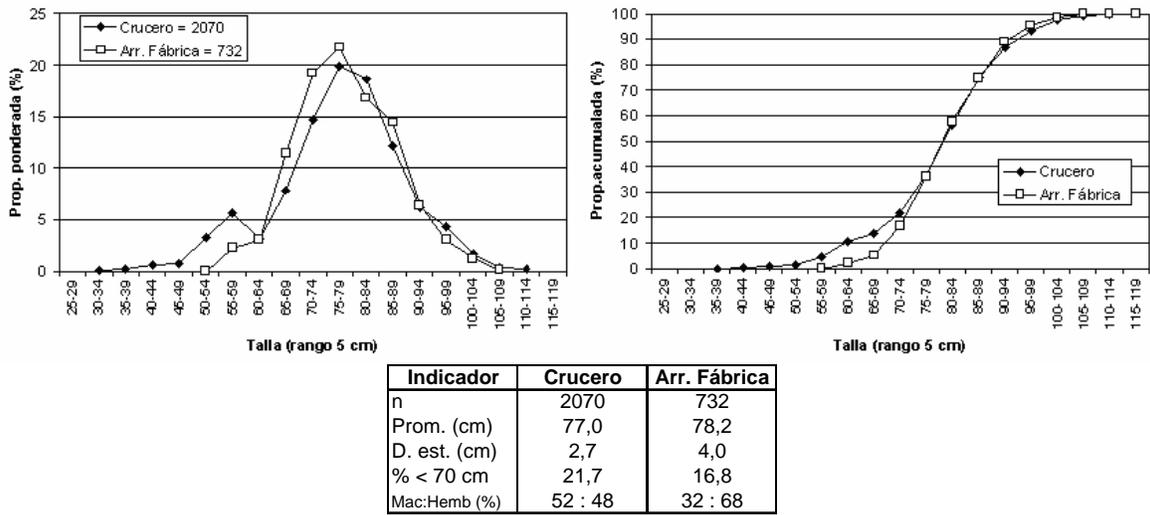


**TAITAO**

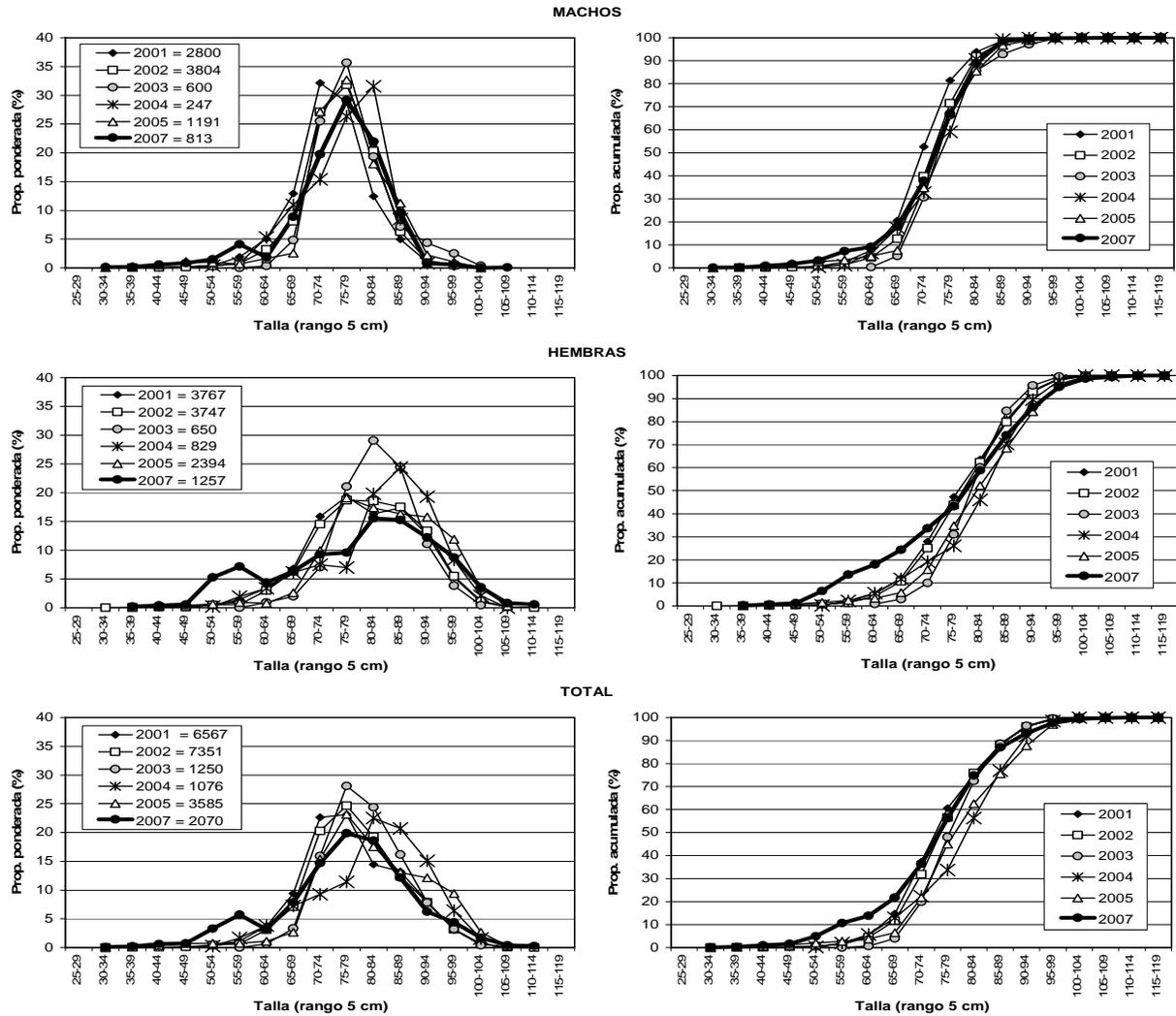


Zona	Indicador	200-299	300-399	400-499
Guafo	n	30	495	203
	Prom. (cm)	87,4	78,6	78,1
	D. est. (cm)	14,1	2,3	7,5
	% < 70 cm	6,7	22,3	27,6
	Mac:Hemb (%)	10 : 90	21 : 79	20 : 80
Guamblln	n	503	246	
	Prom. (cm)	76,1	72,5	
	D. est. (cm)	5,0	2,5	
	% < 70 cm	21,6	38,0	
	Mac:Hemb (%)	66 : 34	47 : 53	
Guamblln	n	593		
	Prom. (cm)	76,4		
	D. est. (cm)	3,8		
	% < 70 cm	19,4		
	Mac:Hemb (%)	64 : 36		

**Figura 13.** Distribuci3n de talla de merluza del sur por 1rea y rango de profundidad (seg3n profundidad de relinga superior). Agosto-septiembre 2007.



**Figura 14.** Distribuci3n de talla de merluza del sur del crucero investigaci3n (Friosur IX) y de la captura realizada por la flota arrastrera fábrica para el mismo per3odo y área de estudio. Agosto-septiembre 2007.



Año	Sexo	Talla prom. (cm)	D. Est. (cm)	< 70 cm (%)	Prop. Sexual (%)
2001	Macho	73	7,3	22,9	43
	Hembra	80	10,3	15	57
	Total	77	9,6	18,4	
2002	Macho	76	6,4	11,3	49
	Hembra	81	9,5	10,3	51
	Total	79	8,5	10,8	
2003	Macho	78	6,6	7,7	48
	Hembra	83	6,8	4	52
	Total	81	7	5,8	
2004	Macho	77	6,8	17,4	23
	Hembra	84	9,9	11,7	77
	Total	82	9,8	13	
2005	Macho	77	2	7,6	33
	Hembra	84	1,3	6,4	67
	Total	82	1,1	5,8	
2007	Macho	75	4,0	18,0	52
	Hembra	79	3,8	24,4	48
	Total	77	2,7	21,7	

**Figura 15.** Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por sexo para los cruceros hidroac3sticos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2007.

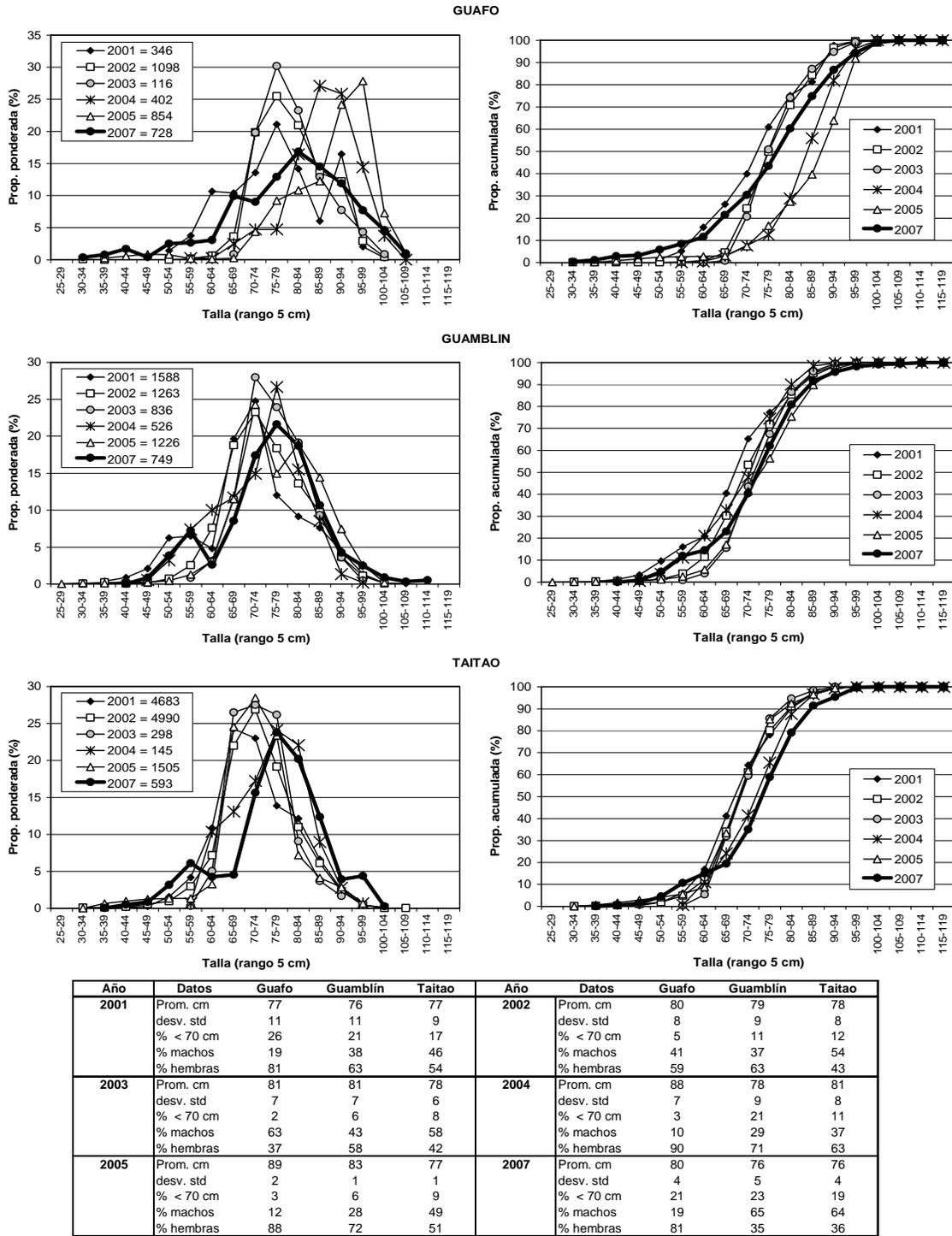
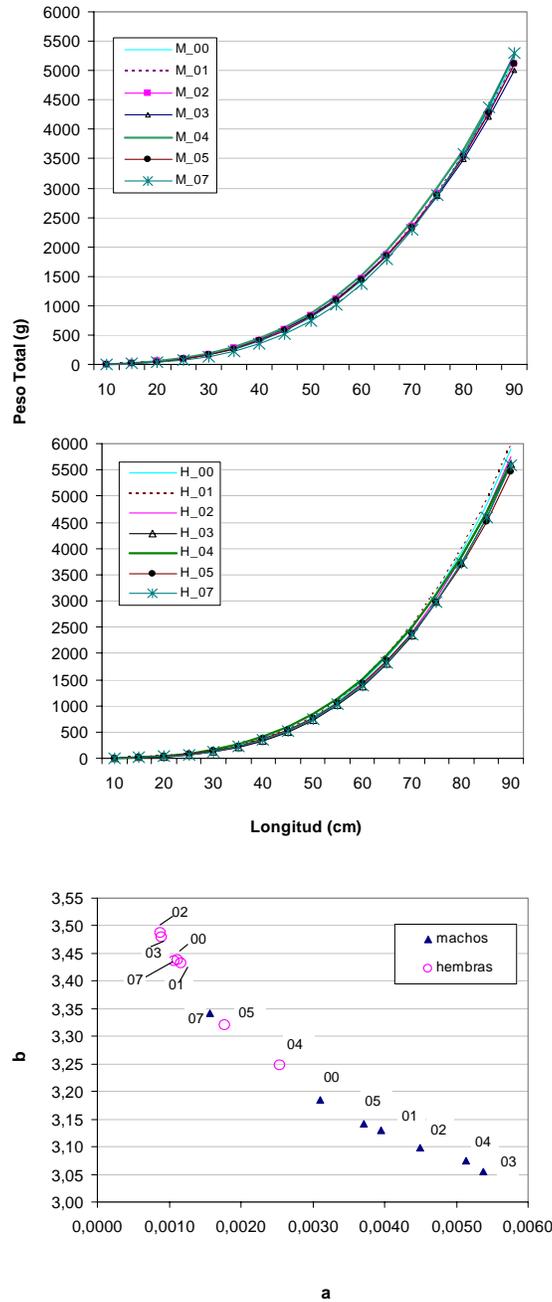
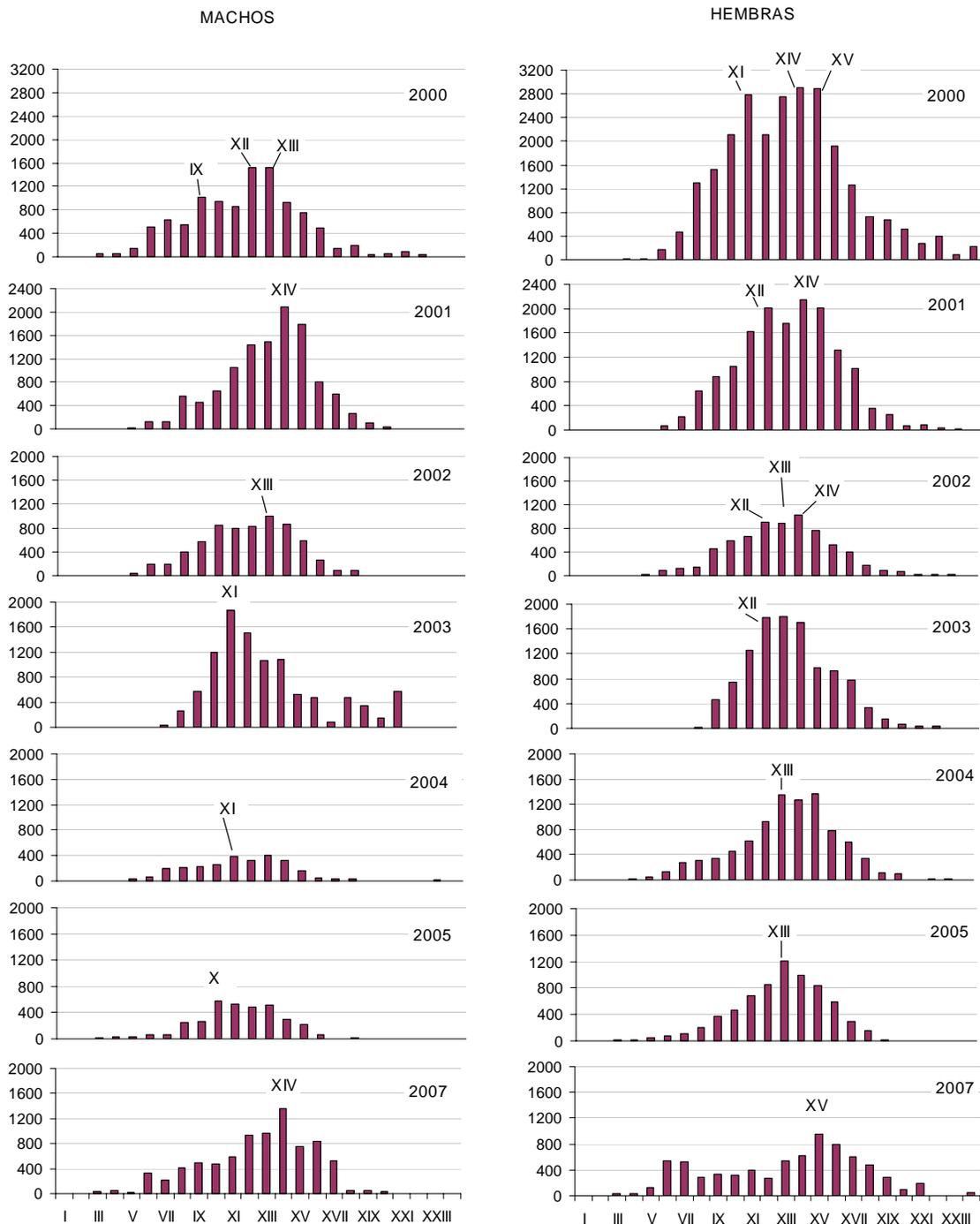


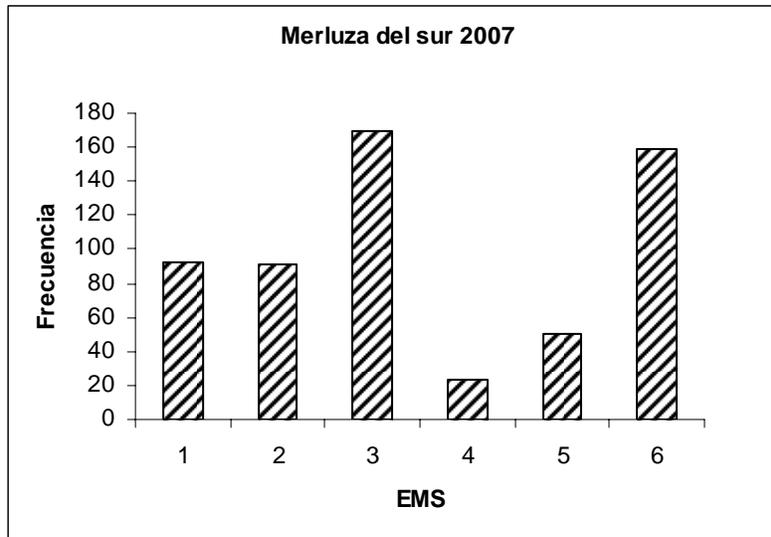
Figura 16. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por 1rea para los cruceros hidroac3sticos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2007.



