



# INFORME FINAL

Proyecto FIP  
N° 2007-13

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



JUNIO  
2008



---

## INFORME FINAL

---

FIP N° 2007-13

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

• Junio, 2008 •



## REQUIRENTE

---

CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA

Presidente Consejo  
**Jorge Chocair Santibáñez**

## EJECUTOR

---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera  
**Mauricio Braun Alegría**

Director Ejecutivo:  
**Ramón Figueroa González**

• Junio, 2008 •



## **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

### **Dinámica Reproductiva**

Fernando Balbontín Cavada

### **Fauna Acompañante**

Esteban Molina Guerrero

Manuel Rojas García

### **Dinámica Trófica**

Patricia Rojas Zúniga

### **Morfología de Cardúmenes**

Alvaro Saavedra Godoy

• Junio, 2008 •



## RESUMEN EJECUTIVO

---

En el presente informe final se presentan los resultados de la estimaci3n de distribuci3n, biomasa, abundancia y estructura demogr3fica correspondientes al proyecto FIP N° 2007-13: "Evaluaci3n del stock desovante de merluza de cola, a±o 2007", el que tuvo como objetivo central determinar la distribuci3n y abundancia del stock y determinar las caracter3sticas biol3gicas y pesqueras relevantes del recurso presente en la zona de aguas exteriores de las regiones X y XI.

Los resultados est3n sustentados en los datos recolectados durante un crucero de prospecci3n realizado a bordo del PAM "Friosur IX" en el per3odo comprendido desde el 30 de julio al 15 de agosto del 2007 en el 3rea de la plataforma continental comprendida entre los 43°30' y 47°00' de latitud sur. Durante el crucero se efectuaron 43 transectas ac3sticas y 30 lances de pesca con sus correspondientes muestreos biol3gicos.

La biomasa de merluza de cola se estim3 en 162.779 t con un intervalo de confianza entre 130.280 y 195.227 t. Esta biomasa corresponde al aporte de 63.140 t (38,8%) de machos y 99.638 t (61,2%) de hembras. La fracci3n adulta considerada como aquella superior a 55 cm de longitud total, se estim3 en 157.035 t equivalentes al 96,5% de la biomasa total.

Los resultados obtenidos muestran a un recurso con una distribuci3n t3pica para el per3odo, esto es asociada a la plataforma continental con tres focos de concentraci3n asociados a los ca±ones submarinos presentes en la zona, ubicados en las latitudes 44°15'S, 45°20'S y 46°20'S. Al interior del 3rea de distribuci3n, se estim3 una biomasa de merluza de cola de 162.779 toneladas ( $LC_{\alpha=5\%} = 130.548 - 195.009$ ), que representa un incremento del 11,5% en



relaci3n con lo estimado para similar 1rea y per3odo en el 2005. La abundancia de merluza de cola se estim3 en 161.135.593 ejemplares, compuesta de 76.329.930 (47,4%) individuos machos y 84.805.663 (52,6%) ejemplares de hembras. En t3rminos del tama1o del stock, la abundancia total estimada represent3 un valor del 21,1% 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 recurso entre los a1os 2000 y 2007

En lo que respecta a la estructura demogr1fica, el muestreo de talla de la captura de merluza de cola, proveniente de los lances de pesca de identificaci3n efectuados con una red no selectiva registr3 en total 2.436 ejemplares, 1.139 machos y 1.297 hembras. Al igual como ha ocurrido en los estudios previos (2000-2005), esto es, una estructura de talla de merluza de cola dominada por ejemplares adultos entre 55 y 89 cm, una escasa presencia de juveniles (10%) y una mayor proporci3n de hembras (53%). Adem1s, se mantuvo en el 1rea de los ca1ones una alta concentraci3n de importantes fracciones adultas propias de un proceso reproductivo.

Concordante con lo anterior, el stock present3 una estructura demogr1fica dominada por ejemplares adultos pertenecientes a los grupos de edades IV a VII, los que en conjunto representaron el 77% de la abundancia de machos y el 81% en las hembras.

Los resultados de los an1lisis efectuados a las g3nadas recolectadas durante el crucero de prospecci3n, indicaron que la fracci3n de hembras se encontraba en un proceso reproductivo activo, registr1ndose que el 26% de las hembras muestreadas estaban en desove y un 64% estaba por iniciar dicho proceso.

La distribuci3n de los estadios de madurez de acuerdo a la longitud total de las hembras, mostr3 que los peces virginales estuvieron representados 1nicamente



en el grupo de longitud de 36-45 cm de longitud total, mientras que en los rangos de talla comprendidos entre los 47 y 66 cm se pudieron encontrar hembras inmaduras como maduras.

El índice gonadosomático (IGS) alcanzó un valor promedio ( $\pm$  desviaci3n estandar) de  $10,14 \pm 7,22$  con valores individuales extremos de 0,23 y 42,55. El IGS tuvo un incremento sostenido hasta el grupo de longitud 67-76 cm LT de las hembras, para luego estabilizarse y finalmente presentar un pequeño incremento en el grupo compuesto por peces mayores de 96 cm LT. Los valores del IGS de acuerdo al estadio de madurez sexual (EMS) dieron como resultado que los peces con g3nadas virginales e inmaduras (EMS 1 y 2) no superaron el valor promedio de 0,5 del IGS, en tanto que en las hembras en desove (EMS 4) el IGS aumentó a 17,5.

La talla media de madurez sexual (50%) calculada con hembras entre las clases de tallas 37 y 103 cm, dio una estimaci3n de 47,2 cm, valor significativamente inferior a estimaciones previas (53,3-56,7 cm). La alta variabilidad en la proporci3n de peces inmaduros y maduros entre los 42 y 66 cm, señaala la importancia de continuar este estudio para verificar si la talla media de madurez sexual estimada es un caso puntual o si corresponde a una modificaci3n permanente.

El mejor ajuste para la relaci3n entre la fecundidad y el peso corporal de las hembras de merluza de cola menos el peso de las g3nadas correspondió a un modelo de regresi3n lineal simple con un  $R^2$  de 0,65. Para la relaci3n entre la LT y la fecundidad, el ajuste a un modelo de potencia dio un  $R^2$  de 0,64. La fecundidad promedio basada en 86 observaciones fue 625.709 ovocitos. La fecundidad media poblacional fue 590.598. La fecundidad relativa, expresada como el número de ovocitos por gramo de peso corporal, fue de 537 ovocitos.



La fauna acompañante estuvo compuesta por cinco especies, de éstas especies, merluza del sur constituy3 casi el 100%, seguida en importancia por reineta. Las restantes especies se presentaron en forma esporádica y con capturas marginales.

En el presente estudio, la dieta de la merluza de cola estuvo constituida por crustáceos, salpas y tele3steos según el indicador numérico; por tele3steos según el indicador gravimétrico, perdiendo importancia las salpas, mientras que el indicador de frecuencia señala que la mayor parte de los est3magos analizados contenían salpas y tele3steos.

El ndice de Importancia Relativa (IIR) identifica al grupo de crustáceos como la presa principal, ubicándose a continuaci3n con similar nivel de importancia a las salpas (Salpidae) y restos de peces 3seos.

Con referencia a las características de las agregaciones de merluza de cola presentan una relaci3n significativa entre su morfometría y su densidad. El tamaño de las agregaciones estaría asociado a los procesos biol3gicos (desove) en el período y área evaluada.



## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	i
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS .....</b>	ix
<b>1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	1
<b>2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....</b>	1
<b>3. ANTECEDENTES.....</b>	2
<b>4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....</b>	5
4.1 Área y período de estudio .....	5
4.2 Embarcaciones y equipos .....	5
4.2.1 Embarcaci3n .....	5
4.2.2 Equipos .....	6
4.3 Objetivo específcico 1. Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribuci3n espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de cola en el área de estudio.....	7
4.3.1 Diseño del muestreo .....	7
4.3.2 Identificaci3n de los ecotrazos de merluza de cola .....	8
4.3.3 Estimaci3n de la fuerza de blanco .....	9
4.3.4 Estimaci3n de la abundancia y biomasa de merluza de cola .....	9
4.3.5 Distribuci3n espacial de la merluza de cola.....	12



4.4	Objetivo espec3fico 2. Estimar la composici3n de tallas, de edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de cola en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial, latitudinal y batim3trica.....	16
4.4.1	Muestreos.....	16
4.4.2	Composici3n de la estructura de tallas.....	17
4.4.3	Composici3n de edades del stock de merluza de cola.....	20
4.5	Objetivo espec3fico 3 Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadi3s de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de cola, a partir de los lances de identificaci3n.....	24
4.5.1	An3lisis de laboratorio .....	24
4.6	Objetivo espec3fico 4. Identificar y estimar la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la merluza de cola, a partir de los lances de identificaci3n.....	30
4.6.1	An3lisis de los datos.....	32
4.7	Objetivo espec3fico 5. Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de cola en el 3rea de estudio.....	35
4.8	Objetivo espec3fico 6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de cola .....	37
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
5.1	Objetivo espec3fico 1. Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en n3mero) y la distribuci3n espacial y batim3trica del stock de merluza de cola en el 3rea de estudio .....	45
5.1.1	Biomasa y abundancia de merluza de cola .....	45
5.1.2	Distribuci3n espacial y batim3trica del stock de merluza de cola .....	46



5.2	Objetivo espec3fico 2. Estimar la composici3n de tallas, de edad y sexo del stock desovante de merluza de cola en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial, latitudinal y batim3trica.....	47
5.2.1	Composici3n de la estructura de tallas.....	47
5.2.2	Composici3n de la estructura de edades del stock evaluado .....	51
5.3	Objetivo espec3fico 3. Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadi3s de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de cola, a partir de los lances de identificaci3n.....	53
5.3.1	Estadi3s de madurez sexual (EMS).....	53
5.3.2	3ndice gonadosom3tico (IGS).....	54
5.3.3	3ndices de la actividad reproductiva .....	55
5.3.4	Talla media de madurez sexual (Talla 50%) .....	56
5.3.5	Fecundidad.....	56
5.4	Objetivo espec3fico 4. Identificar y estimar la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la merluza de cola, a partir de los lances de identificaci3n .....	57
5.4.1	Especies capturadas y su proporci3n.....	57
5.4.2	Par3metros comunitarios.....	59
5.5	Objetivo espec3fico 5. Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de cola en el 3rea de estudio.....	61
5.6	Objetivo espec3fico 6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de cola.....	62
5.6.1	Descriptores morfol3gicos.....	62
5.6.2	Descriptores batim3tricos .....	63
5.6.3	Descriptores de energ3a .....	64
5.6.4	Caracter3stica de las agregaciones seg3n ca1ones y zonas.....	64
5.6.5	An3lisis de componentes principales.....	67



5.7	Talleres .....	69
5.8	Manuscritos .....	72
<b>6.</b>	<b>AN3LISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>74</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>80</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGR3FICAS .....</b>	<b>83</b>

**FIGURAS**

**TABLAS**

**ANEXOS**

**ANEXO 1.** Plan detallado de asignaci3n de personal profesional y t3cnico (HH).

**ANEXO 2.** CD contiene:

- Informe final (PDF) y
  - Resumen ejecutivo (Word)
- Proyecto FIP N° 2007-13



## ÍNDICE FIGURAS, TABLAS y ANEXOS

---

### FIGURAS

- Figura 1.** Desembarques de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). (Fuente: 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 arrastre de media agua modelo GLORIA 1408 utilizada por el FríoSur IX.
- Figura 4.** Localización de: a) transectas de muestreo acústico y, b) lances de pesca de identificación.
- Figura 5.** Vista distal de un par de otolitos de *Macruronus magellanicus*, merluza de cola, pertenecientes a un pez de 52 cm de longitud total, en donde se aprecian las diferentes zonas de crecimiento.
- Figura 6.** Descriptores de una agregaci3n.
- Figura 7.** Estimaciones de biomasa y abundancia estimadas en el período 2000-2007.
- Figura 8.** Distribuci3n espacial de la biomasa de merluza de cola. Julio-agosto 2007.
- Figura 9.** Distribuci3n de talla de merluza de cola por sexo para el área de estudio. B/H Friosur IX (agosto, 2007).
- Figura 10.** Distribuci3n de talla de merluza de cola por área. B/H Friosur IX (agosto, 2007).



- Figura 11.** Distribuci3n de talla de merluza de cola por ca3n3n y fuera de los ca3n3nes. B/H Friosur IX (agosto, 2007).
- Figura 12.** Distribuci3n de talla de merluza de cola por rango de profundidad (seg3n profundidad de relinga superior). B/H Friosur IX (agosto, 2007).
- Figura 13.** Distribuci3n de talla de merluza de cola por 1rea y rango de profundidad (seg3n profundidad de relinga superior). B/H Friosur IX (agosto, 2007).
- Figura 14.** Distribuci3n de talla de merluza de cola del crucero investigaci3n (Friosur IX) y de la captura realizada por la flota arrastrera f1brica para el mismo per3odo y 1rea de estudio (agosto, 2007).
- Figura 15.** Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por sexo para los cruceros hidroac3sticos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2007.
- Figura 16.** Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por 1rea para los cruceros hidroac3sticos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2007.
- Figura 17.** Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por ca3n3n y fuera de los ca3n3nes para los cruceros hidroac3sticos 2005 y 2007.
- Figura 18.** Comparaci3n de la funciones peso- longitud estimadas para merluza de cola por sexo, M= macho, H=hembra, y representaci3n de los par1metros a y b de esta relaci3n en el per3odo 2001 - 2007, indicando el a3o de origen como 01,02, 03, 04, 05 y 07.
- Figura 19.** Abundancia por grupos de edad de merluza de cola estimadas en las evaluaciones directas per3odo 2001-2007, a) por sexo y b) ambos sexos (%).



- Figura 20.** Frecuencia de longitudes de las hembras de merluza de cola *Macruronus magellanicus*, utilizadas en el estudio de aspectos reproductivos.
- Figura 21.** Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus* en agosto de 2007.
- Figura 22.** Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2007.
- Figura 23.** Relaci3n entre el peso de la g3nada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza de cola *Macruronus magellanicus*.
- Figura 24.** Valor promedio del 3ndice gonadosom3tico (IGS)  $\pm$  la desviaci3n est3ndar y el error est3ndar, en hembras de merluza de cola *Macruronus magellanicus* de acuerdo a grupos de longitud total (GL), en agosto de 2007.
- Figura 25.** Valor del 3ndice gonadosom3tico (IGS)  $\pm$  la desviaci3n est3ndar y el error est3ndar, para cada uno de los estadios de madurez sexual (EMS) de la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2007.
- Figura 26.** Ojiva de madurez sexual de la merluza de cola *Macruronus magellanicus* en agosto de 2007, con l3mites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.
- Figura 27.** Relaci3n entre la fecundidad y el peso del cuerpo en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2007.
- Figura 28.** Relaci3n entre la fecundidad y la longitud total en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2007.