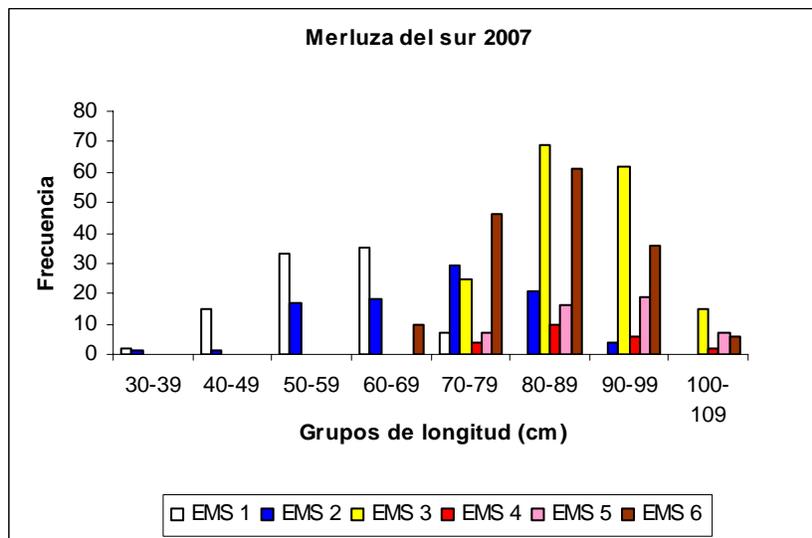
**Figura 17.** Comparaci3n de las funciones peso- longitud estimadas para merluza del sur por sexo M= macho, H= hembra, y representaci3n de los par3metros “a” (intercepto) y “b” pendiente de esta relaci3n en el per3odo 2000 - 2007, indicando el a3o de origen como 00, 01, 02, 03, 04, 05 y 07.



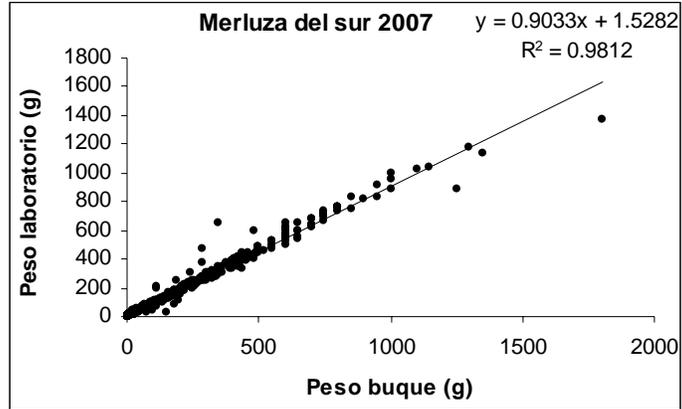
**Figura 18.** Abundancia por grupos de edad de merluza de cola, por sexo, presente en las evaluaciones directas efectuadas en el 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2007.



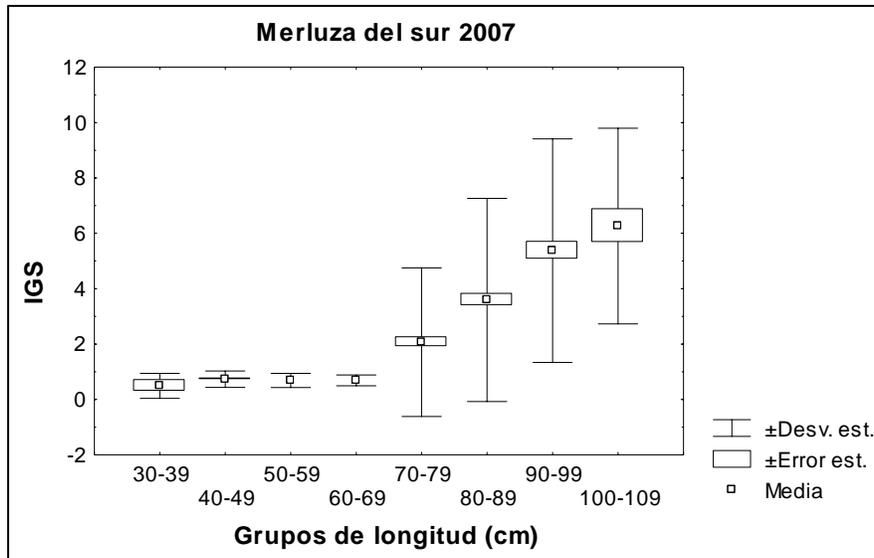
**Figura 19.** Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto y septiembre de 2007.



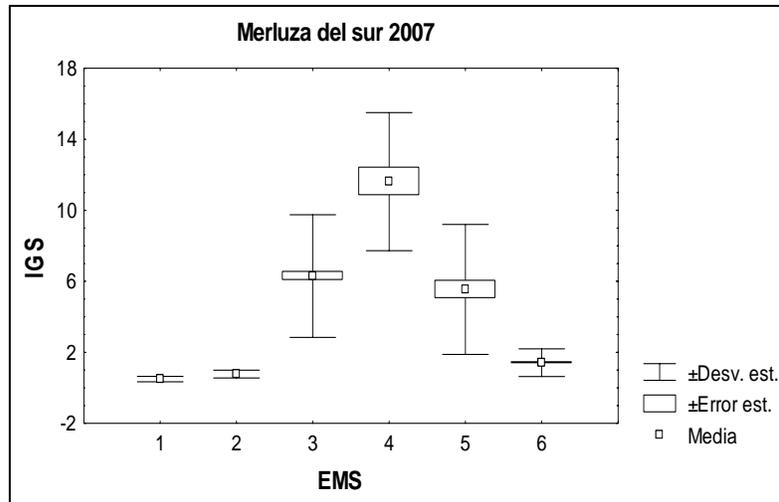
**Figura 20.** Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto y septiembre de 2007.



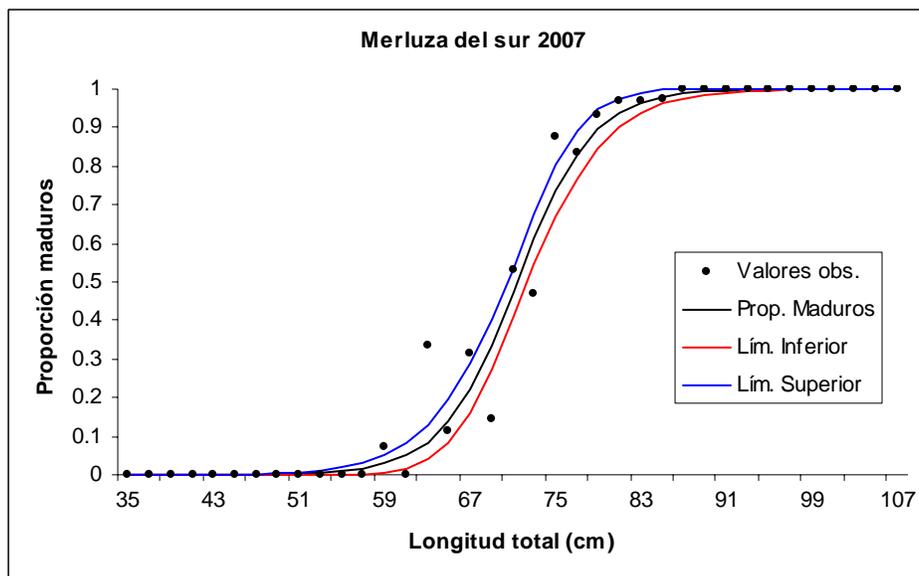
**Figura 21.** Relaci3n entre el peso de la g3nada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza del sur *Merluccius australis*.



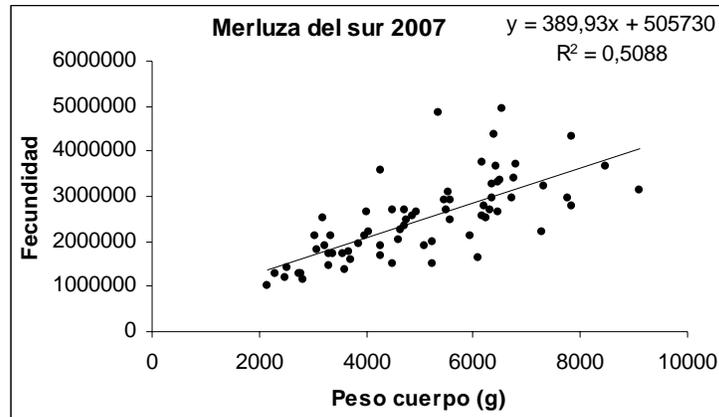
**Figura 22.** Valor promedio del 3ndice gonadosom3tico (IGS)  $\pm$  la desviaci3n est3ndar y el error est3ndar, en hembras de merluza del sur *Merluccius australis* de acuerdo a grupos de longitud total, en agosto y septiembre de 2007.



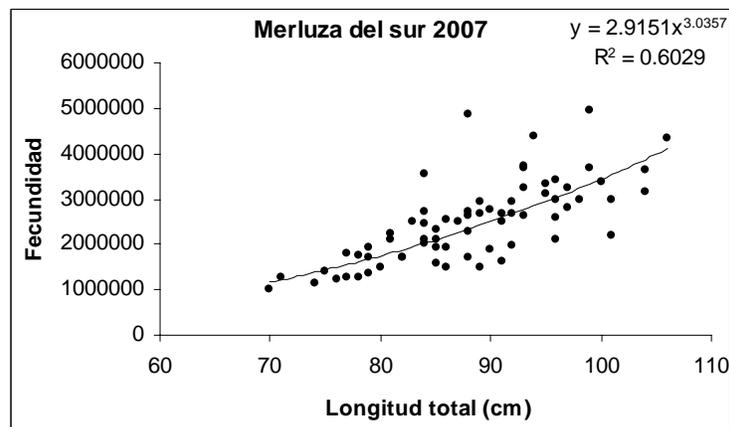
**Figura 23.** Valor promedio del 3ndice gonadosom3tico (IGS)  $\pm$  la desviaci3n est3ndar y el error est3ndar, para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto y septiembre de 2007.



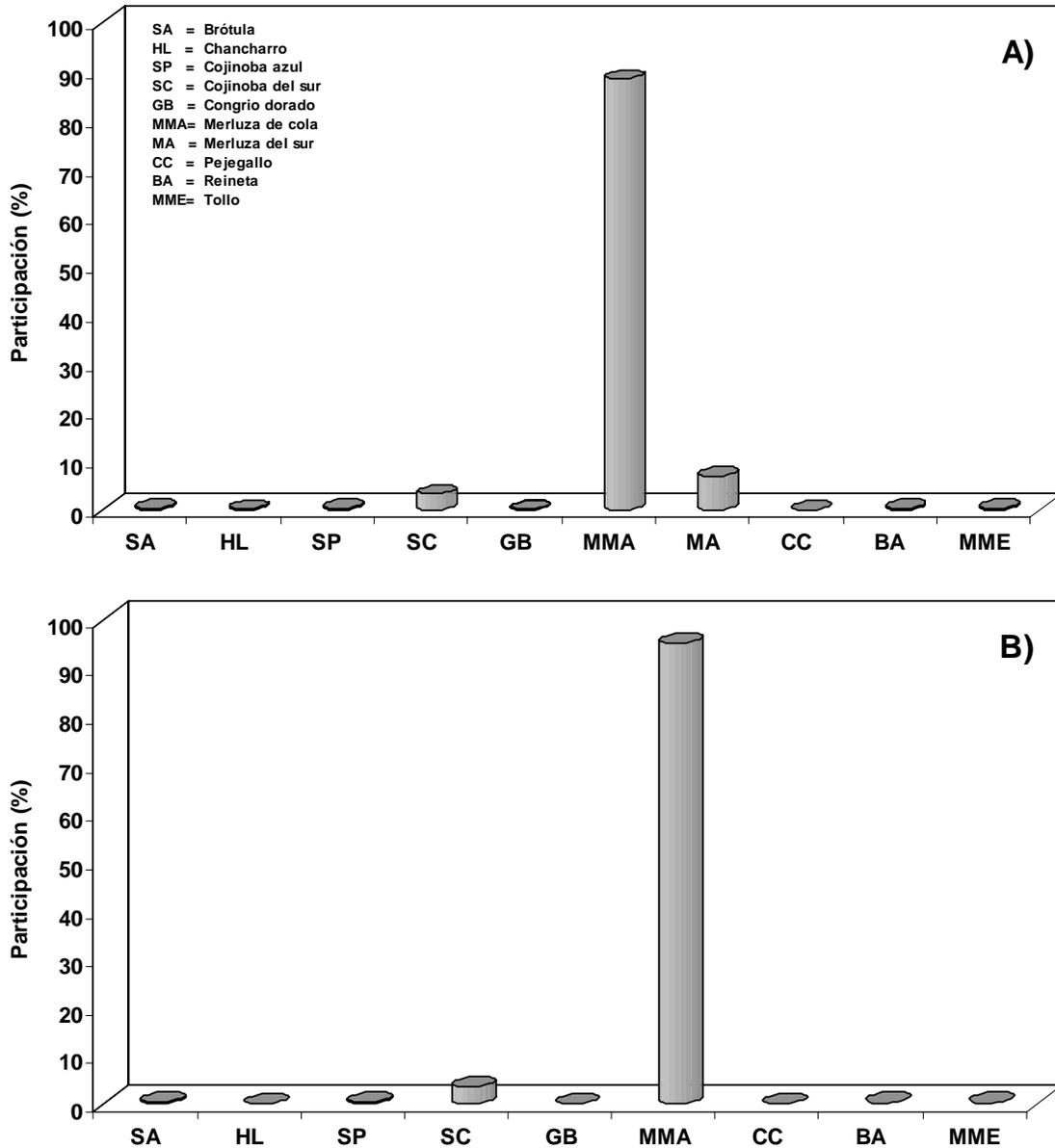
**Figura 24.** Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto y septiembre de 2007, con l3mites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.



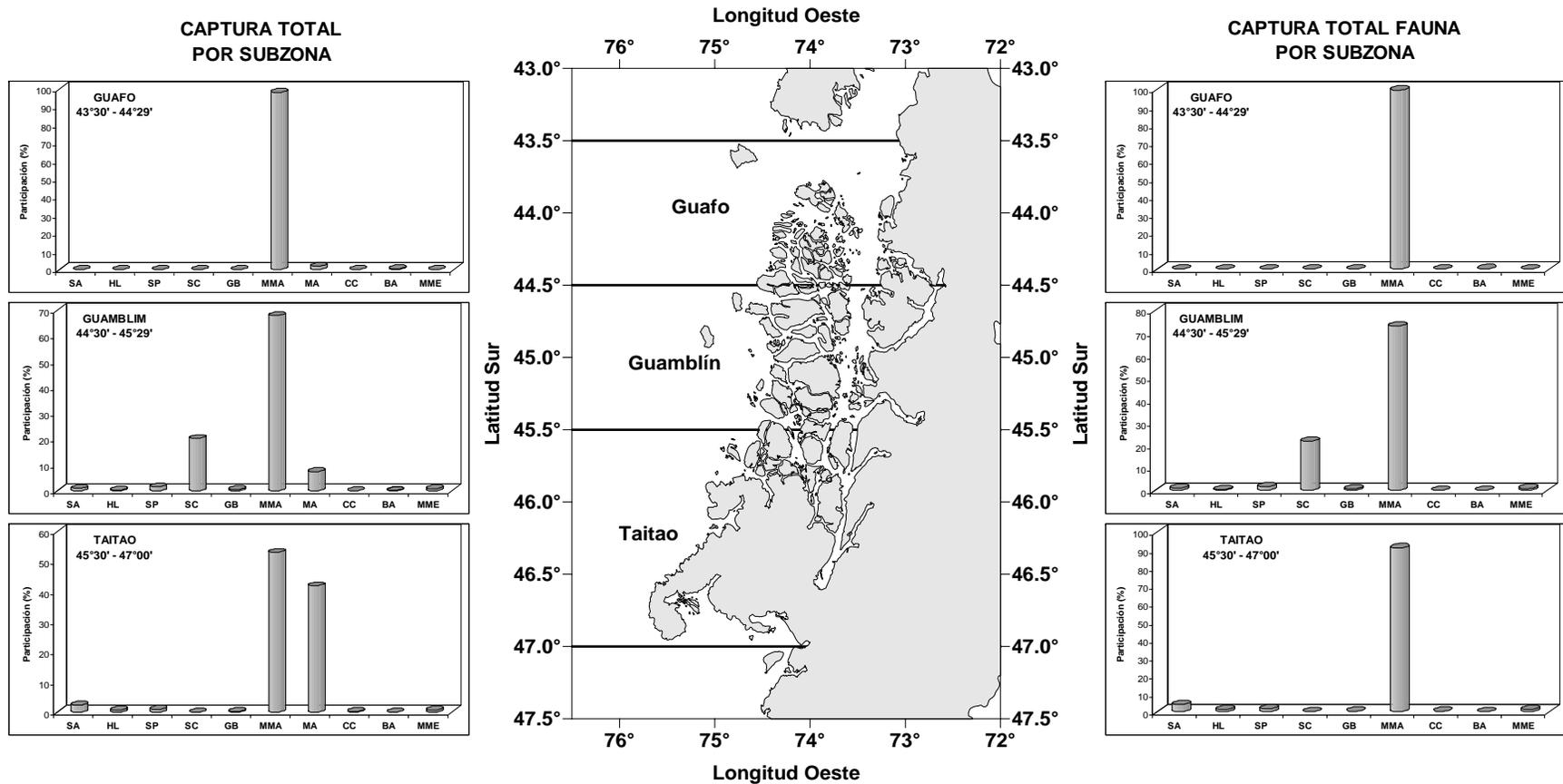
**Figura 25.** Relaci3n entre la fecundidad modal y el peso del cuerpo en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto y septiembre de 2007.



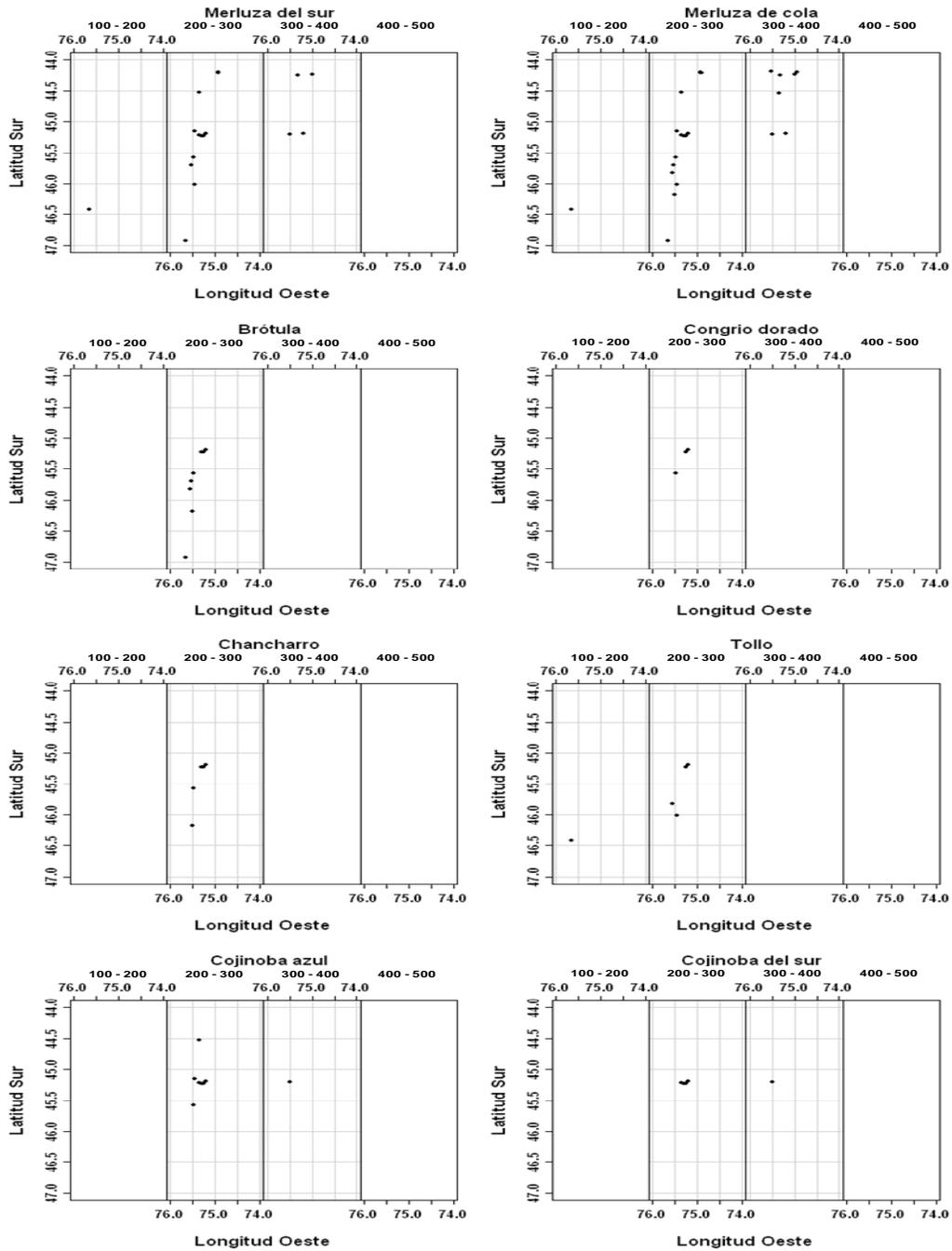
**Figura 26.** Relaci3n entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto y septiembre de 2007.



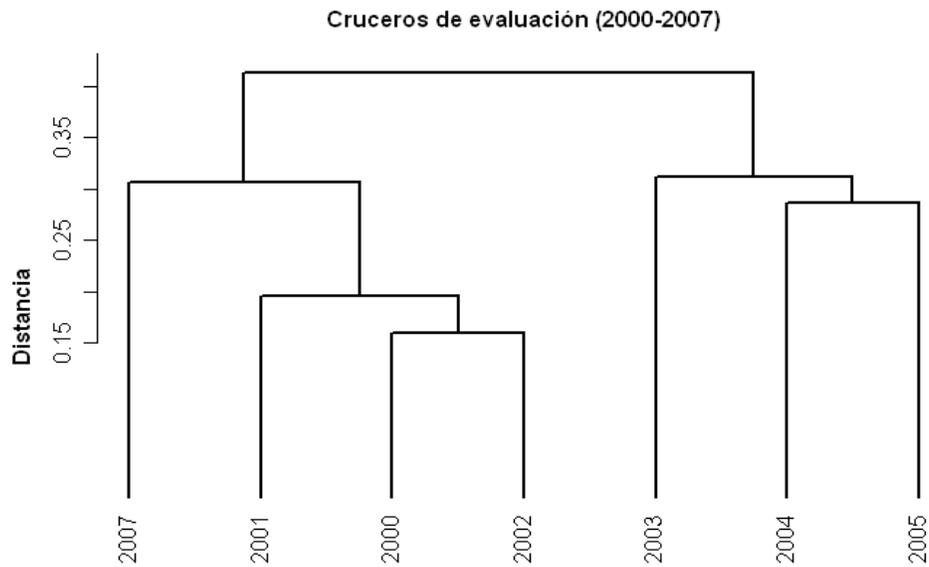
**Figura 27.** Participaci3n porcentual respecto de la A) captura total crucero y B) captura total fauna acompa1ante. Crucero de evaluaci3n de merluza del sur, aguas exteriores 2007.



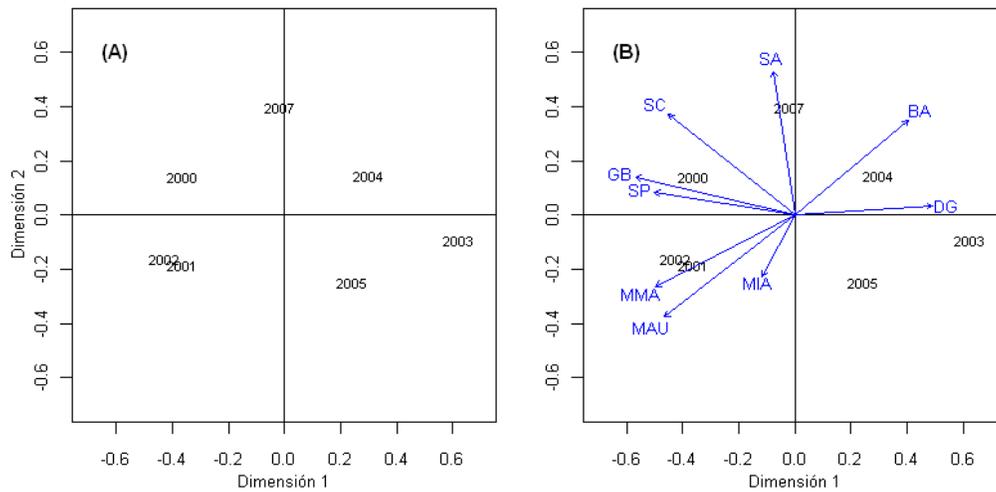
**Figura 28.** Participaci3n porcentual respecto de la captura total crucero y captura total fauna acompa1ante. Crucero de evaluaci3n de merluza del sur, aguas exteriores 2007.



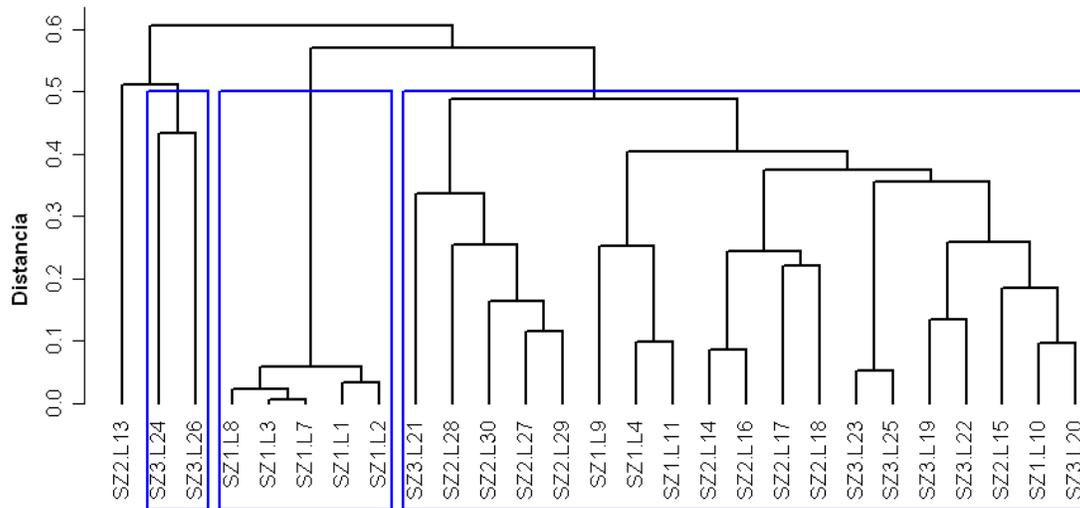
**Figura 29.** Distribuci3n latitudinal y batim3trica de las especies capturadas como fauna acompa1aante. Crucero de evaluaci3n de merluza del sur, aguas exteriores 2007.



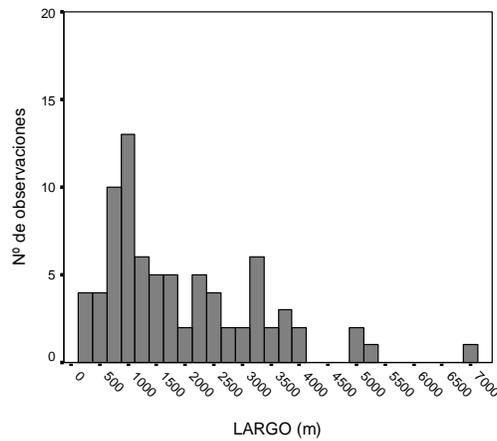
**Figura 30.** Resultado del an3lisis de clasificaci3n por conglomerados de las principales especies presentes por crucero de evaluaci3n de merluza del sur aguas exteriores, 2000 a 2007.



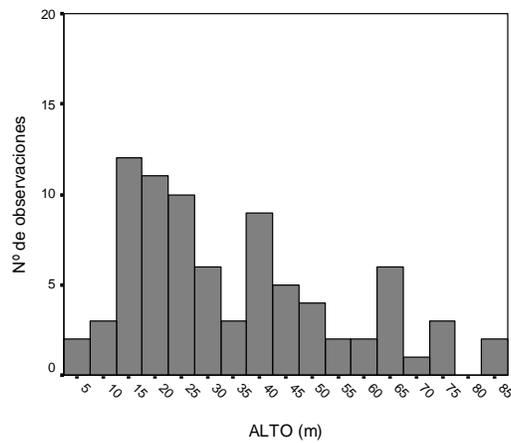
**Figura 31.** Resultado del an3lisis de ordenaci3n (NMDS) A) por cruceros y B) principales especies presentes por crucero de evaluaci3n de merluza del sur aguas exteriores, 2000 a 2007.



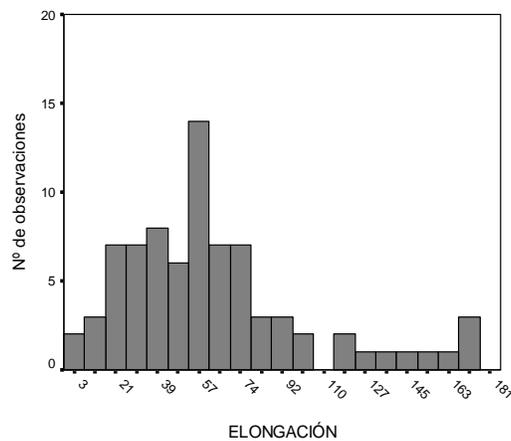
**Figura 32.** Resultado del an3lisis de clasificaci3n por conglomerados de de los lances de identificaci3n agrupados por subzonas. Crucero de evaluaci3n de merluza del sur aguas exteriores, 2007.



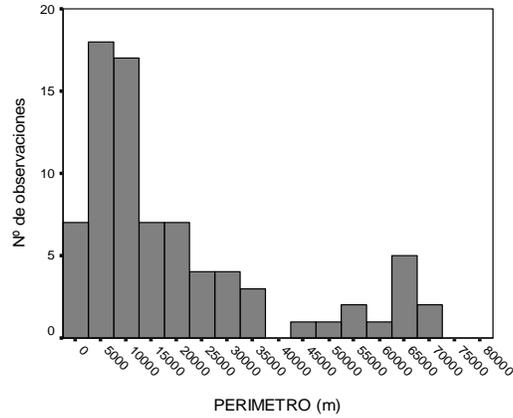
**Figura 33.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor largo de agregaciones



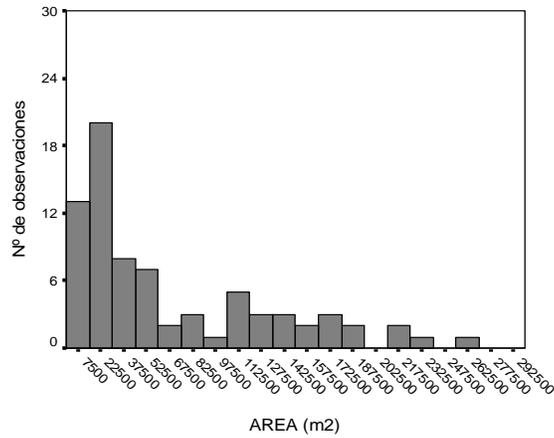
**Figura 34.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor alto de agregaciones



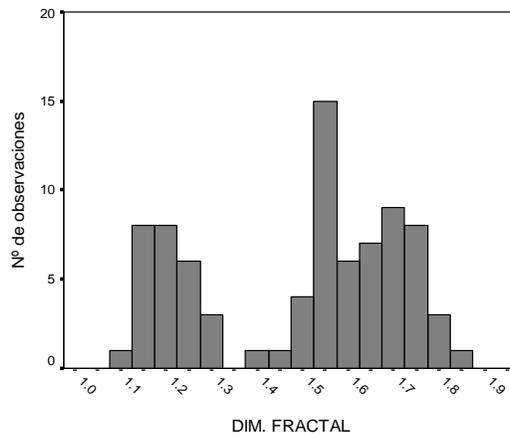
**Figura 35.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor elongaci3n de agregaciones



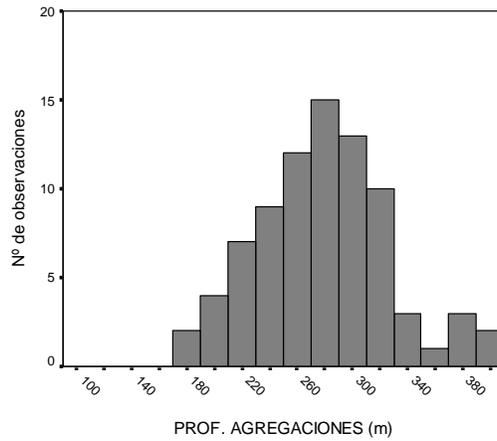
**Figura 36.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor per3metro de agregaciones



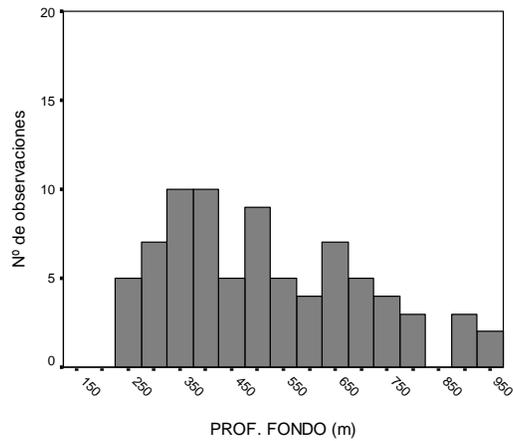
**Figura 37.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3rea de agregaciones.