- Figura 29.** Participaci3n porcentual respecto de a) captura total crucero y b) captura total fauna acompa1ante. Crucero de evaluaci3n de merluza de cola, aguas exteriores 2007.
- Figura 30.** Participaci3n porcentual respecto de la captura total crucero y captura total fauna acompa1ante. Crucero de evaluaci3n de merluza de cola, aguas exteriores 2007.
- Figura 31.** Distribuci3n latitudinal y batim3trica de las especies capturadas como fauna acompa1ante. Crucero de evaluaci3n de merluza de cola, aguas exteriores 2007.
- Figura 32.** Resultado del an1lisis de clasificaci3n por conglomerados de las principales especies presentes por crucero de evaluaci3n de merluza de cola aguas exteriores, 2000 a 2007.
- Figura 33.** Resultado del an1lisis de ordenaci3n (NMDS) de las principales especies presentes por crucero de evaluaci3n de merluza de cola aguas exteriores, 2000 a 2007.
- Figura 34.** Resultado del an1lisis de clasificaci3n por conglomerados para los lances de identificaci3n agrupados por subzonas. Crucero de evaluaci3n de merluza de cola aguas exteriores, 2007.
- Figura 35.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor largo de agregaciones.
- Figura 36.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor alto de agregaciones.
- Figura 37.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor elongaci3n de agregaciones.
- Figura 38.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor per1metro de agregaciones.
- Figura 39.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor 1rea de agregaciones.
- Figura 40.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor dimensi3n fractal.



- Figura 41.** Distribuci3n de frecuencia de la profundidad de agregaciones.
- Figura 42.** Distribuci3n de frecuencia de la profundidad del fondo.
- Figura 43.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3ndice de altura.
- Figura 44.** Distribuci3n de frecuencia de la energ3a retrodispersada ( $S_A$ ) de agregaciones.
- Figura 45.** Distribuci3n de frecuencia de la descriptor densidad ac3stica ( $S_A / m^2$ ) de agregaciones.
- Figura 46.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n localizaci3n de agregaciones en zona de ca3ones (SI-NO).
- Figura 47.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n localizaci3n de agregaciones en zona de ca3ones (SI-NO).
- Figura 48.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim3tricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura seg3n localizaci3n de agregaciones en zona de ca3ones (SI-NO).
- Figura 49.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energ3a retrodispersada y densidad ac3stica seg3n localizaci3n de agregaciones en zona de ca3ones (SI-NO).
- Figura 50.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n ca33n.
- Figura 51.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n ca33n.



- Figura 52.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según cañón.
- Figura 53.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica según cañón.
- Figura 54.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según zona.
- Figura 55.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según zona.
- Figura 56.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según zona.
- Figura 57.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica según zona.
- Figura 58.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según rango de fondo.
- Figura 59.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según rango de fondo.
- Figura 60.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones e índice de altura según rango de fondo.
- Figura 61.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica según rango de fondo.
- Figura 62.** Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.
- Figura 63.** Correlación de las variables originales con los dos componentes.



## TABLAS

- Tabla 1.** Estimaciones de biomasa y abundancia de merluza de cola. 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 de cola.
- Tabla 6.** Estimados de abundancia de merluza de cola y participaci3n por sexo.
- Tabla 7.** Parámetros de la relaci3n peso - longitud de merluza de cola crucero de evaluaci3n agosto del 2007.
- Tabla 8.** Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, machos crucero de evaluaci3n, 2007 ( $b=162.779$ ).
- Tabla 9.** Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, hembras crucero de evaluaci3n, 2007 ( $b=162.779$ ).
- Tabla 10.** Abundancia por grupos de edad y desviaci3n estandar, merluza de cola. Crucero de evaluaci3n 2007.
- Tabla 11.** Caracteristicas del stock de merluza de cola en las siete últimas evaluaciones directas efectuadas en la zona sur – austral.
- Tabla 12.** Fracci3n de merluza de cola maduros segun GE y sexo.



- Tabla 13.** Índices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, entre el 2 y el 14 de agosto de 2007. LT, longitud total; EMS, estadio de madurez sexual; IGS, índice gonadosomático; Prom, promedio.
- 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 de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2007.
- Tabla 15.** Proporción estimada de individuos maduros y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2007.
- Tabla 16.** Fecundidad promedio y fecundidad relativa estimadas en estudios realizados en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 1996 a 2007.
- Tabla 17.** Captura (kg) y participación (%) de la especie objetivo y fauna acompañante capturada durante el crucero de evaluación de merluza de cola aguas exteriores 2007.
- Tabla 18.** Captura (kg) y participación (%) de la fauna acompañante capturada durante el crucero de evaluación de merluza de cola aguas exteriores 2007.
- Tabla 19.** Principales componentes de la fauna acompañante presentes en los lances de identificación realizados en los cruceros de evaluación hidroacústica de merluza de cola entre 2000 y 2007.
- Tabla 20.** Indicadores del contenido estomacal de merluza de cola total. (Agosto 2007).
- Tabla 21.** Índice de importancia relativa (%IIR) de merluza de cola en los cruceros período 2001 – 2007.



- Tabla 22.** Índice estandarizado de Levin ( $B_i$ ) para merluza de cola en el área de estudio.
- Tabla 23.** 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 de cola.
- Tabla 24.** 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 25.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores entre cañones.
- Tabla 26.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores según zona.
- Tabla 27.** 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 28.** Matriz de correlaciones entre las variables originales.
- Tabla 29.** Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes.
- Tabla 30.** Correlaciones de las variables originales con los componentes principales.

## ANEXOS

- Anexo 1.** Personal profesional y técnico participante en el proyecto FIP 2007-13.
- Anexo 2.** CD contiene:  
Informe final (PDF) y Resumen ejecutivo (Word) Proyecto FIP N° 2007-13.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## **1. OBJETIVO GENERAL**

---

Evaluar el stock desovante de merluza de cola, 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 de cola en el 3rea de estudio.
- 2.2** Estimar la composici3n de tallas, de edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de cola 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 de cola, a partir de los lances de identificaci3n.
- 2.4** Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la merluza de cola, a partir de los lances de identificaci3n.
- 2.5** Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de cola en el 3rea de estudio.
- 2.6** Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de cola.



### 3. ANTECEDENTES

---

La merluza de cola, *Macruronus magellanicus* L3nnber, 1907 (Orden Gadiformes: Familia Merlucciidae), es una especie eurib3tica de amplia distribuci3n geogr3fica en el Pac3fico suroriental y Atl3ntico suroccidental, que seg3n Cousseau y Perrotta (2000) exhibe una gran afinidad con las aguas subant3rticas, pero posee una alta capacidad de adaptaci3n a reg3menes m3s amplios. En el Pac3fico Sur Oriental se encuentra entre los 30°S y 57°S abarcando desde la costa hasta distancias de 300 millas n3uticas de la costa (Lillo *et al.*, 1997), mientras que en el Atl3ntico Sur Occidental habita entre los 33°S y 57°S (Giussi *et al.*, 2002). Adem3s, se debe incluir en su 3rea de distribuci3n la zona de canales y fiordos que se ubican entre las X y XII Regiones

En los 3ltimos treinta a3os se han desarrollado dos pesquer3as orientadas a la merluza de cola, la primera en desarrollarse correspondi3 a la pesquer3a demersal sur austral cuya 3rea de operaci3n se extiende entre las latitudes 41°28,6' a 57° de latitud sur y que concentra su operaci3n sobre la fracci3n adulta del stock en el per3odo de actividad reproductiva que se produce en el per3odo invernal. La otra pesquer3a corresponde a la pesquer3a pel3gica de la zona centro-sur (35°S-43°S) y que opera durante el per3odo primavera-verano sobre una fracci3n con una estructura m3s juvenil del stock (Lillo *et al.*, 1997).