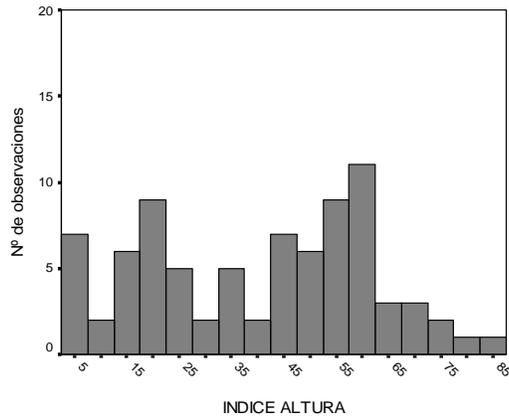
**Figura 38.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor dimensi3n fractal.



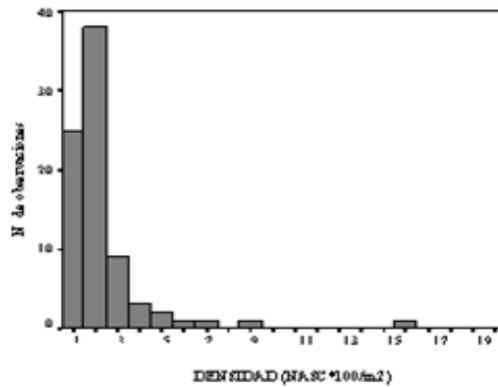
**Figura 39.** Distribuci3n de frecuencia de profundidad de agregaciones.



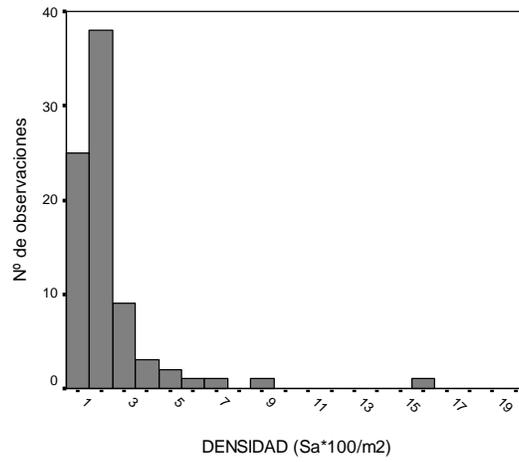
**Figura 40.** Distribuci3n de frecuencia de la profundidad del fondo.



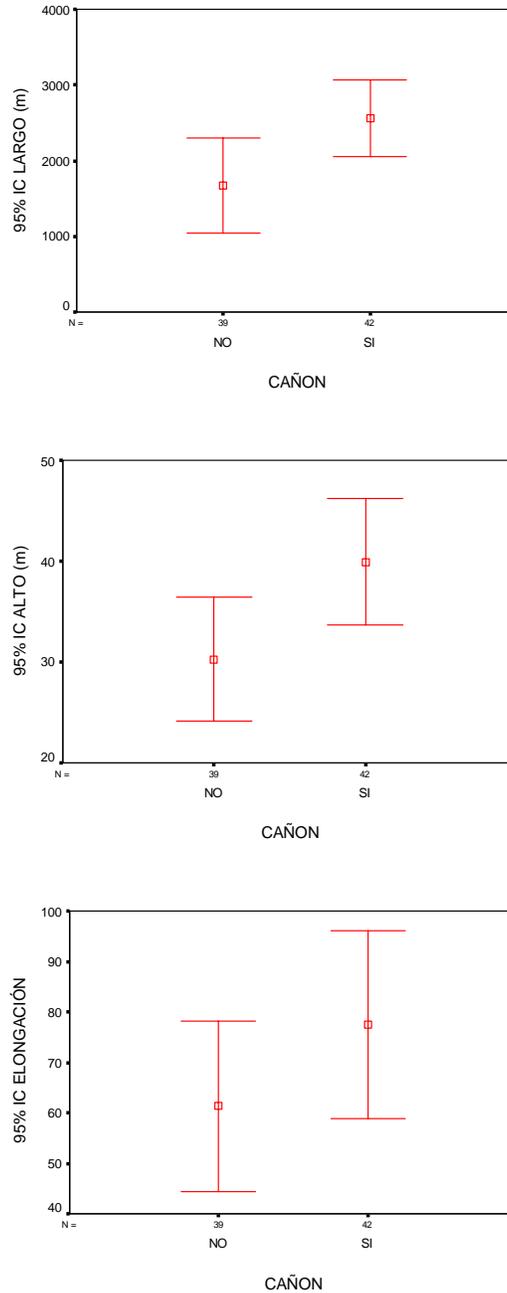
**Figura 41.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor índice de altura.



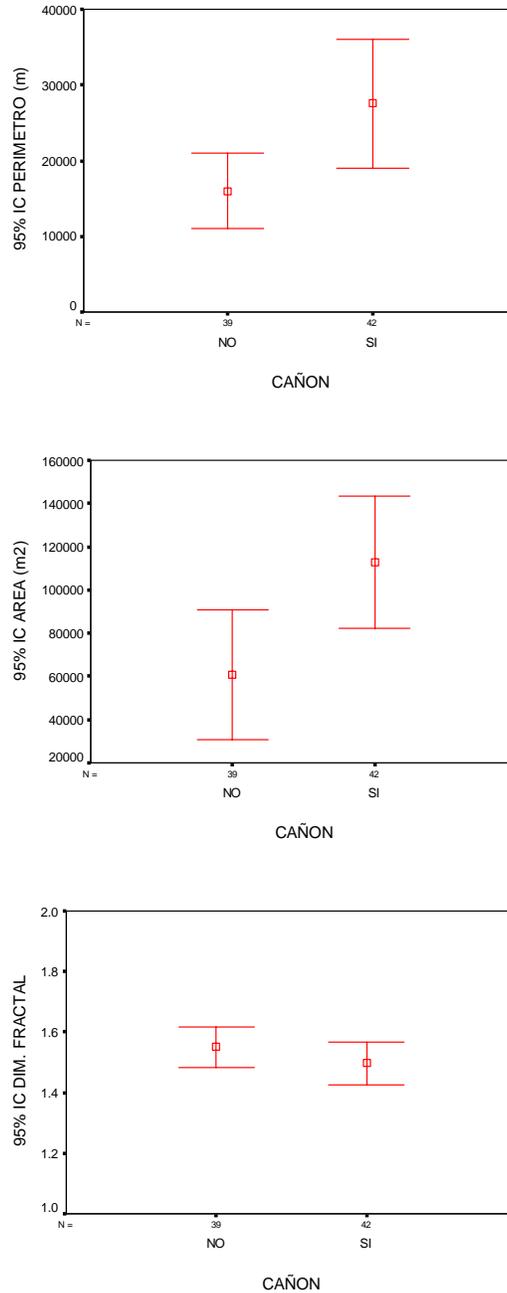
**Figura 42.** Distribuci3n de frecuencia de la energí3 retrodispersada (SA) de agregaciones.



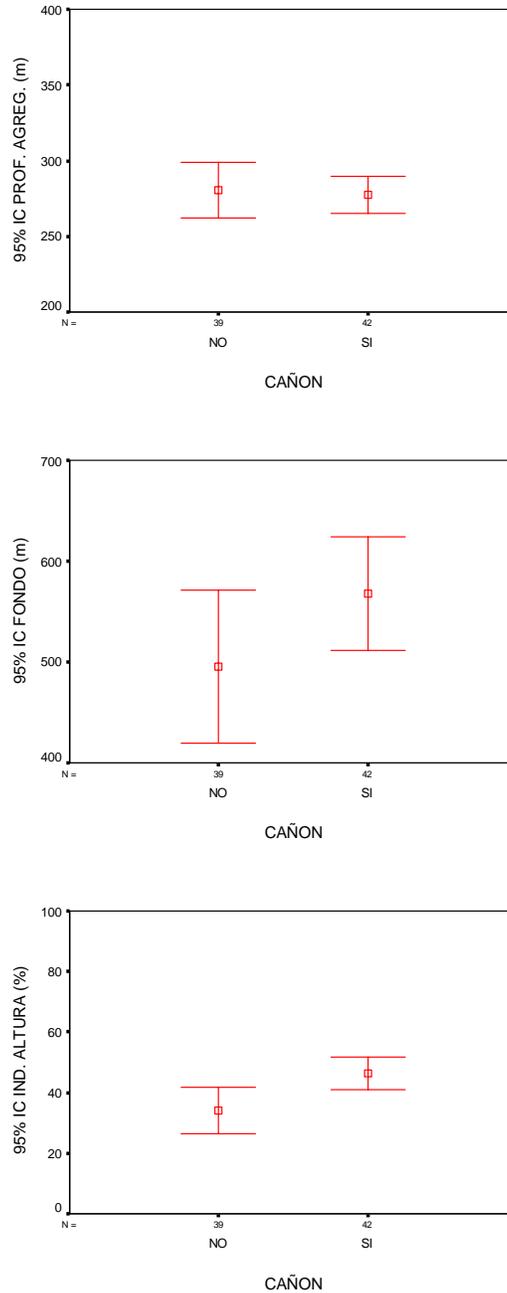
**Figura 43.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor densidad acústica ( $S_A/m^2$ ) de agregaciones



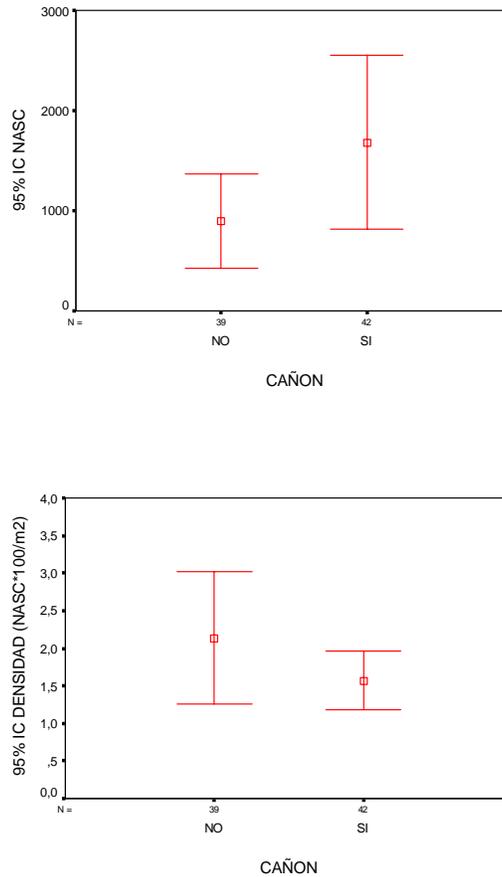
**Figura 44.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n localizaci3n de agregaciones en zona de cañ3nes (SI-NO).



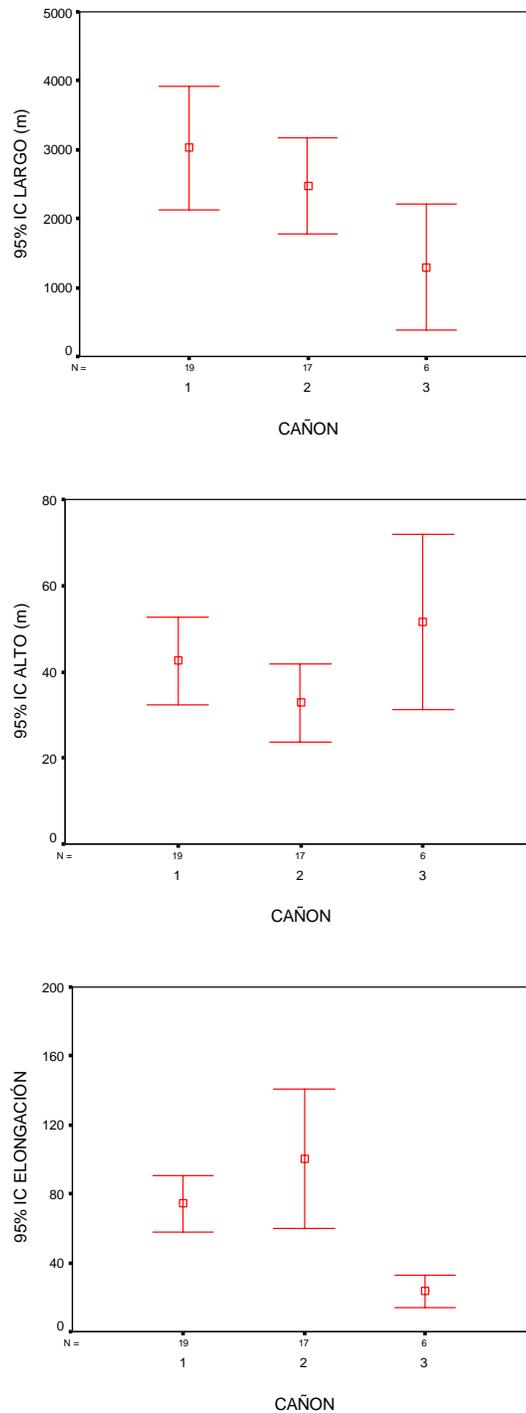
**Figura 45.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n localizaci3n de agregaciones en zona de cañones (SI-NO).



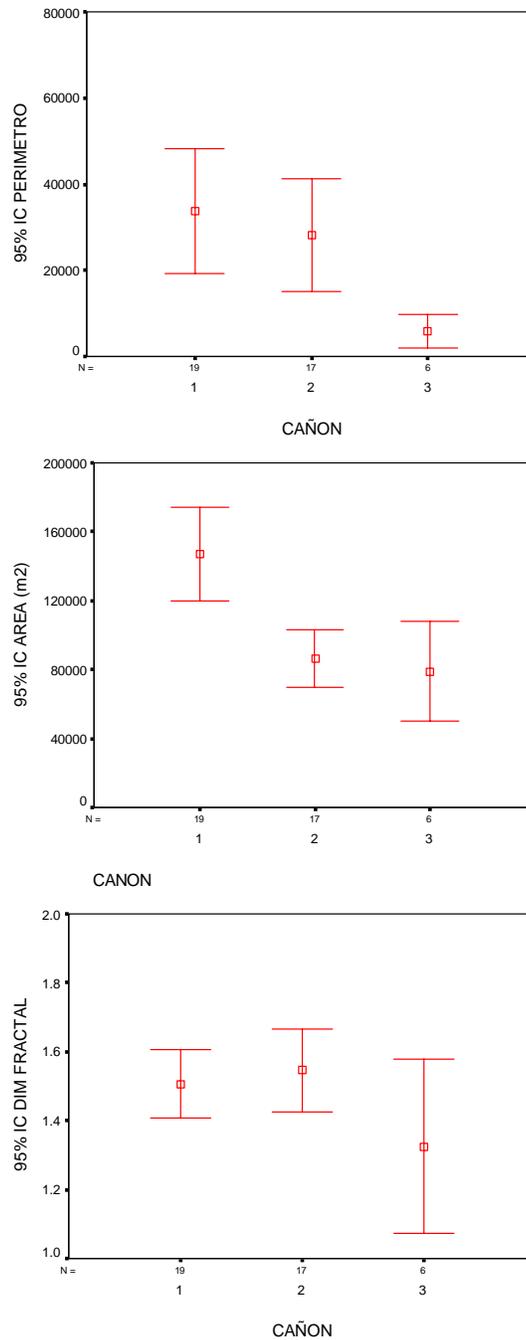
**Figura 46.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim6tricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 6ndice de altura seg6n localizaci3n de agregaciones en zona de ca6ones (SI-NO).