La pesquer3a demersal sur - austral considera las zonas del mar interior y exterior comprendidas entre las latitudes 41°28,6'LS y 57°00'LS, reconociendo en su interior dos unidades de pesquer3as, una norte (UPN) y otra sur (UPS) con un l3mite divisorio entre ambas en los 47°LS. Latitudinalmente se extienden hasta una distancia de 60 millas n3uticas (UPN) y 80 millas n3uticas (UPS), ambas medidas desde las l3neas de base recta. Esta pesquer3a, de car3cter



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 1976 cuando bajo el Decreto Ley 500 (DL 500) se autorizó la operación de embarcaciones de pesca extranjeras.

En la pesquería sur austral, la merluza de cola es capturada con sistemas de pesca de arrastre (fondo y mediagua), y en la última década ha dejado de tener la característica de fauna acompañante, para transformarse en otro recurso objetivo de esta pesquería. En la pesquería pelágica de merluza de cola centro-sur, tiene su principal centro de operaciones en la VIII Región, aunque su actividad extractiva se desarrolla entre la VI a la X Región (Serra *et al.* 1999). En esta pesquería, la captura es realizada mediante el sistema de pesca de cerco, arrastre de mediagua y arrastre de fondo.

Los desembarques de merluza de cola fueron incipientes con anterioridad a 1980, pero a partir de ese año se comienza a notar el aporte proveniente de la pesquería demersal sur-austral con un valor cercano a las 20 mil toneladas anuales, cifra que según Young *et al.* (1988) podría estar subestimada, producto del descarte que se producía a bordo de los buques y que no fue registrado. La pesquería de la merluza de cola se caracterizó por los altos niveles de desembarque aportados por la pesquería pelágica de la zona centro sur (**Figura 1**): Por su parte, los desembarques de la pesquería sur austral se habían mantenido estables durante todo el período de la pesquería, sin embargo, a partir del año 2000 y como efecto del aumento de las cuotas de capturas asignadas a la pesquería demersal sur, los desembarques se incrementaron y el año 2004 sobrepasaron por primera vez el nivel de la pesquería centro-sur, situación que se mantiene hasta la fecha.



La pesquería de merluza de cola fue declarada en Régimen de Plena Explotación en las dos unidades de pesquería. Una de ellas corresponde al área marítima comprendida entre la V y X Regiones, hasta las 200 mn medidas desde las líneas de bases normales (D.S. N° 638 del 2000). La otra unidad de pesquería comprendida entre el límite norte de la XI Región y el límite sur de la ZEE en la XII, excluidas las aguas interiores (D.S. N° 686 del 2000).

La administración de estas pesquerías se realiza mediante la aplicación de cuotas globales de captura fijadas considerando la captura total permisible, procedimiento que requiere el uso de información auxiliar. El carácter demerso-pelágico de este recurso, señala al método hidroacústico como el más adecuado para su evaluación, donde su principal ventaja lo constituye su independencia de la actividad pesquera y rapidez en la entrega de sus resultados, permitiendo elaborar en un corto plazo cartas de distribución y abundancia del recurso en estudio, además de su estructura poblacional. En el período comprendido entre los años 1992 al 2005 se han realizado una serie de proyectos dirigidos a evaluar el tamaño del stock de merluza de cola cuyo resumen se presenta en la **Tabla 1**.

El proyecto de evaluación directa del stock de merluza de cola del año 2007 consideró el desarrollo de un crucero de prospección y de acuerdo a los términos técnicos de referencia corresponde 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 Propuesta 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 realización del crucero de prospección correspondió al periodo comprendido entre el 30 de julio y 15 de agosto del 2007.

### **4.2 Embarcación y equipos**

#### **4.2.1 Embarcación**

Para efectuar el crucero de prospección el Instituto de Fomento Pesquero efectuó un llamado privado a participar en el proyecto a las empresas que operan buques arrastreros en la pesquería demersal sur austral. A dicho llamado respondió positivamente la empresa pesquera Fríosur S.A., quien manifestó su interés en participar con el BH "Fríosur IX", 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 equipamiento 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 consistente en 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 Modelo Gloria 1408, que desarrollaba una altura (distancia borl3n-relinga) en su parte central de 60 metros (**Fig. 3**). A la parte final del túnel de la red se le incorporó un cubrecopo de 50 milímetros de tamaño 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 marca Furuno, que permitió efectuar un seguimiento del comportamiento de la red de arrastre (altura, contacto con el fondo, profundidad), además de un sensor de captura.

### **4.3 Objetivo específico 1. Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de cola en el área de estudio.**

#### **4.3.1 Diseño del muestreo**

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

#### **a) Transectas de muestreo acústico**

El muestreo acústico se realizó mediante 43 transectas distribuidas de forma sistemática y con dirección perpendicular a la costa, cubriendo desde el límite 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 náuticas (**Fig. 4a**). Además se intensificó el muestreo acústico en la zona de los cañones existentes en la zona de estudio.



Los datos acústicos, densidad acústica, intensidad de blanco (TS) y la profundidad del fondo, se recolectaron de manera georreferenciada en forma continua durante las transectas y discretizadas para efectos de procesamiento y análisis en intervalos básicos de muestreo (I.B.M) de 0,5 milla náutica.

#### **b) Lances de identificación de ecotrazos**

Durante la fase de evaluación, 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. 4b, Tabla 4**).

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

Debido a restricciones administrativas, no se realizaron lances de reconocimiento al interior de la zona de la plataforma ubicada al este de las líneas de base de recta, asumiéndose entonces que las estructuras de tallas de los peces registrados en dicho sector fueron los mismos que los observados en los lances realizados en la zona del mar exterior.

#### **4.3.2 Identificación de los ecotrazos de merluza de cola**

Los datos acústicos fueron analizados mediante los métodos estándares utilizados en ecointegración (Simmonds y MacLennan, 2005), en primer lugar se examinaron visualmente los ecogramas y se aplicó un procedimiento de control para detectar y corregir en los datos errores asociados a la posición geográfica, integración 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 rea, 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 ( $\sigma$ ):

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

#### 4.3.3 Estimaci3n de la fuerza de blanco

Para el presente informe se utilizaron dos relaciones de talla-fuerza de blanco descrita para esta especie de  $TS = 20 * \log(L) - 72,7$  (Do y Surti, 1990) y  $TS = 20,2 * \log(L) - 73,1$  (Lillo *et al.*, 2005).

#### 4.3.4 Estimaci3n de la abundancia y biomasa de la merluza de cola

La estimaci3n de la abundancia y de la biomasa de la merluza de cola en el á rea 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 acústica 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 área de distribuci3n del recurso y su densidad ( $\hat{Z}_{gs}$ ) en dicha área ( $V$ ) 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, que en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular y poseen igual área de influencia, se puede estimar como la media aritmética de los datos de  $S_A (Z_x)$  por intervalo básico de muestreo en el área de distribuci3n del recurso ( $a_{gs}$ ).

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

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

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

Siendo,  $\bar{\sigma} = 4 * \pi * 10^{0.1 * \bar{TS}}$  el coeficiente de dispersi3n promedio de un pez y  $\bar{w}$  el peso promedio de los peces medidos en los lances de identificaci3n.

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



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

$$\hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) \doteq \frac{1}{\bar{\sigma}^4} \hat{V}(\bar{\sigma})$$

$$\hat{V}(\bar{\sigma}) = (4\pi)^2 \hat{V}\left(10^{\frac{\bar{TS}}{10}}\right)$$

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

La varianza proveniente de la 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 geometr3a 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 geoestad3sticos, se utiliz3 el programa computacional EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).

#### **4.3.5 Distribuci3n espacial de la merluza de cola**

La distribuci3n espacial latitudinal y longitudinal de la *merluza de cola* en el 3rea prospectada, se presenta como una carta de contornos que representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo ver de manera clara las 3reas de mayor concentraci3n de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005). Esta carta distribuci3n espacial se confeccion3 de acuerdo a una escala de categor3as 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 de cola, se consideraron aspectos relacionados con geoestad3stica, mediante el uso de los semivariogramas herramienta anal3tica que permite determinar la existencia de estructuras espaciales sus caracter3sticas como: tama3o, 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 3rea 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 intrínseco, es decir, que la media y la varianza de los incrementos sean constantes, permite estimar el variograma experimental  $2^*\gamma(h)$  como:

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

Siendo  $Z(x_i)$  el valor experimental en el punto  $x_i$  y  $N(\theta, h)$  el 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 Objetivo espec3fico 2. Estimar la composici3n de tallas, de edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de cola 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 de cola 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 compuesta por :

- a) **Muestreo de longitudes:** A cada ejemplar muestreado se le registr3 su talla y sexo.
- 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, 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

##### a) Dise1o de muestreo

El dise1o de muestreo para 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 an1lisis.

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 segun 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  $r = 1, 2, \dots, n, \dots, N$
- $n$  : Tamao de muestra de lances.
- $N$  ; Nmero total de lances del viaje o crucero.
- $n_r^*$  : Nmero de ejemplares en la muestra del lance " $r$ ".
- $n_{kr}^*$  : Nmero 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



## b) Proporción sexual

La proporción sexual, de merluza del sur se estimó basándose en la participación de los sexos en los muestreos de longitud. El diseño de muestreo para estimar este parámetro correspondió también a un muestreo aleatorio bietápico, donde las unidades de primera etapa correspondieron a los lances de pesca y las unidades de segunda etapa a los ejemplares capturados. La estimación de la proporción sexual se basa en una combinación lineal ponderada por la captura de las estimaciones a nivel de lance, de manera que la estructura del estimador global y su varianza están dadas por las expresiones siguientes.

### Estimador de la proporción sexual

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

### 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  $s = 1, 2$
- $n$  : Tamaño de muestra de lances
- $N$  ; Número total de lances del crucero
- $n_r^*$  : Número de ejemplares en la muestra del lance "  $r$  "



- $n_{sr}^*$  : N3mero 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 de cola

De los tres pares de otolitos que presentan los peces, *sagitta*, *asteriscus* y *lapillus*, los otolitos sagitales son los m3s usados en estudios de edad, pues ellos revelan una secuencia de bandas de crecimiento susceptibles de ser analizadas y depender3 de la t3cnica 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; Far3as *et al.*, 2003).

En la observaci3n de los otolitos se emple3 un 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 la **figura 5** se presenta una imagen de c3mo se observan los *annuli* bajo el microscopio.

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.



**a) Clave talla-edad**

Las claves edad - talla son matrices que permiten clasificar los individuos segun 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 n1mero entero de a1os que se basa en el n1mero de anillos observado en la estructura, el tipo de borde y la 1poca del a1o en que se obtuvo la muestra. Se emplea una fecha arbitraria de nacimiento, la cual, en el caso de las pesquer1as chilenas es el primero de enero, brindando facilidad en la identificaci3n de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado restando al a1o 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 " $k$ "

$n_{ik}^*$  : n1mero de individuos de edad " $i$ " con longitud " $k$ " en el muestreo de otolitos.

$n_k^*$  : n1mero de individuos de longitud  $k$  en el muestreo de otolitos.



## b) Estimaci3n de la estructura etrea del stock evaluado

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 y cada matriz de estructuras se proces3 empleando intervalos de clase de 2 cm

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 estim3 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 estimada por el m3todo ac3stico.
- $\hat{N}_e$  : Estimador de la abundancia 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 abundancia 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. La



#### **4.5 Objetivo espec3fico 3. Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadi3s de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de cola, a partir de los lances de identificaci3n.**

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.

##### **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 analizadas en el laboratorio fue de 373.

##### **4.5.1 An3lisis de laboratorio**

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

En el laboratorio se determin3 el estadio de madurez sexual 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, determinando la presencia de ovocitos hidratados y la existencia de alg3n grado de reabsorci3n,



como tambi3n examinar el aspecto general del resto de los ovocitos. La escala apreciativa aplicada correspondi3 a la planteada para merluza de cola por Troncoso (2004) que consta de cinco estadios de madurez sexual (EMS), a saber.

1 **Virginal:** ovarios peque1os, filiformes, de pared delgada; sexo dif3cilmente discernible de manera macrosc3pica. El examen microsc3pico muestra la presencia de c3lulas germinales, de di3metro homog3neo. En un estadio m3s avanzado son de color rosado claro, de secci3n tubular y con un di3metro m3ximo de los ovocitos menor que 0,15 mm.

2 **Inmaduro:** ovarios claramente diferenciados, con paredes firmes, gruesas; color rosado claro o amarillo ocre. Ovocitos no visibles al ojo desnudo, de aspecto trasl3cido y en vitelog3nesis incipiente; di3metro m3ximo de los ovocitos inferior a 0,38 mm.

3 **En maduraci3n:** ovarios turgentes, con escasa vascularizaci3n; color amarillo p3lido; alcanzan un gran volumen. Ovocitos visibles a simple vista, en un amplio rango de tama1os, en vitelog3nesis avanzada; di3metro m3ximo de los ovocitos inferior a 0,85 mm.

4 **Maduro:** ovarios turgentes, a menudo con zonas trasl3cidas; color amarillo p3lido; en una fase avanzada, los ovocitos fluyen del ovario al presionar el abdomen. Ovocitos visibles al ojo desnudo, con ovocitos hidratados o en inicio del proceso de hidrataci3n, con o sin gota oleosa, diferenci3ndose por su mayor di3metro del grupo de ovocitos vitelados no hidratados (amarillentos); di3metro de los ovocitos m3s diferenciados igual o mayor que 0,85 mm.

5 **En regresi3n:** ovario fl3cido, con lumen grande; color rojizo; al final de este estadio las paredes se tornan gruesas y el color pasa a pardo oscuro de aspecto sanguinolento. Sin ovocitos visibles a simple vista o bien ovocitos en n3mero reducido en proceso de reabsorci3n. Estos ovarios pasan al estadio 2.



Cada uno de los estadios se puede caracterizar de acuerdo al diámetro de los ovocitos, junto con las características macroscópicas del ovario.