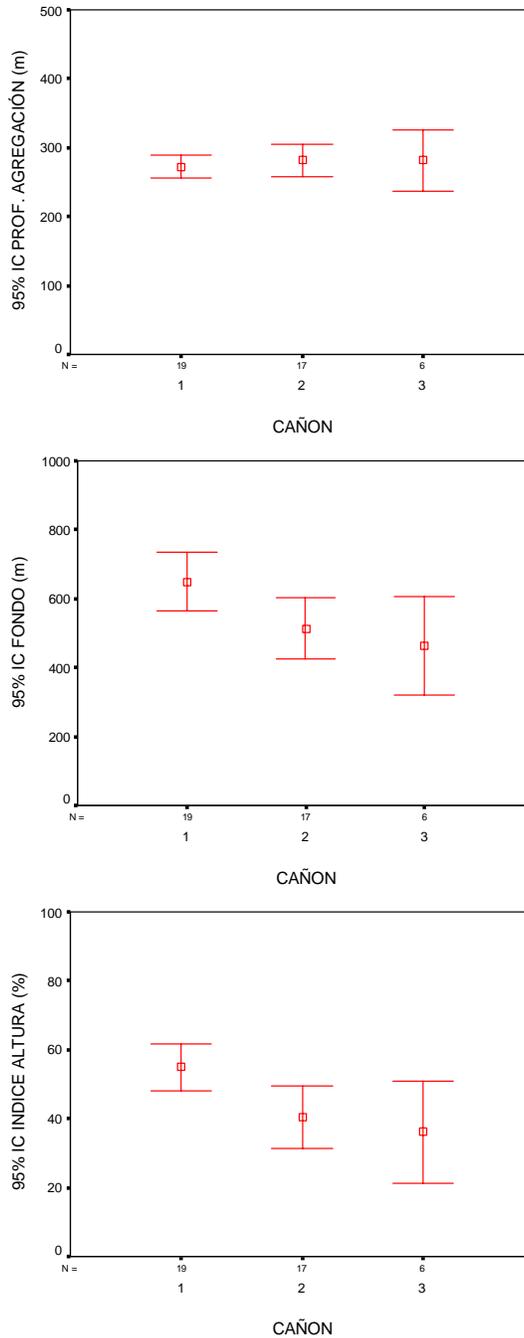
**Figura 47.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica según localización de agregaciones en zona de cañones (SI-NO).



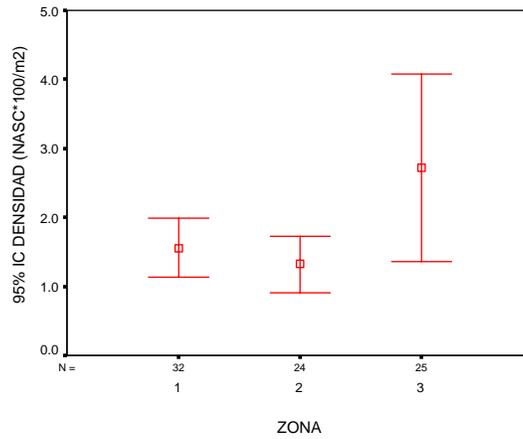
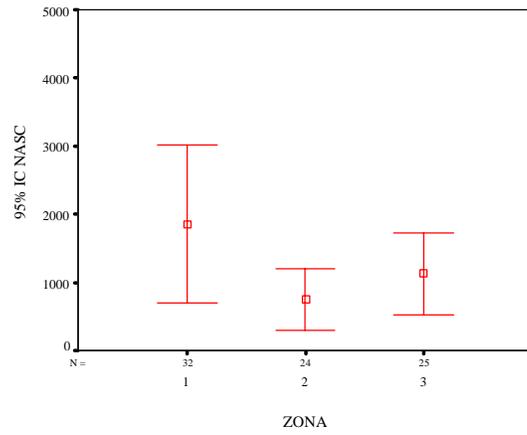
**Figura 48.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n segun cañ3n



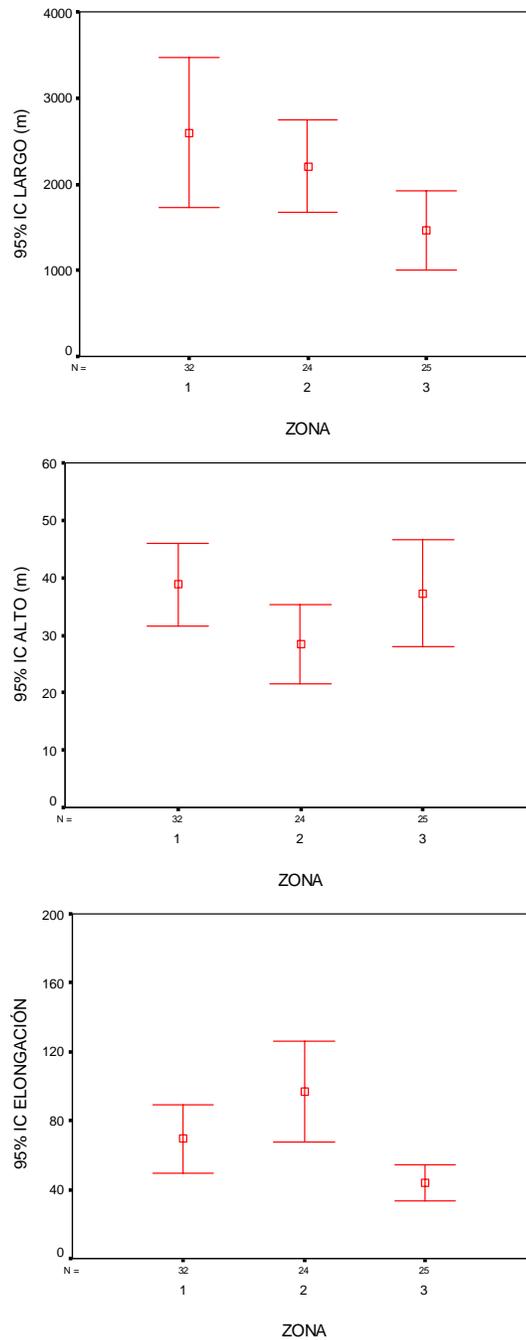
**Figura 49.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n cañ3n



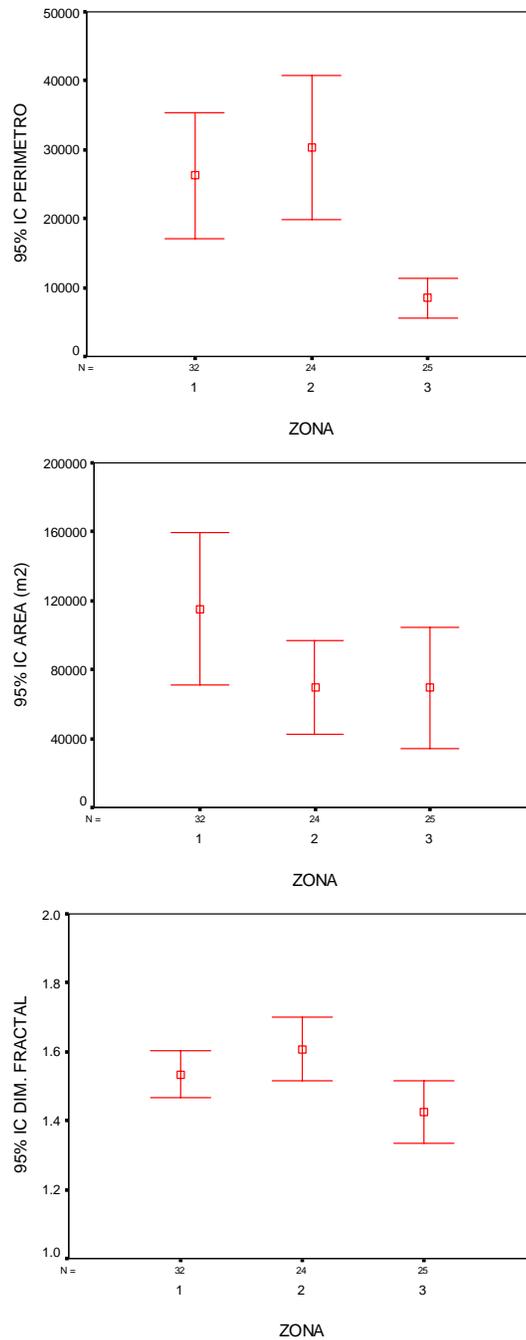
**Figura 50.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim3tricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura seg3n cañ3n.



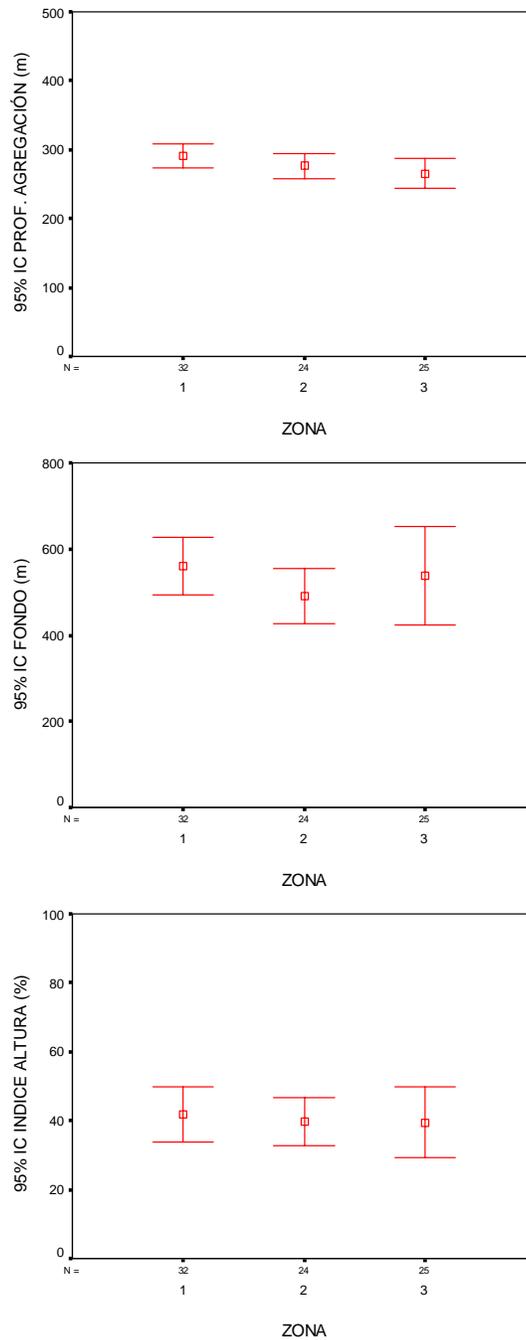
**Figura 51.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energa retrodispersada y densidad acstica segn ca3n



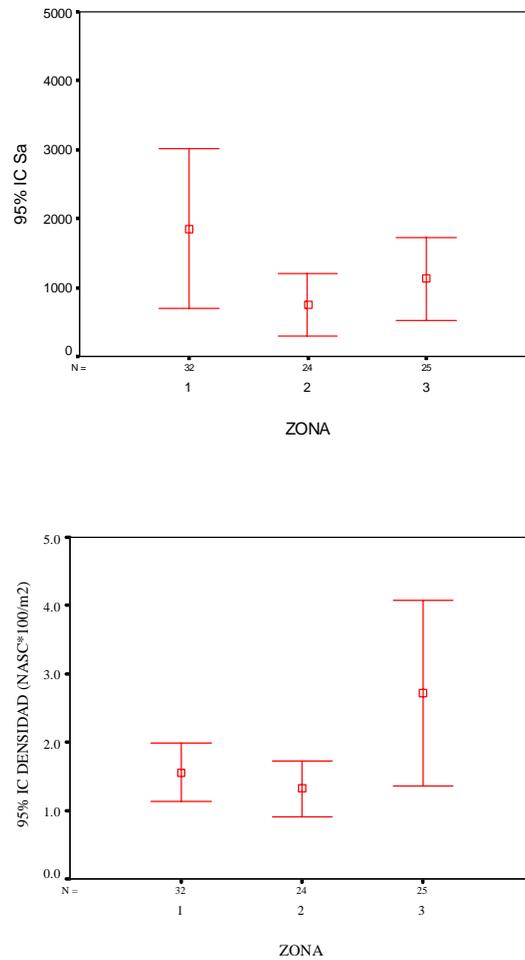
**Figura 52.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n zona



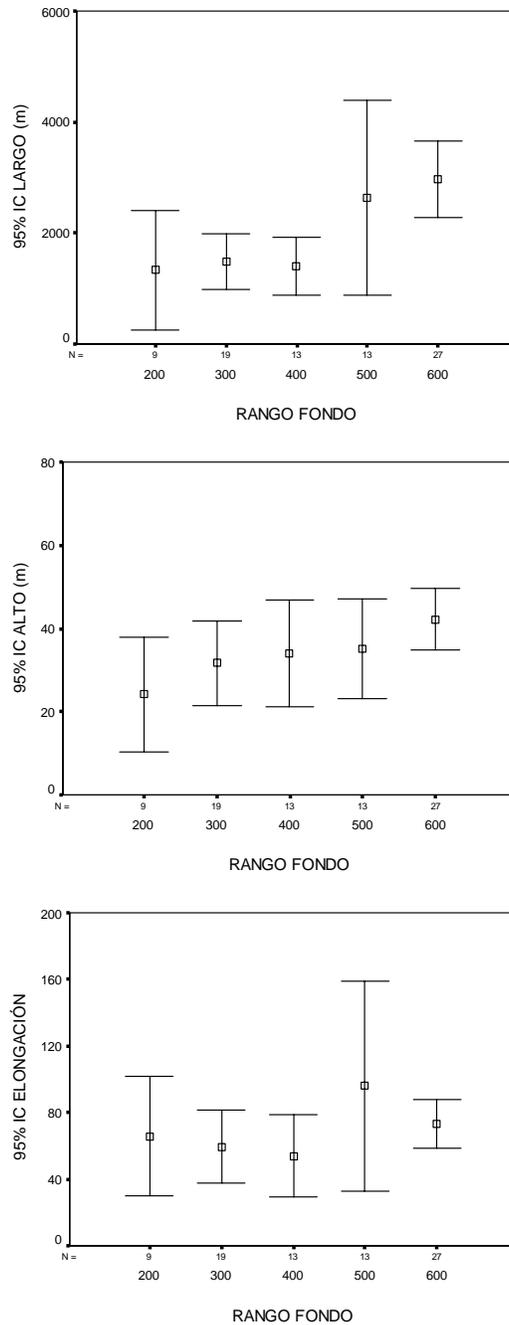
**Figura 53.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n zona



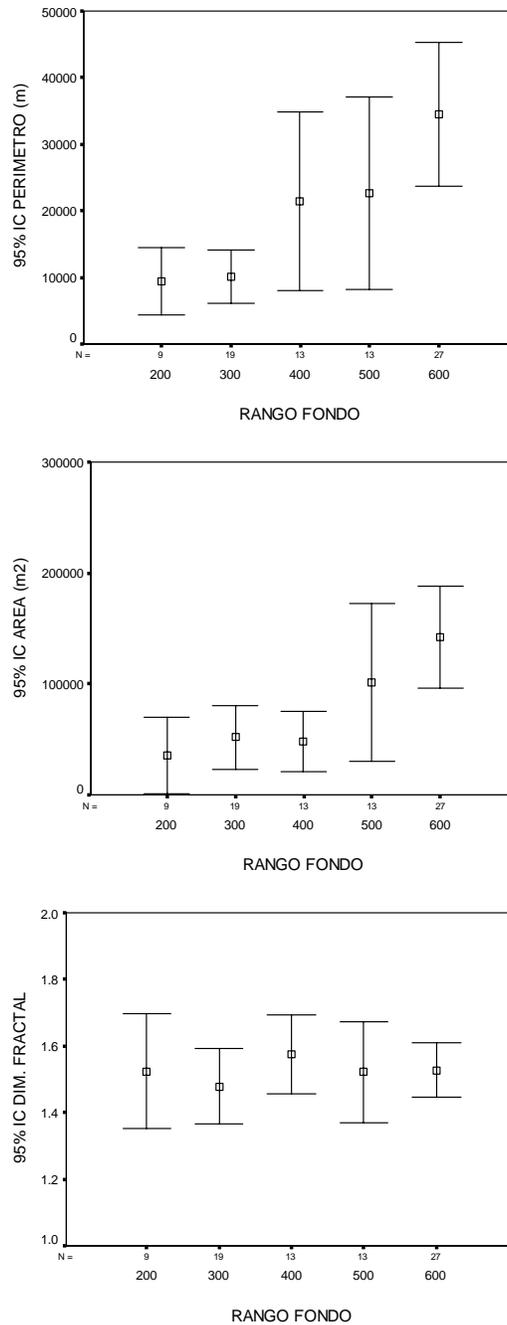
**Figura 54.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim3tricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura seg3n zona



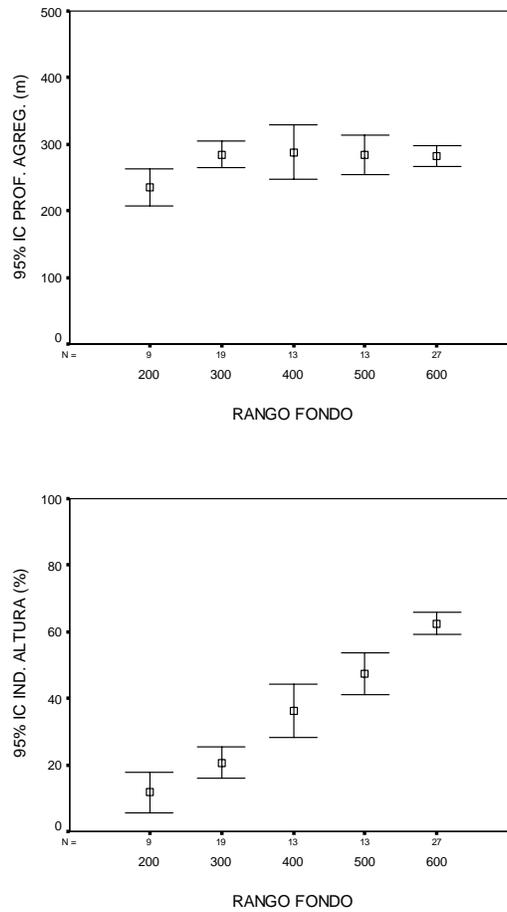
**Figura 55.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energa retrodispersada y densidad acstica segun zona



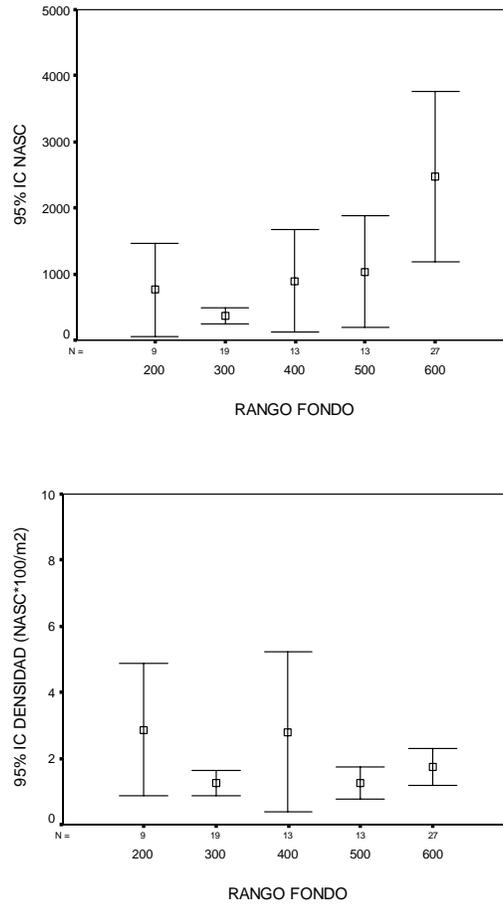
**Figura 56.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n rango de fondo.