### b) Estimaci3n del índice gonadosomático

Se efectuó el pesaje de las gónadas con una balanza de 0,1 g de precisión y se calculó el índice gonadosomático (IGS) sobre la base del peso de la gónada (PG) y del cuerpo del pez (PC) menos el peso de la gónada, 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 estandar a través 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 segun 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 correspondieron a aquellos en EMS 3, 4 y 5, ademés de los peces en EMS 2 en que en los ovarios ya se había iniciado el proceso de vitelogénesis. La estimaci3n de la talla media de madurez sexual y de la ojiva de madurez se realiz3 mediante el método de



m3xima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988). Se calcularon los par3metros de la ojiva ajustada, con sus respectivas estimaciones de varianza, la estimaci3n de la talla de primera madurez del 50% junto a un intervalo de confianza de nivel igual al 95%. Los datos de madurez sexual tienen una distribuci3n binomial, ya que un individuo puede estar maduro o inmaduro, y no presentan un rango continuo de valores. Por esta raz3n, el uso del an3lisis "probit" basado en estimaciones de m3nimos cuadrados ha sido cuestionado por Welch y Foucher (1988), sobre la base de tres caracter3sticas indeseables de los residuos: 1) Los residuos mayores son aqu3llos que tienen menor tama1o de muestra; 2) La asimetr3a no se toma f3cilmente en consideraci3n y 3) Los residuos no se distribuyen normalmente. Estos problemas no est3n presentes cuando se utiliza el m3todo de m3xima verosimilitud para ajustar un modelo log3stico de madurez, ya que el tama1o de muestra de cada grupo de talla es considerado expl3citamente en la funci3n de m3xima verosimilitud. Por lo tanto, se utiliz3 esta metodolog3a para ajustar el modelo log3stico de madurez.

El ajuste corresponde 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 funci3n dada por 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 permite dar un primer ajuste de la talla 50% de primera madurez y un ajuste de la funci3n log3stica. Posteriormente se consider3 el ajuste de la funci3n log3stica dada por la relaci3n descrita a continuaci3n:

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



El ajuste de esta relaci3n se realiz3 mediante un procedimiento no lineal siguiendo un c3lculo iterativo de estimaci3n, el que permite lograr un mejor ajuste de la ojiva de madurez por una parte y por otra, de la estimaci3n de la talla media de madurez sexual.

#### **d) Fecundidad**

Para la determinaci3n de fecundidad, se aplic3 el m3todo gravim3trico a ovarios fijados en formalina. Se seleccionaron ovarios de peces sexualmente maduros, en avanzado estado de vitelog3nesis en el inicio de su hidrataci3n. De esta manera se evita la posibilidad de incluir en el an3lisis hembras que ya hubieran iniciado el proceso de desove. De acuerdo a la metodolog3a de Hunter *et al.* (1985), A cada ovario seleccionado se le elimin3 el l3quido superficial con papel absorbente, luego se tomaron tres trozos de tejido de diferentes regiones del ovario, de un tama1o que permitiera obtener aproximadamente 200 ovocitos por cada trozo, los que se pesaron con una balanza de precisi3n de 0,0001 g. Luego de contar bajo un microscopio estereosc3pico los ovocitos vitelados de cada submuestra, se obtuvo el promedio de ovocitos de acuerdo a la siguiente relaci3n:

$$E_i = n_0 \cdot W_i$$

Donde:

$E_i$  : fecundidad (n3mero total de ovocitos en inicio de la hidrataci3n en el ovario).

$W_i$  : peso h3medo del ovario (g).

$n_0$  : n3mero promedio de ovocitos vitelados por gramo de submuestra.

El n3mero de ovarios que se utiliz3 en las determinaciones de fecundidad fue 86. En estimaciones anteriores de fecundidad en merluza de cola (Lillo *et al.*, 2004), se hab3a utilizado el m3todo de denominado de Gilson, por la utilizaci3n de un



compuesto que permite disgregar el tejido ov3rico para liberar los ovocitos y as3 facilitar su conteo y medici3n, lo que se efectuaba con una vasija rotatoria (Fischer y Balbont3n, 1970). En el caso de la merluza de cola, para estimar la fecundidad, considerando la existencia de un desove total, isocronal, s3lo es necesario contar los ovocitos vitelados, que forman una moda de tama1o que se distingue f3cilmente de los ovocitos m3s peque1os que no son desovados. Este procedimiento se aplic3 en el FIP 2005-04, obteni3ndose resultados comparables por los dos m3todos (C3rdova *et al.*, 2006).

Las determinaciones de fecundidad se relacionaron con el peso corporal y la longitud total de las hembras. Para el c3lculo de la fecundidad media poblacional, se utiliz3 la ecuaci3n de regresi3n de la fecundidad 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 promedio en el lance  $i$ ,

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

$n$  : n3mero de lances.



#### **4.6 Objetivo espec3fico 4. Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la merluza de cola, 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 que caracterizan el muestreo como: el n1mero 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 pr1ctica de realizar dicho pesaje en el buque debido a falta de espacio (limita el n1mero de cajas a muestrear) y tiempo disponible, por lo que se muestre3 un m1ximo de 6 cajas

El estimador de la proporci3n de la especie  $e$  ( $\hat{p}_e$ ) en la captura est1 dado por la siguiente relaci3n:

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



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

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:

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

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 1rea 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 categor1as (m1todo gr1fico).

#### **4.6.1 An1lisis de los datos**

Se efectu3 un an1lisis descriptivo orientado a determinar la participaci3n porcentual en peso de las especies que componen la fauna acompa1ante de *M. magellanicus*, y descripciones en t1rminos de rango de profundidad, posici3n latitudinal y en forma global, respecto de la captura total obtenida y de la captura de la especie objetivo, adem1s de la captura de las especies que compon1an la fauna acompa1ante.

Para determinar el aporte porcentual en peso de cada especie respecto del total de la captura de *M. magellanicus*, se agruparon la fauna acompa1ante por especie en rangos batim1tricos y despu1s 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 espec1fico y se determin3 la importancia relativa (en peso) de las especies que constituyen su fauna acompa1ante. La importancia relativa se determin3 en t1rminos de la contribuci3n a la captura total y en relaci3n a la especie objetivo.



### a) Análisis comunitario

Se realizó este tipo de análisis con el fin de poder establecer e identificar agrupaciones específicas en el área de estudio. Estos análisis consideraron dividir el área de estudio en macro zonas, a la vez que cada macro zona se dividió en rangos batimétricos de 100 m de profundidad, facilitando la comparación faunística.

Estos análisis consistieron básicamente en establecer e identificar agrupaciones específicas a partir de la aplicación de métodos de análisis basados en la clasificación y ordenación de las especies. Estos métodos numéricos permiten obtener una visión de la comunidad a la cual está asociada la especie objetivo.

### b) Identificaciones de agrupaciones específicas

El análisis consistió en la identificación por macro zona y batimétrica de las agrupaciones específicas a partir del análisis de clasificación de conglomerados (análisis de *cluster*) y de ordenación MDS (*Multidimensional Scaling*) (Clifford y Stephenson, 1975). Ambos métodos requieren la construcción de una matriz de similitud, la que fue estructurada a partir de una matriz de abundancia relativa (CPUA) de las especies componentes de la fauna acompañante, agrupadas por macrozona y rango batimétrico. La comparación se realizó utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis (**BC**; Bray y Curtis, 1957). La función del índice se expresa por:

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



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

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

### c) Comparación entre asociaciones comunitarias (ANOSIM)

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

$$R = \frac{(r_B - r_w)}{n(n - 0,25)}$$

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

El valor de **R** puede variar entre -1 y +1. Cuando el valor de **R** es igual o próximo a cero las agrupaciones específicas resultantes no muestran diferencias en la



estructura de sus valores de abundancia relativa (CPUA). Por otro lado, cuando el valor de **R** es igual o se aproxima a 1, es indicativo de que las agrupaciones obtenidas presentan diferencias en la estructura de sus valores de abundancia relativa (CPUA).

#### **4.7 Objetivo específico 5. Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de cola 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 estimación de los métodos:

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

**Gravimétrico:** consiste en pesar cada taxón presa en cada estómago. Se emplea este método por sobre el volumétrico porque considera que el peso es una variable adecuada cuando se recolecta gran cantidad de material, es relativamente fácil de aplicar y entrega un estimado razonable del alimento consumido. Se expresa en forma porcentual del peso total registrado para cada ítem en el total de los estómagos.

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



La importancia relativa de cada tax3n de presa se determin3 mediante el 3ndice de importancia relativa, *IIR* (Pinkas *et al.*, 1971, *fide* Berg, 1979), seg3n la siguiente f3rmula:

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

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<sub>i</sub>* : 3ndice estandarizado de para el predador *i*
- p<sub>ij</sub>* : 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 Objetivo espec3fico 6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de cola**

La caracterizaci3n de las agregaciones de merluza de cola, 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®.

Una agregaci3n es definida como un conjunto de muestras ac3sticas que poseen una continuidad vertical y horizontal y adem3s exceden un umbral predeterminado de energ3a y tama1o, 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.

##### **a) Descriptores o variables utilizadas en el an3lisis**

De las agregaciones detectadas se extrajeron descriptores de posici3n, energ3a, morfol3gicos y batim3tricos (**Fig. 6**), estando referidos los primeros a la posici3n geogr3fica de las agregaciones, los de energ3a a la energ3a retrodispersada por las agregaciones, los morfol3gicos asociados al tama1o y forma de 3stas, 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  $S_A$  ( $m^2/mn^2$ ) y a la densidad ac3stica ( $Dens$ ) de las agregaciones determinadas de acuerdo a:

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

Donde:

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

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

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



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

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

$$Dens = S_A * 100 / Area$$

Donde *Área*: Área transversal (m<sup>2</sup>) de la agregaci3n (definida a continuaci3n en descriptores morfol3gicos).

**Descriptores morfol3gicos:** Dentro de los descriptores morfol3gicos extraídos directamente desde el ecograma se encuentran: la altura media (m), el área transversal (m<sup>2</sup>), el largo (m) y el perímetro (m) (**Fig. 6**), donde, la altura media se define como la altura promedio de todos los pings que conforman la agregaci3n.

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

Donde

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

$N$  : n3mero total de pings en la agregaci3n.



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

$$Se = d_j * e$$

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

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

Finalmente se extrajo el largo de la agregación (*Largo*) medida en metros junto al perímetro de éstas (*Perim*) en metros, completando las estimaciones básicas, a partir de las cuales se pueden derivar otros descriptores que permiten definir otras características de la agregación.

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



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

La elongaci3n (*Elon*) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregaci3n y es definido b3asicamente 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. 6**), 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) Análisis de los datos**

Se realizó un análisis general de las agregaciones en toda el área de estudio, aplicando estadística descriptiva referida a valores promedios, máximos, mínimos desviación estándar y coeficientes de variación para el total de los descriptores a fin de completar una visión general de las características de las agregaciones.

En segundo término a fin de determinar diferencias entre los descriptores de las agregaciones de acuerdo a su distribución en zonas de mayor o menor concentración del recurso, se procedió, en un análisis georeferenciado, a separar las observaciones de acuerdo a las 3 subáreas donde se intensificó el muestreo acústico y que correspondió a zonas de cañones ubicadas a la cuadra de I. Midhurst ( $44^{\circ} 10' \text{ LS}$  y  $75^{\circ} \text{ W}$ ), frente a I Lemu ( $45^{\circ} 15' \text{ LS}$  y  $75^{\circ} 10' \text{ W}$ ) y a la cuadra de Puerto San Esteban ( $46^{\circ} 18' \text{ LS}$  y  $75^{\circ} 27' \text{ W}$ ). Denominados Cañón 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 aplicación de un Andeva, se aplicó una logaritmización a los datos que no presentaban una distribución normal. Lo anterior fue testeado mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra, la cual compara la función de distribución acumulada observada de una variable con una distribución teórica determinada (la normal en este caso). La Z de Kolmogorov-Smirnov se calcula a partir de la diferencia mayor (en valor absoluto) entre las funciones de distribución acumuladas teórica y observada. Esta prueba de bondad de ajuste contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución normal.



Luego y a modo de continuar el an3lisis latitudinal de a3os anteriores dado por la sub-divisi3n latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2004) y la cual contempla 3 zonas: zona 1 entre 42° y 44°29' L.S. denominada Guafo; zona 2 entre 44°30' y 45°29' L.S. denominada Guamblin; y zona 3 entre 45°30' y 47°00' L.S. denominada Taitao. Esta subdivisi3n es la utilizada hist3ricamente en el an3lisis de distribuci3n de frecuencia de tallas permitiendo inferir alguna relaci3n entre 3stas y las caracter3sticas de los descriptores de las agregaciones.

Posteriormente se realiz3 un an3lisis de acuerdo a rangos de profundidad del fondo, a fin de determinar si este factor influye en las caracter3sticas de las agregaciones. El rango aplicado fue cada 100 metros.

Finalmente, los datos fueron tratados mediante la aplicaci3n del an3lisis de componentes principales (APC), resumiendo de esta manera la informaci3n contenida en la matriz de datos, permitiendo una representaci3n visual o geom3trica de la informaci3n (Rencher, 1995) y preservando las caracter3sticas de la observaci3n original. Las variables originales utilizadas fueron todos los descriptores determinados (y definidos anteriormente) de las agregaciones, a3n 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 obteni3ndose 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, d3ndole 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 Objetivo espec3fico 1. Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en n3mero) y la distribuci3n espacial y batim3trica del stock de merluza de cola en el 3rea de estudio.

#### 5.1.1 Biomasa y abundancia de merluza de cola

La biomasa de merluza de cola (**Tabla 5**) se estim3 mediante el m3todo geoestad3stico en 162.779 toneladas (CV= 12.1%) con un intervalo de confianza ( $\alpha=5\%$ ) entre 130.548 y 195.009 toneladas con la relaci3n de talla fuerza de blanco estimada por Lillo *et al.*, (2005) y de 161.703 toneladas (CV=12,6%) con la estimaci3n reseñada por Do y Surti (1993). Por otra parte, la biomasa estimada mediante el estimador de raz3n alcanz3 a 167.028 toneladas (CV=15,8) con un intervalo de confianza entre 123.748 y 210.308 toneladas. Estad3sticamente las estimaciones se pueden considerar como similares.

En t3rminos latitudinales, la biomasa estimada se desagreg3 en 26.349 (16,2%) toneladas para la zona del cañ3n localizado al sureste de la isla Guafo, 69.730 (42,8%) toneladas para el cañ3n asociado a la isla Guamblin y 13.886 (8,5%) toneladas en el cañ3n de la zona sur. La biomasa estimada para el resto del 3rea prospectada alcanz3 a 56.211 (34,5%) toneladas.

La abundancia total de la merluza de cola se estim3 en 161.135.593 individuos de los cuales 76.329.930 (47,4%) corresponden a machos y 84.805.663 (52,6%) a hembras (**Tabla 6**).



Ambos estimados representan valores superiores al estimado el a1o 2005, aumentando en un 11,5% la biomasa y un 21,1% la abundancia, pero a1n se mantienen en el rango inferior de los valores observados en el per3odo 2000-2007 (**Fig. 7**).

### **5.1.2 Distribuci3n espacial y batim3trica del stock de merluza de cola**

La distribuci3n espacial de la merluza de cola (**Fig. 8**) present3 una distribuci3n que abarc3 el 79% del 3rea total prospectada. Como es habitual en este recurso, su distribuci3n espacial esta caracterizada por un predominio de los bajos niveles de densidad y la presencia de focos de alta densidad localizados en la latitud 44°15'S, 45°20'S y 46°20'S, asociadas a los sectores de ca1ones submarinos presentes en el 3rea de estudio. Este tipo de distribuci3n ha sido consistente en todos los cruceros de prospecci3n realizados en el 3rea 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 de cola.