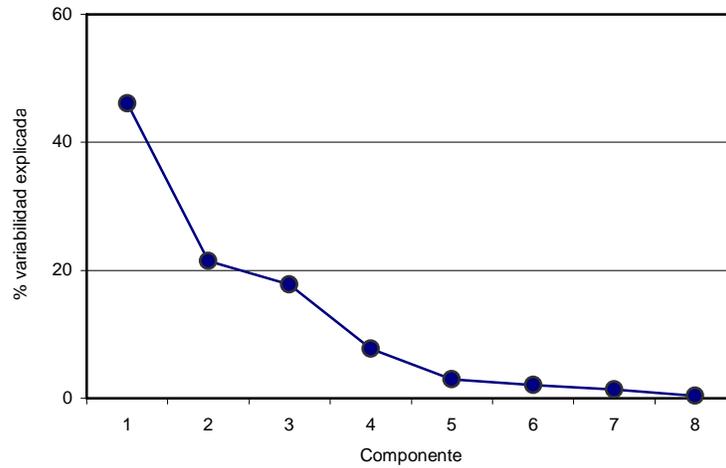
**Figura 57.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n rango de fondo.



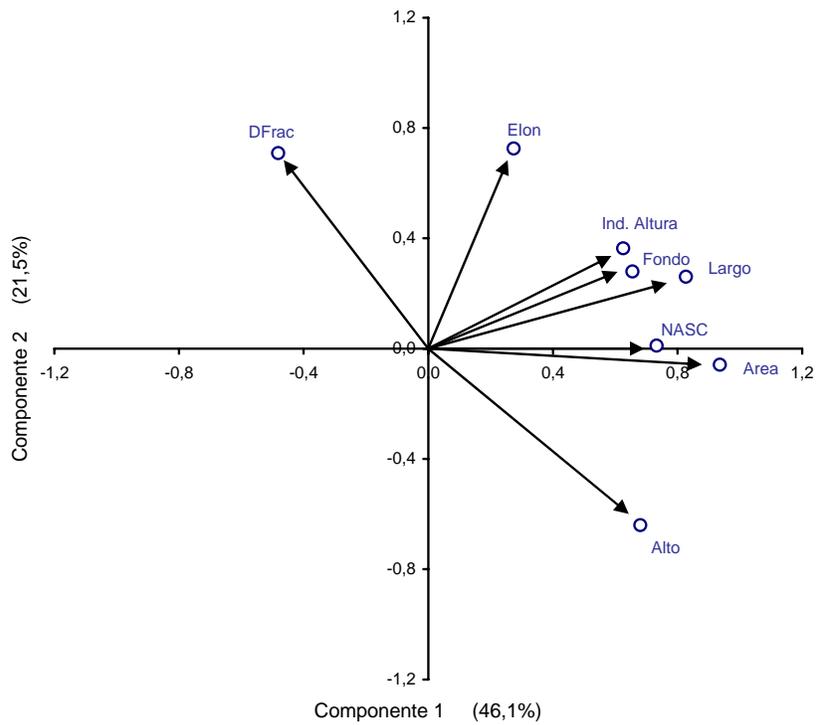
**Figura 58.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim6tricos profundidad de agregaciones e 6ndice de altura seg6n rango de fondo.



**Figura 59.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energa retrodispersada y densidad acstica segun rango de fondo.



**Figura 60.** Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.



**Figura 61.** Correlaci3n de las variables originales con los dos componentes.

# T A B L A S

---



**Tabla 4**

Datos operacionales de los lances de pesca de identificaci3n.

Lance	Fecha	Calado		Virado		Rumbo	Velocidad nudos	Tipo red*	Captura total (kg)			Proporci3n (%)					
		Hora	Latitud	Longitud	Hora				Latitud	Longitud	Merluza del sur	Merluza de cola	Otras	Lance	Merluza del sur	Merluza de cola	Otras
1	27-08-2007	2259	44°12'	74°56'	2332	44°12'	74°58'	265	3.8	MA		22505		22505		100,0	
2	28-08-2007	50	44°12'	74°53'	222	44°12'	74°60'	270	3.9	MA		29120		29120		100,0	
3	28-08-2007	354	44°12'	75°55'	645	44°09'	75°06'	260	3.8	MA		17360		17360		100,0	
4	28-08-2007	810	44°12'	74°59'	936	44°13'	74°53'	78	4.5	MA	810	24360	105	25275	3,2	96,4	0,4
5	28-08-2007	1130	44°05'	75°01'	1205	44°06'	75°03'	260	3.1	MA							
6	28-08-2007	1355	44°05'	75°14'	1421	44°06'	75°16'	260	3.1	MA							
7	28-08-2007	1659	44°13'	74°53'	1811	44°13'	74°57'	270	3.3	MA		16590		16590		100,0	
8	28-08-2007	2013	44°12'	74°55'	2052	44°12'	74°58'	272	3.6	MA		14070		14070		100,0	
9	30-08-2008	1010	44°14'	74°53'	1100	44°13'	75°06'	275	3.2	MA	175	525	175	875	20,0	60,0	20,0
10	30-08-2008	1315	44°16'	75°20'	1345	44°14'	75°18'	025-055	3.2	MA	840	140		980	85,7	14,3	
11	30-08-2008	1606	44°11'	74°57'	1702	44°12'	74°56'	080-090	3.4	MA	510	7595	105	8210	6,2	92,5	1,3
12	31-08-2008	907	44°27'	75°20'	937	44°29'	75°20'	194	3.3	MA							
13	31-08-2008	1038	44°32'	75°20'	1138	44°33'	75°21'	169	3.3	MA		120		120		100,0	
14	31-08-2008	1618	44°26'	75°20'	1710	44°37'	75°23'	220	3.2	FONDO	180	700	105	985	18,3	71,1	10,7
15	01-09-2008	914	45°12'	75°12'	944	45°10'	75°12'	357	3.4	FONDO	150	105		255	58,8	41,2	
16	01-09-2008	1135	45°09'	75°27'	1205	45°10'	75°29'	258	3.3	FONDO	450	1365	70	1885	23,9	72,4	3,7
17	01-09-2008	1317	45°12'	75°23'	1434	45°13'	75°18'	110	3.1	FONDO	390	1155	3570	5115	7,6	22,6	69,8
18	01-09-2008	1554	45°13'	75°28'	1709	45°12'	75°32'	270	3.2	FONDO	360	105	140	605	59,5	17,4	23,1
19	02-09-2008	845	45°43'	75°33'	915	45°41'	75°33'	313	3.3	FONDO	1800	525	35	2360	76,3	22,2	1,5
20	02-09-2008	1035	45°35'	75°28'	1107	45°34'	75°29'	351	3.2	FONDO	1440	420		1860	77,4	22,6	
21	02-09-2008	1225	45°29'	75°26'	1614	45°40'	75°33'	200	3.2	FONDO	4500	5670	525	10695	42,1	53,0	4,9
22	03-09-2008	920	46°57'	75°39'	950	46°55'	75°39'	335	3.1	FONDO	360	910	140	1410	25,5	64,5	9,9
23	03-09-2008	1405	46°26'	75°39'	1428	46°25'	75°38'	360	3.1	FONDO	60	1225	35	1320	4,5	92,8	2,7
24	03-09-2008	1625	46°13'	75°31'	1752	46°09'	75°30'	360	3.2	FONDO		770	105	875		88,0	12,0
25	03-09-2008	1910	46°02'	75°27'	1940	46°00'	75°29'	328	3.4	FONDO	30	770	35	835	3,6	92,2	4,2
26	03-09-2008	2125	45°50'	75°33'	2155	45°49'	75°33'	12	3.3	FONDO		70	105	175		40,0	60,0
27	04-09-2008	238	45°12'	75°22'	554	45°15'	75°09'	100	3.2	FONDO	120	6965	735	7820	1,5	89,1	9,4
28	04-09-2008	659	45°15'	75°10'	1005	45°12'	75°21'	270	3.4	FONDO	90	3500	805	4395	2,0	79,6	18,3
29	04-09-2008	1138	45°12'	75°23'	1417	45°15'	75°13'	125	3.5	FONDO	270	4550	910	5730	4,7	79,4	15,9
30	04-09-2008	2215	45°07'	75°18'	410	45°15'	75°06'	150,0	3,5	FONDO	150	1260	875	2285	6,6	55,1	38,3



**Tabla 5**

Estimados totales de biomasa, límites de confianza y densidad de merluza del sur.

Método	Area (mn <sup>2</sup> )	Biomasa (t)	Densidad (t*mn <sup>-2</sup> )
Geoestadístico	1.407	55.632 [44.634 – 66.580]	39,5
Razón	2.425	56.946 [41.069 – 72.822]	23,5

**Tabla 6**

Estimados de abundancia de merluza del sur y participación por sexo.

Sexo	Abundancia (N°)	Participación (%)
Machos	8.137.796	52,2
Hembras	7.462.611	47,8
Total	15.600.407	100

**Tabla 7**

Biomasa de merluza por subzona. Agosto-septiembre 2007.

Subzona	Biomasa (t)	Densidad ( t/mn <sup>2</sup> )
Cañon isla Guafo	14.799	34
Canón isla Guamblin	16.998	31
Cañon Taitao	3.349	84
Por fuera de cañones	20.486	17,6
<b>Total</b>	<b>55.632</b>	<b>39,5</b>



**Tabla 8**

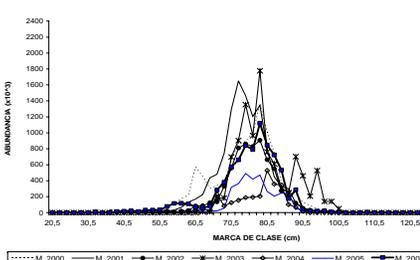
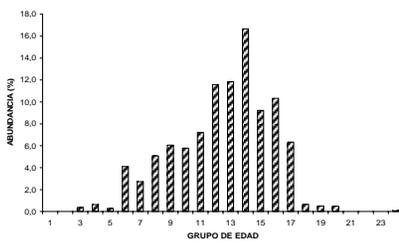
Parámetros de la relación peso - longitud de merluza del sur. Agosto-septiembre 2007.

Sexo	Parámetros	Zona Norte
		Merluza del Sur
Machos	<b>a</b>	0,0015691 (0,0008721 - 0,0022661)
	<b>b</b>	3,3408353 (3,2394514 - 3,4422193)
	<b>N</b>	323
	<b>r<sup>2</sup></b>	0,947
Hembras	<b>a</b>	0,0010737 (0,0006551 - 0,0014923)
	<b>b</b>	3,436814862 (3,3496867 - 3,5239432)
	<b>N</b>	601
	<b>r<sup>2</sup></b>	0,938
Ambos	<b>a</b>	0,000952153 (0,0006728 - 0,0012315)
	<b>b</b>	3,461451111 (3,3955654 - 3,5273368)
	<b>N</b>	924
	<b>r<sup>2</sup></b>	0,939



**Tabla 9.** Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur. Machos, crucero de evaluaci3n, 2007 (B=55.632 t).

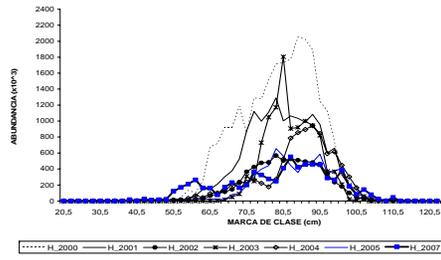
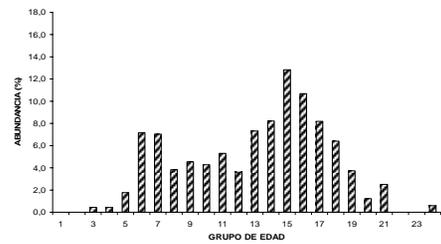
TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24+
20 - 21																									
22 - 23																									
24 - 25																									
26 - 27																									
28 - 29																									
30 - 31																									
32 - 33	9595		9595																						
34 - 35																									
36 - 37																									
38 - 39	12731		12731																						
40 - 41	17418			13064		4355																			
42 - 43	22747		7582	7582																					
44 - 45	13138			13138																					
46 - 47	30301				15151	15151																			
48 - 49	31461					31461																			
50 - 51	35137			17568		17568																			
52 - 53	76807					76807																			
54 - 55	116062					116062																			
56 - 57	116974					58487	58487																		
58 - 59	110582							110582																	
60 - 61	68698						34349				34349														
62 - 63	56813							28406	28406																
64 - 65	84077							28026	14013	14013															
66 - 67	283994					14013	94665	94665		94665															
68 - 69	381151						38115	114345	114345	76230	38115														
70 - 71	571474						33616	67232	100848	168080	134464	67232													
72 - 73	661158							44077	132232	44077	132232	264463	44077												
74 - 75	840850							56057	28028	252255	420425	56057	28028												
76 - 77	790275							29269	29269	87808	58539	87808	321964	87808											
78 - 79	1120025							40001	80002	40001	80002	200004	440010	80002											
80 - 81	846281									40299	40299	80598	161196	241795											
82 - 83	723686										41008	42570	42570	212849	127709										
84 - 85	533101											22097	22097	164031	164031										
86 - 87	176779											9639													
88 - 89	286430																								
90 - 91	38555																								
92 - 93	23551																								
94 - 95	19438																								
96 - 97	23671																								
98 - 99	7788																								
100 - 101	1455																								
102 - 103																									
104 - 105																									
106 - 107																									
108 - 109																									
110 - 111	5594																								
112 - 113																									
114 - 115																									
116 - 117																									
118 - 119																									
120 - 121																									
122 - 123																									
TOTAL	8137796	29908	51352	22733	333904	221117	413141	493150	471003	587400	942443	964812	1356106	751471	841921	516429	53557	41754	40001					5594	
PORCENTAJE		0,37	0,63	0,28	4,10	2,72	5,08	6,06	5,79	7,22	11,58	11,86	16,66	9,23	10,35	6,35	0,66	0,51	0,49					0,07	
TALLA PROM. (cm)		37,59	45,24	45,17	53,49	63,53	66,64	72,51	68,86	73,16	74,65	76,27	79,45	80,99	82,55	85,54	92,66	81,20	78,50					108,50	
VARIANZA		14,78	16,43	3,56	14,49	25,66	43,72	13,32	22,66	19,40	16,87	10,97	8,05	8,63	15,35	14,98	27,13	13,45	0,00						
PESO PROM (g)		298,5	549,3	533,4	950,5	1.697,2	2.017,5	2.601,3	2.208,2	2.690,9	2.872,4	3.072,3	3.513,3	3.745,7	4.007,2	4.509,4	5.916,8	3.789,1	3.358,1					9.901,2	





**Tabla 10.** Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur. Hembras, crucero de evaluaci3n, 2007 (B=55.632 t).

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24+		
20 - 21																											
22 - 23																											
24 - 25																											
26 - 27																											
28 - 29																											
30 - 31																											
32 - 33																											
34 - 35																											
36 - 37																											
38 - 39	16270		16270																								
40 - 41				2418																							
42 - 43			16483			8241																					
44 - 45				5364	5364																						
46 - 47				15793	7896																						
48 - 49				20888	15666																						
50 - 51	121482					5222																					
52 - 53	169194					121482																					
54 - 55	211770					84597	56398	28199																			
56 - 57	262195					84708	127062																				
58 - 59	163422					18728	131097	112369																			
60 - 61	160957					93384	46692	23346																			
62 - 63	74625					14632	14632	87795	43897																		
64 - 65	171243					18656	55969																				
66 - 67	228971						24463	97853	24463																		
68 - 69	164869						83262	83262	20816																		
70 - 71	199788							32974	32974	65947																	
72 - 73	361559							15368	15368	61473	76841																
74 - 75	324990							80346	80346	40173	80346	120520															
76 - 77	276140							46427	46427	69641	116068	92854															
78 - 79	246298									58135	87202	101736															
80 - 81	409517							14534	14534	13683	27366	68416	41050	68416	13683												
82 - 83	552394									22751	22751	61377	30689	18385	36769	18385	110307	91923	36769								
84 - 85	422845																										
86 - 87	455656																										
88 - 89	458620																										
90 - 91	452592																										
92 - 93	288138																										
94 - 95	262373																										
96 - 97	380275																										
98 - 99	183594																										
100 - 101	81820																										
102 - 103	142711																										
104 - 105	76480																										
106 - 107	24228																										
108 - 109																											
110 - 111	43045																										
112 - 113																											
114 - 115																											
116 - 117																											
118 - 119																											
120 - 121																											
122 - 123																											
TOTAL	7462611		32753	31345	131218	533821	524180	285217	338808	318734	395705	269075	545856	613428	957932	797556	610323	476490	278394	91054	187676					43045	
PORCENTAJE			0,44	0,42	1,76	7,15	7,02	3,82	4,54	4,27	5,30	3,61	7,31	8,22	12,84	10,69	8,18	6,39	3,73	1,22	2,51					0,58	
TALLA PROM. (cm)			40,51	46,69	53,27	54,77	58,46	67,17	69,05	73,37	73,34	76,25	78,41	82,42	84,90	89,05	93,04	94,64	93,62	100,75	100,16					110,50	
VARIANZA			4,00	5,42	13,60	13,57	15,81	26,78	21,99	33,48	19,14	14,93	24,95	16,17	15,82	20,85	24,90	28,91	23,50	17,71	12,46						
PESO PROM (g)			363,3	592,0	940,1	1.032,7	1.292,4	2.094,1	2.290,3	2.840,9	2.805,5	3.194,1	3.537,2	4.170,7	4.614,1	5.446,0	6.338,1	6.730,1	6.468,9	8.293,5	8.112,6					11.311,8	





**Tabla 11**

Abundancia por grupos de edad y desviaci3n est3ndar para merluza del sur por sexo y proporci3n de ambos seg3n GE. Crucero de evaluaci3n 2007.

GE	Machos		Hembras		Ambos	
	N3mero	s.d.	N3mero	s.d.	N3mero	%
I	0	0	0	0	0	0,0
II	0	0	0	0	0	0,0
III	29.908	8.775	32.753	12.288	62.661	0,6
IV	51.352	23.305	31.345	16.009	82.697	0,8
V	22.733	19.044	131.218	49.629	153.951	1,5
VI	333.904	73.413	533.821	92.313	867.725	8,4
VII	221.117	123.495	524.180	95.927	745.297	7,2
VIII	413.141	127.893	285.217	79.418	698.358	6,7
IX	493.150	128.688	338.808	87.040	831.958	8,0
X	471.003	147.636	318.734	92.259	789.737	7,6
XI	587.400	137.747	395.705	98.131	983.106	9,5
XII	942.443	165.847	269.075	66.587	1.211.518	11,7
XIII	964.812	161.360	545.856	108.954	1.510.669	14,5
XIV	1.356.106	193.870	613.428	109.443	1.969.535	19,0
XV	751.471	156.739	957.932	137.465	1.709.403	16,5
XVI	841.921	181.724	797.556	127.312	1.639.477	15,8
XVII	516.429	139.999	610.323	115.699	1.126.751	10,8
XVIII	53.557	22.577	476.490	103.587	530.046	5,1
XIX	41.754	40.459	278.394	74.985	320.148	3,1
XX	40.001	40.116	91.054	51.604	131.055	1,3
XXI	0	0	187.676	75.860	187.676	1,8
XXII	0	0	0	0	0	0,0
XXIII	0	0	0	0	0	0,0
XXIV+	5.594	177	43.045	1.550	48.639	0,5



**Tabla 12**

Características del stock de merluza del sur en las siete últimas evaluaciones directas efectuadas en la zona sur – austral.

Merluza del sur							
Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007
B	133.845	100.362	50.356	84.268	53.200	42.500	55.632
A (x10 <sup>6</sup> )	36	27	14	21	12	10	16
wprom (g)	3761	3696	3673	3952	4512	4091	3566
Proporci3n (%) M:H en n3mero	30 : 71	43 : 57	49 : 51	48 : 52	23 : 77	33 : 67	52 : 48
Proporci3n (%) M:H en peso	23 : 77	33 : 67	41 : 59	44 : 56	17 : 83	26 : 74	45 : 55
B=biomasa (t)	A=Abundancia (n3 de ejemplares)			wprom= (B/A)			

**Tabla 13**

Índices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza del sur *Merluccius australis*, desde el 2 de agosto al 3 de septiembre de 2007. LT, longitud total; EMS, estadio de madurez sexual; IGS, índice gonadosomático; Prom, promedio. El cálculo del % de EMS considera peces inmaduros y maduros.

Período	N lances	N peces	LT	% EMS	% EMS	% EMS	IGS
Agosto			prom.	3	4+5	6	prom.
2 al 4	5	55	83,3	32,8	20,3	32,8	5,5
5 al 9	5	86	88,1	54,4	6,8	22,3	5,4
13 al 14	3	60	82,6	38,5	6,2	47,7	4,7
28 al 31	11	149	87,8	16,7	8,2	28,1	3,0
<b>Septiembre</b>							
1 al 3	10	53	87,3	28,9	34,2	6,6	6,9



**Tabla 14**

Parámetros del ajuste a un modelo no lineal mediante un proceso iterativo para estimar la talla media de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto y septiembre de 2007.

Parámetro	estimado	Error estándar asintótico	Asíntota 95%	
			Intervalo de confianza	
			Inferior	Superior
B0	20,2434	2,2198	15,737	24,7498
B1	-0,2835	0,0310	-0,3466	-0,2205
<b>Talla 50% = 71,38</b>				
<b>Límite de confianza superior = 71,13</b>				
<b>Límite de confianza superior = 71,62</b>				



**Tabla 15**

Proporci3n estimada de individuos maduros y l3mites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto y septiembre de 2007.

LT	Prop. maduros	L3mite inferior	L3mite superior
35	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,00	0,00
39	0,00	0,00	0,00
41	0,00	0,00	0,00
43	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,00	0,00
47	0,00	0,00	0,00
49	0,00	0,00	0,00
51	0,00	0,00	0,01
53	0,01	0,00	0,01
55	0,01	0,00	0,02
57	0,02	0,00	0,03
59	0,03	0,01	0,05
61	0,05	0,02	0,08
63	0,08	0,04	0,13
65	0,14	0,08	0,20
67	0,22	0,16	0,29
69	0,34	0,27	0,40
71	0,47	0,41	0,54
73	0,61	0,55	0,68
75	0,74	0,67	0,80
77	0,83	0,77	0,89
79	0,90	0,85	0,95
81	0,94	0,90	0,98
83	0,96	0,94	0,99
85	0,98	0,96	1,00
87	0,99	0,98	1,00
89	0,99	0,99	1,00
91	1,00	0,99	1,00
93	1,00	0,99	1,00
95	1,00	1,00	1,00
97	1,00	1,00	1,00
99	1,00	1,00	1,00
101	1,00	1,00	1,00
103	1,00	1,00	1,00
105	1,00	1,00	1,00
107	1,00	1,00	1,00

**Tabla 16**

Fecundidad modal promedio calculada en estudios anteriores realizados en merluza del sur *Merluccius australis*, a1os 1991 a 2007.

<b>A1o</b>	<b>Fecundidad</b>	<b>Fuente</b>
Agosto 1991	1.616.930	Balbont3n y Bravo (1993)
Agosto-sep. 1994	709.840	Lillo <i>et al.</i> (1995)
Agosto-sep. 1996	1.320.675	Lillo <i>et al.</i> (1997)
Agosto 2000	2.373.530	Aguayo <i>et al.</i> (2001)
Agosto 2001	1.488.547	Lillo <i>et al.</i> (2002)
Julio-agosto 2002	2.007.465	Lillo <i>et al.</i> (2003)
Agosto 2003	1.257.123	Lillo <i>et al.</i> (2004)
Agosto- sept. 2004	1.499.355	Lillo <i>et al.</i> (2005)
Agosto 2005	2.123.087	C3rdova <i>et al.</i> (2006)
Agosto-sept. 2007	2.475.969	Presente estudio

**Tabla 17**

Captura (kg) y participaci3n (%) de la especie objetivo y fauna acompa1ante capturada durante el crucero de evaluaci3n de merluza del sur aguas exteriores 2007.

<b>Nombre com3n</b>	<b>Nombre cient3fico</b>	<b>Captura total (kg)</b>	<b>Participaci3n (%)</b>
Br3tula	<i>Saliota australis</i>	735	0,40
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>	245	0,13
Cojinoba azul	<i>Seriolella punctata</i>	630	0,34
Cojinoba del sur	<i>Seriolella caerulea</i>	5915	3,22
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	210	0,11
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	162450	88,43
Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>	12685	6,90
Pejegallos	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	35	0,02
Reineta	<i>Brama australis</i>	420	0,23
Tollo	<i>Mustelus mento</i>	385	0,21



**Tabla 18**

Captura (kg) y participaci3n (%) de la fauna acompa1ante capturada durante el crucero de evaluaci3n de merluza del sur aguas exteriores 2007.

<b>Nombre com3n</b>	<b>Nombre cient3fico</b>	<b>Captura total (kg)</b>	<b>Participaci3n (%)</b>
Br3tula	<i>Salilota australis</i>	735	0,43
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>	245	0,14
Cojinoba azul	<i>Seriollella punctata</i>	630	0,37
Cojinoba del sur	<i>Seriollella caerulea</i>	5915	3,46
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	210	0,12
Merluza de cola	<i>Macrurus magellanicus</i>	162450	94,99
Pejegallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	35	0,02
Reineta	<i>Brama australis</i>	420	0,25
Tollo	<i>Mustelus mento</i>	385	0,23

**Tabla 19**

Principales componentes de la fauna acompa1ante presentes en los lances de identificaci3n realizados en los cruceros de evaluaci3n hidroac3stica, entre 2000 y 2007.

C3digo	Nombre com3n	Nombre cient3fico	CRUCEROS DE EVALUACI3N						
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007
MAU	Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>	2058,7	3945,7	4884,5	141,0	83,7	397,6	211,4
MIA	Merluza de tres aleta	<i>Micromesistius australis</i>	100,0	10616,2			517,1	168,0	
MMA	Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	6125,5	6013,7	8140,1	1045,1	398,5	2802,6	2707,4
SA	Br3tula	<i>Salilota australis</i>	1,0						12,3
GB	Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	85,3	31,1	31,0		1,3	0,0	3,5
BA	Reineta	<i>Brama australis</i>				1,6	5,5	3,4	7,0
SP	Cojinoba azul	<i>Seriotelella punctata</i>	10,0	100,9	104,1		11,8		10,5
DG	Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>				123,8	49,4		
SC	Cojinoba del sur	<i>Seriotelella caerulea</i>	104,1	35,5	127,7	1,1	7,0	1,5	98,6



**Tabla 20**

Porcentaje de contenido estomacal fresco, entero, digerido y semi digerido, con respecto al número total de individuos encontrados.

<b>ESTADO CONTENIDO</b>	<b>Nº INDIVIDUOS</b>	<b>%</b>
FRESCO	0	0,00
ENTERO	36	6,86
SEMIDIGERIDO	394	75,05
DIGERIDO	95	18,10
<b>TOTAL INDIVIDUOS</b>	<b>525</b>	<b>100</b>

**Tabla 21**

Indicadores del contenido estomacal de merluza del sur total. (Agosto 2007)

<b>ítem presa</b>	<b>Numérico</b>	<b>Gravimétrico</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%IR</b>
<b>CRUSTACEA</b>	<b>2,31</b>	<b>0,01</b>	<b>1,92</b>	<b>0,02</b>
Crustáceos n.i	2,31	0,01	1,92	0,02
<b>MOLLUSCA</b>	<b>0,71</b>	<b>0,21</b>	<b>1,09</b>	<b>&lt;0,01</b>
Cefalópodo n.i	0,71	0,21	1,09	<0,01
<b>SALPIDAE</b>	<b>1,07</b>	<b>0,01</b>	<b>0,55</b>	<b>&lt;0,01</b>
Salpas	1,07	0,01	0,55	<0,01
<b>TELEOSTEI</b>	<b>95,92</b>	<b>99,76</b>	<b>139,7</b>	<b>99,97</b>
<i>Coelorhynchus aconcagua</i>	0,36	0,14	0,55	<0,01
<i>Helicolenus lengerichi</i>	0,18	0,04	0,27	<0,01
<i>Juveniles M. magellanicus</i>	0,53	0,01	0,55	<0,01
<i>Juveniles M. australis</i>	4,26	0,02	1,1	0,05
<i>Macruronus magellanicus</i>	74,78	91,29	113,73	94,57
<i>Mecromesistius australis</i>	0,36	0,61	0,55	<0,01
Restos teleósteos n.i	15,45	7,65	23	5,34

n.i = no identificado



**Tabla 22**

Índice de importancia relativa (%IIR) de merluza del sur en los seis cruceros de aguas exteriores (2000 - 2007) y crucero 2003 de aguas interiores X y XI Regiones.

Ítem presa	%IIR							
	2000	2001	2002	2003	2003	2004	2005	2007
	Agosto	Ago-Sept	Julio	Aguas ext. Agosto	Aguas int. Sept.	Agosto	Agosto	Agosto
<b>CRUSTACEA</b>	<0,01	0,27	0,05	0,11	12,58	0,01	1,95	0,02
Anfípodos					<0,01			
Crustáceos n.i	<0,01	0,25	<0,01	0,07	0,92	<0,01	0,11	0,02
<i>Euphausia mucronata</i>					0,06		1,84	
<i>Pasiphaea doffleini</i> (camar3n)	<0,01	0,01	0,04	0,04	11,64	0,01		
<b>MOLLUSCA</b>	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,41	<0,01
Cefal3podo n.i	<0,01			0,01	<0,01	<0,01	0,41	<0,01
Jibia		<0,01						
<i>Loligo</i> sp.	<0,01	<0,01	<0,01					
<b>SALPIDAE</b>	0	0,03	0	0	0	0	0	<0,01
Salpas (Thaliacea)		0,03						<0,01
<b>TELEOSTEI</b>	100	99,71	99,95	99,88	87,43	99,99	97,63	99,97
Br3tula	<0,01							
<i>Coelorhynchus aconcagua</i>								<0,01
<i>Diaphus</i> sp. (mict3fido)				<0,01	<0,01			
<i>Electrona</i> sp. (mict3fido)				0,29				
Fam. Bathylagidae					2,75			
<i>Helicolenus lengerichi</i>								<0,01
Juveniles de <i>M. magellanicus</i>								<0,01
Juveniles de <i>M. australis</i>								0,05
<i>Lampanyctus</i> sp. (mict3fido)				0,36				
<i>Maurolicus muelleri</i>				0,02	<0,01			
<b><i>Macruronus magellanicus</i></b>	99,58	97,68	98,81	94,07	81,2	99,71	91,75	94,57
<i>Mecromesistius australis</i>	0,19	0,1	0,42	0,19		0,06	3,99	<0,01
<i>Merluccius australis</i>					1,58			
Mict3fido		0,01	<0,01					
Pejer rata ( <i>Coelorhynchus</i> sp)	<0,01				<0,01			
Restos Tele3steos n.i	0,23	1,92	0,72	4,95	1,89	0,22	1,89	5,34
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Total est3magos analizados</b>	<b>538</b>	<b>634</b>	<b>478</b>	<b>185</b>	<b>565</b>	<b>442</b>	<b>167</b>	<b>364</b>

n.i = no identificado



**Tabla 23**

Índice estandarizado de Levín ( $B_i$ ) para merluza del sur en el área de estudio  
**a)** por presa y **b)** por grupo.

a) Presa	$P_{ij}$	$P2_{ij}$
Crustáceos	0,023	5,33E-04
Cefalópodo	0,007	5,05E-05
Salpas	0,011	1,14E-04
<i>Coelorrhynchus aconcagua</i>	0,004	1,26E-05
<i>Helicolenus lengerichi</i>	0,002	3,15E-06
Juveniles merluza de cola	0,005	2,84E-05
Juveniles merluza tres aletas	0,043	1,82E-03
Merluza de cola	0,748	5,59E-01
Merluza tres aletas	0,004	1,26E-05
Teleósteos	0,155	2,39E-02
<b>n</b>	<b>10</b>	
<b><math>B_i</math></b>	<b>0,079</b>	

b) Presa	$P_{ij}$	$P2_{ij}$
<b>CRUSTACEA</b>	0,023	0,000533
<b>MOLLUSCA</b>	0,007	5,05E-05
<b>SALPIDAE</b>	0,011	0,000114
<b>TELEOSTEI</b>	0,959	0,9199
<b>n</b>	<b>4</b>	
<b><math>B_i</math></b>	<b>0,029</b>	



**Tabla 24**

Valores promedio, máximo, mínimo, número de observaciones (N), desviación estandar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones.

Variable	Media	Mínimo	Máximo	N	Desvest	C.V.
Largo (m)	2.132,1	257,9	11.760,4	81	1.832,3	0,86
Alto (m)	35,3	5,4	86,1	81	20,1	0,57
Elongación	69,7	5,6	339,5	81	56,4	0,81
Perimetro (m)	21.976,0	1.750,1	104.656,2	81	22.896,2	1,04
Area (m <sup>2</sup> )	87.603,8	2.098,0	439.878,3	81	98.611,8	1,13
Dim. Fractal	1,52	1,14	1,86	81	0,22	0,14
Prof. Agreg (m)	278,8	178,7	396,0	81	48,3	0,17
Prof. Fondo (m)	532,9	230,2	1.214,8	81	210,3	0,39
Indice altura (%)	40,4	3,1	82,9	81	21,3	0,53
NASC	1.303,2	107,3	14.763,1	81	2.273,5	1,74
Densidad (NASC*100/m <sup>2</sup> )	1,8	0,1	15,6	81	2,1	1,14

**Tabla 25**

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

Variable	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma	
LNLARGO	Inter-grupos	6,4	1	6,41	11,86	0,001
	Intra-grupos	42,7	79	0,54		
	Total	49,1	80			
LNALTO	Inter-grupos	1,8	1	1,77	5,16	0,026
	Intra-grupos	27,1	79	0,34		
	Total	28,9	80			
LNELON	Inter-grupos	1,2	1	1,25	2,35	<b>0,129</b>
	Intra-grupos	42,0	79	0,53		
	Total	43,2	80			
LNPERIM	Inter-grupos	2,9	1	2,93	2,80	<b>0,098</b>
	Intra-grupos	82,8	79	1,05		
	Total	85,8	80			
LNAREA	Inter-grupos	15,4	1	15,38	12,03	0,001
	Intra-grupos	101,0	79	1,28		
	Total	116,4	80			
LNDFRAC	Inter-grupos	0,0	1	0,01	1,30	<b>0,258</b>
	Intra-grupos	0,6	79	0,01		
	Total	0,6	80			
LNprofcard	Inter-grupos	0,0	1	0,0	0,0	<b>0,988</b>
	Intra-grupos	2,4	79	0,0		
	Total	2,4	80			
LNFONDO	Inter-grupos	0,6	1	0,58	4,03	<b>0,048</b>
	Intra-grupos	11,4	79	0,14		
	Total	11,9	80			
LNINDALT	Inter-grupos	5,1	1	5,10	10,51	0,002
	Intra-grupos	38,3	79	0,49		
	Total	43,4	80			
LNNASC	Inter-grupos	8,7	1	8,71	7,42	0,008
	Intra-grupos	92,7	79	1,17		
	Total	101,4	80			
LNDENS	Inter-grupos	0,3	1	0,26	1,20	<b>0,277</b>
	Intra-grupos	17,4	79	0,22		
	Total	17,6	80			



**Tabla 26**

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

Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
LNLARGO	Inter-grupos	3,5	2	1,75	4,42	0,019
	Intra-grupos	15,4	39	0,40		
	Total	18,9	41			
LNALTO	Inter-grupos	1,5	2	0,76	2,40	<b>0,104</b>
	Intra-grupos	12,3	39	0,32		
	Total	13,8	41			
LNELON	Inter-grupos	7,0	2	3,50	9,89	0,000
	Intra-grupos	13,8	39	0,35		
	Total	20,8	41			
LNPERIM	Inter-grupos	10,5	2	5,24	5,09	0,011
	Intra-grupos	40,1	39	1,03		
	Total	50,6	41			
LNAREA	Inter-grupos	3,0	2	1,48	1,30	<b>0,284</b>
	Intra-grupos	44,6	39	1,14		
	Total	47,5	41			
LNDFRAC	Inter-grupos	0,0	2	0,02	2,30	<b>0,113</b>
	Intra-grupos	0,3	39	0,01		
	Total	0,4	41			
LNprofcard	Inter-grupos	0,0	2	0,0	0,2	<b>0,808</b>
	Intra-grupos	0,9	39	0,0		
	Total	0,9	41			
LNFONDO	Inter-grupos	0,8	2	0,40	3,76	0,032
	Intra-grupos	4,2	39	0,11		
	Total	5,0	41			
LNINDALT	Inter-grupos	1,7	2	0,84	3,95	0,027
	Intra-grupos	8,2	39	0,21		
	Total	9,9	41			
LNNASC	Inter-grupos	3,5	2	1,74	1,48	<b>0,239</b>
	Intra-grupos	45,7	39	1,17		
	Total	49,2	41			
LNDENS	Inter-grupos	0,3	2	0,13	0,72	<b>0,491</b>
	Intra-grupos	6,8	39	0,18		
	Total	7,1	41			



**Tabla 27**

Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparaci3n de los valores medios de los descriptores seg3n zona.

Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
LNLARGO	Inter-grupos	4,0	2	1,99	3,44	0,037
	Intra-grupos	45,1	78	0,58		
	Total	49,1	80			
LNALTO	Inter-grupos	1,5	2	0,75	2,13	<b>0,125</b>
	Intra-grupos	27,4	78	0,35		
	Total	28,9	80			
LNELON	Inter-grupos	6,2	2	3,08	6,48	0,002
	Intra-grupos	37,1	78	0,48		
	Total	43,2	80			
LNPERIM	Inter-grupos	22,1	2	11,04	13,52	0,000
	Intra-grupos	63,7	78	0,82		
	Total	85,8	80			
LNAREA	Inter-grupos	5,1	2	2,53	1,77	<b>0,177</b>
	Intra-grupos	111,4	78	1,43		
	Total	116,4	80			
LNDFRAC	Inter-grupos	0,1	2	0,03	4,64	0,012
	Intra-grupos	0,6	78	0,01		
	Total	0,6	80			
LNprofcard	Inter-grupos	0,1	2	0,1	2,3	<b>0,109</b>
	Intra-grupos	2,3	78	0,0		
	Total	2,4	80			
LNFONDO	Inter-grupos	0,2	2	0,12	0,83	<b>0,442</b>
	Intra-grupos	11,7	78	0,15		
	Total	11,9	80			
LNINDALT	Inter-grupos	0,3	2	0,13	0,24	<b>0,789</b>
	Intra-grupos	43,2	78	0,55		
	Total	43,4	80			
LNNASC	Inter-grupos	2,5	2	1,24	0,97	<b>0,382</b>
	Intra-grupos	99,0	78	1,27		
	Total	101,4	80			
LNDENS	Inter-grupos	1,4	2	0,69	3,32	<b>0,041</b>
	Intra-grupos	16,2	78	0,21		
	Total	17,6	80			



**Tabla 28**

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

Variable	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma	
LNLARGO	Inter-grupos	11,2	7	1,59	3,06	0,007
	Intra-grupos	37,9	73	0,52		
	Total	49,1	80			
LNALTO	Inter-grupos	4,0	7	0,57	1,67	<b>0,131</b>
	Intra-grupos	24,9	73	0,34		
	Total	28,9	80			
LNELON	Inter-grupos	3,7	7	0,52	0,97	<b>0,463</b>
	Intra-grupos	39,6	73	0,54		
	Total	43,2	80			
LNPERIM	Inter-grupos	24,1	7	3,45	4,09	0,001
	Intra-grupos	61,6	73	0,84		
	Total	85,8	80			
LNAREA	Inter-grupos	27,6	7	3,94	3,23	0,005
	Intra-grupos	88,9	73	1,22		
	Total	116,4	80			
LNDFRAC	Inter-grupos	0,0	7	0,00	0,56	<b>0,786</b>
	Intra-grupos	0,6	73	0,01		
	Total	0,6	80			
LNprofcard	Inter-grupos	0,3	7	0,0	1,6	<b>0,153</b>
	Intra-grupos	2,1	73	0,0		
	Total	2,4	80			
LNFONDO	Inter-grupos	11,6	7	1,66	338,19	0,000
	Intra-grupos	0,4	73	0,00		
	Total	11,9	80			
LNINDALT	Inter-grupos	31,0	7	4,42	25,94	0,000
	Intra-grupos	12,5	73	0,17		
	Total	43,4	80			
LNNASC	Inter-grupos	30,8	7	4,40	4,55	0,000
	Intra-grupos	70,6	73	0,97		
	Total	101,4	80			
LNDENS	Inter-grupos	2,6	7	0,37	1,79	<b>0,103</b>
	Intra-grupos	15,1	73	0,21		
	Total	17,6	80			

**Tabla 29**

Matriz de correlaciones entre las variables originales

	Largo	Alto	Elon	Perim.	Area	Dim.Frac	Prof.Agr.	Fondo	Ind.Alt.	NASC	Dens.
Largo	1										
Alto	0,340	1									
Elongación	0,628	-0,292	1								
Perimetro	0,340	-0,047	0,318	1							
Area	0,891	0,651	0,317	0,198	1						
Dim. Fractal	-0,317	-0,677	0,184	0,505	-0,506	1					
Prof. Agreg.	0,001	0,159	-0,151	0,014	0,027	0,001	1				
Prof. Fondo	0,342	0,309	0,042	0,324	0,435	-0,023	0,093	1			
Indice altura	0,346	0,243	0,132	0,386	0,396	0,011	-0,244	0,873	1		
NASC	0,535	0,462	0,135	0,335	0,647	-0,189	-0,027	0,399	0,350	1	
Densidad	-0,218	-0,139	-0,200	-0,070	-0,152	0,144	-0,248	-0,030	0,050	0,255	1

**Tabla 1**

Estimaciones de biomasa y abundancia de merluza del sur. Cruceros de evaluación directa 1992-2005.

<b>Año</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Especie</b>	<b>Biomasa (t)</b>	<b>Abundancia</b>
1992	FIP 92-02	Merluza del sur	31.250	-
1994	FIP 93-04	Merluza del sur	23.123	7.650.000
1996	FIP 96-38	Merluza del sur	40.301	17.065.132
2000	FIP 2000-14	Merluza del sur	133.845	35.585.682
2001	FIP 2001-19	Merluza del sur	100.362	26.800.000
2002	FIP 2002-19	Merluza del sur	50.356	13.700.000
2003	FIP 2003-09	Merluza del sur	84.268	21.300.000
2004	FIP 2004-07	Merluza del sur	53.200	11.789.000
2005	FIP 2005-04	Merluza del sur	42.500	10.764.418

**Tabla 2**

Principales características del BH Friosur IX.

Armador	Pesquera Friosur S.A.
Eslora (m)	53,3
Manga (m)	11,5
Calado (m)	5,0
TRG	930
Potencia motor principal (HP)	2.225

**Tabla 3**

Calibración del sistema de ecointegración.

Localización: Puerto Chacabuco	Estado de mar : Calma
Profundidad del fondo: 45 m	Profundidad de la esfera : 33 m
2 way beam angle: -20,6 dB	Angle sensitivity: 21,9 dB
3 dB angle: 7 °	Corrección SA : -0,79 dB
Longitud de pulso (ms): 1,024	Ganancia Ecosonda (dB): -23.,97



**Tabla 30**

Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes

	Com.1	Com.2	Com.3	Com.4	Com.5	Com.6	Com.7	Com.8
Valor propio	3,69	1,72	1,42	0,62	0,24	0,17	0,11	0,03
% variabilidad	46,11	21,50	17,78	7,76	2,97	2,09	1,41	0,38
% acumulado	46,11	67,61	85,39	93,15	96,11	98,21	99,62	100

**Tabla 31**

Correlaciones de las variables originales con los componentes principales

variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	0,83	0,26	-0,44
Alto	0,68	-0,64	0,09
Elongaci3n	0,27	0,73	-0,56
Área	0,94	-0,06	-0,25
Dim. Fractal	-0,48	0,71	0,23
Prof. Fondo	0,66	0,28	0,64
Índice Altura	0,63	0,36	0,61
NASC	0,73	0,01	-0,01

ANEXOS

---

# A N E X O 1

---

**Personal participante  
por actividad (HH)  
proyecto FIP N° 2007-12**

---



## PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD (HH)

**Proyecto FIP 2007-12.** Evaluación del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores, Año 2007.

- OBJETIVO GENERAL**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
Sergio Lillo Vega	90	120	100	100	<b>410</b>
Roberto Bahamonde Forde	45	145	30	0	<b>220</b>
Jose Córdova Masanés	135	45	25	0	<b>205</b>
Renato Céspedes Michea	30	160	95	45	<b>330</b>
Vilma Ojeda Cerda	0	190	35	40	<b>265</b>
Alvaro Saavedra Godoy	0	320	50	40	<b>410</b>
Juan Saavedra Nieves	0	90	40	5	<b>135</b>
Hernan Miranda Pérez	0	90	45	0	<b>135</b>
Patricia Rojas Zúniga	0	240	75	55	<b>370</b>
Esteban Molina Guerrero	0	145	75	25	<b>245</b>
Carolina Lang Abarzúa	0	150	10	0	<b>160</b>
Demetrio Díaz Barrera	135	0	0	0	<b>135</b>
Karen Hunt Jaque	0	690	0	0	<b>690</b>
Luis Adasme Martinez	135	250	60	30	<b>475</b>
Manuel Rojas Garcia	0	245	100	40	<b>385</b>
Luis Contreras Contreras	135	0	0	0	<b>135</b>
Cecilia Bravo Muñoz	0	90	0	0	<b>90</b>
Leopoldo Vidal Bernal	0	225	0	0	<b>225</b>
Juan Catipillán López	135	0	0	0	<b>135</b>
Fernando Balbontín Cavada	10	20	70	50	<b>150</b>
Erica López Soto	0	140	50	20	<b>210</b>
Luis Rodríguez Siclari	10	240	10	0	<b>260</b>
<b>Total</b>	<b>860</b>	<b>3595</b>	<b>870</b>	<b>440</b>	<b>5.765</b>



**PLAN DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.1**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
Sergio Lillo V.	90	120	100	90	<b>400</b>
Roberto Bahamonde F.	45	145	30	0	<b>220</b>
Jose Córdova M.	135	45	25	0	<b>205</b>
Juan Saavedra N.	0	90	40	5	<b>135</b>
Esteban Molina G	0	45	45	10	<b>100</b>
Carolina Lang A	0	150	10	0	<b>160</b>
<b>Total</b>	<b>270</b>	<b>595</b>	<b>250</b>	<b>105</b>	<b>1.220</b>

• **PLAN DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.2**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
Renato Céspedes M	25	160	70	30	<b>285</b>
Vilma Ojeda C.	0	190	35	40	<b>265</b>
Hernan Miranda P.	0	90	45	0	<b>135</b>
Karen Hant J.	0	690	0	0	<b>690</b>
Luis Adasme C.	135	225	40	30	<b>430</b>
Luis Contreras C.	135	0	0	0	<b>135</b>
Cecilia Bravo M.	0	90	0	0	<b>90</b>
Leopoldo Vidal B.	0	225	0	0	<b>225</b>
Juan Catepillán	135	0	0	0	<b>135</b>
<b>Total</b>	<b>430</b>	<b>1670</b>	<b>190</b>	<b>100</b>	<b>2.390</b>

• **PLAN DE ASIGNACION DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.3**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
Fernando Balbontin	10	20	70	50	<b>150</b>
Erika López	0	140	50	20	<b>210</b>
Luis Rodríguez	10	240	10	0	<b>260</b>
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>400</b>	<b>130</b>	<b>70</b>	<b>620</b>



- **PLAN DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.4**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
Esteban Molina G.	0	100	30	15	<b>145</b>
Manuel Rojas G.	0	100	50	20	<b>170</b>
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>200</b>	<b>80</b>	<b>35</b>	<b>315</b>

- **PLAN DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.5**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
Patricia Rojas Z.	0	240	75	55	<b>370</b>
Demetrio Diaz B.	135	0	0	0	<b>135</b>
Luis Adarme M.	0	25	20	0	<b>45</b>
Renato Céspedes M.	5	0	25	15	<b>45</b>
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>265</b>	<b>120</b>	<b>70</b>	<b>595</b>

- **PLAN DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.6**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
Alvaro Saavedra G.	0	320	50	40	<b>410</b>
Manuel Rojas G.	0	145	50	20	<b>215</b>
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>465</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>625</b>

## A N E X O 2

---

**CD contiene:**

- **Informe Final (pdf)**
- **Resumen Ejecutivo (word)**

**Proyecto FIP N° 2007-12**

---





---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO  
Unidad de Ediciones y Producción  
Blanco 839, Fono 56-32-2151500  
Valparaíso, Chile  
[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)

---