La posici3n media o centro de gravedad de la distribuci3n del stock evaluado de la merluza de cola se localiz3 en la latitud 45°20'S, posici3n similar a la registrada el a1o 2005. El 3ndice de Gini se estim3 en 0,89 y refleja el comportamiento gregario del recurso durante el desarrollo del proceso reproductivo en desarrollo durante el 3rea y per3odo de estudio.



## **5.2 Objetivo espec3fico 2. Estimar la composici3n de tallas, de edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de cola en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial, latitudinal y batim3trica.**

### **5.2.1 Composici3n de la estructura de tallas**

#### **5.2.1.1 Ejemplares muestreados**

El total de ejemplares de merluza de cola medidos fue de 2.436 individuos (**Fig. 9**). El total de machos y hembras medidos fue 1.139 y 1.297 individuos, respectivamente. El 3rea con mayor n3mero de ejemplares medidos fue Guafo con 1.356 individuos (**Fig. 10**) seguido de Guabl3n y Taitao con 540 ejemplares cada una. El ca3n3n con mayor n3mero de ejemplares registrados fue el Ca3n3n Guafo con 1.060 individuos, seguido del Ca3n3n Taitao y Guafo 540 y 486 ejemplares, respectivamente (**Fig. 11**). Batim3tricamente, las mayores muestras provienen del rango de profundidad 200-299 m (1.554 peces), seguido de la profundidad 300-399 m, 400-499 m y 100-199 m con 553, 191 y 138 individuos, respectivamente (**Fig. 12**).

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

Los ejemplares capturados de merluza de cola presentaron un rango de tallas que fluctu3 desde los 25 a 103 cm. de longitud total y una estructura predominada por ejemplares adultos (> 55 cm) que representaron el 89,6% de los ejemplares muestreados y la fracci3n juvenil alcanz3 al 10,4% (**Fig. 9**).

Las hembras con una talla promedio de 72,9 cm presentaron una estructura de tama3os levemente desplazada hacia tallas mayores con respecto de los machos



que alcanzaron una talla promedio de 64,9 cm, estimándose para la talla promedio de ambos sexos una desviaci3n estandar de 2,8 cm. La talla promedio global (ambos sexos) fue de 69,1 cm (**Fig. 9**).

#### a) Composici3n latitudinal

Al considerar los sectores latitudinales asociadas a las islas Guafo, Guamblín y Taitao, todos ellos muestran una composici3n mayoritariamente adulta ademés, de una leve gradiente latitudinal positiva en la participaci3n de la fracci3n de juveniles, cuya importancia relativa aumenta de norte a sur (**Fig. 10**). El sector central (Guamblin) registr3 los ejemplares de mayor tamaño con una talla promedio de 74 cm, mientras que en el sector norte (Guafo) la talla media fue de 70,1 cm y en sector sur (Taitao) se registraron los ejemplares de menor tamaño con una talla media de 66,7 cm (**Fig. 11**)

En lo que respecta a la proporci3n sexual, en los sectores extremos del área de estudio se registr3 una proporci3n similar de machos y hembras (48:52), situaci3n totalmente diferente a la observada en el sector central (Guamblin) en donde el predominio de las hembras fue mucho más relevante (36:64) y que tambi3n corresponde al sector en el que se registraron los ejemplares de mayor tamaño (**Fig. 10**).

Al desagregar la informaci3n de talla de merluza de cola para cada uno de los tres cañones submarinos como tambi3n el área fuera de los cañones (**Figura 11**), muestra que las estructuras de tallas de los tres cañones (Guafo, Guamblín y Taitao) se caracterizaron por el predominio de ejemplares adultos manteniendo la estructura descrita por áreas (**Figura 10**). Pero no sucede lo mismo con la distribuci3n de talla fuera del área de los cañones, la cual se caracteriz3 por una



mayor presencia de juveniles (39%) y una moda principal centrada en ejemplares de entre 40 y 64 cm (**Fig. 11**). Lo anterior podr3a ser efecto del proceso de concentraci3n reproductiva por parte de la fracci3n adulta en los ca3ones.

#### **b) Composici3n batim3trica**

En sentido batim3trico, la distribuci3n de la fracci3n adulta fue registrada principalmente entre 200 y 299 m de profundidad, donde se estim3 una talla promedio de 70 cm, una participaci3n de juveniles que alcanz3 al 9% y una moda que abarc3 los rangos de talla entre 60-79 cm (**Fig. 12**). En el rango batim3trico mas somero (100-199 m) se registraron solo ejemplares juveniles con una talla promedio de 36 cm, mientras que en los niveles batim3tricos mas profundos la composici3n de la estructura de tallas es de caracter3sticas polimodales, observ3ndose para el rango batim3trico de 300-399 m una moda principal que abarc3 entre los 40 y 64 cm con una alta participaci3n de juveniles (60,2 %) mientras que el rango batim3trico mas profundo (400-499 m) se registr3 una estructura donde la moda de mayor importancia relativo se localiz3 en el rango de tallas de 75-89 cm y dos modas secundarias, una con una alta componente juvenil centrada entre los 40-59 cm y otra moda adulta entre 70-74 cm (**Fig. 12**). Una situaci3n similar a la anterior fue observada en la composici3n de las estructuras de tallas por profundidad al interior de cada 3rea (**Fig. 13**).

#### **c) Distribuci3n de las estructuras de tallas registradas durante el crucero y la pesca comercial para el 3rea y per3odo de estudio.**

La estructura de talla de merluza de cola registrada por los estudios de monitoreo de la pesquer3a a bordo de la flota arrastrera congeladora, para la misma 3rea y per3odo de estudio, respecto de los resultados registrados en el crucero de



investigaci3n del 2007, muestran tambi3n una estructura dominada por individuos adultos, aunque la moda principal (adulto) de la flota se presenta levemente desplazada a la izquierda respecto de la estructura del crucero de investigaci3n. Adem3s, a diferencia de la estructura observada durante el crucero, la estructura de la flota arrastrera congeladora registra una mayor participaci3n de individuos juveniles pertenecientes al rango de tallas de 30 a 44 cm (**Fig. 14**); aspecto que podr3a estar asociado a una mayor operaci3n de pesca de la flota por fuera de las zonas aleda3as a los ca3ones con respecto al crucero.

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

Las estructuras de tallas de merluza de cola para el 3rea de estudio en los seis a3os de estudio se han sustentado en una moda principal compuesta por ejemplares adultos entre los 55 y 89 cm (**Fig. 15**). La estructura del a3o 2007 muestra una distribuci3n intermedia, entre las observadas en el per3odo 2001-2003 respecto de las registradas en los a3os 2004 y 2005, ya que estas dos 3ltimas se presentaron con modas desplazadas hacia tallas mayores (**Fig. 15**). En general, en los seis a3os se3alados, predominan en el 3rea los ejemplares adultos y las hembras, aunque con variaciones interanuales.

Al interior de cada 3rea de estudio, las distribuciones de tallas muestran una alta presencia de ejemplares adultos, los cuales en su mayor3a tienden a ser parte de una misma familia de distribuci3n de talla (**Fig. 16**). La presencia de juveniles se ha registrado principalmente en las 3reas de Guamblin y Taitao, destacando una moda de car3cter secundaria centrada entre los 30 y 54 cm de longitud total aunque su importancia relativa est3 marcada por fuertes variaciones interanuales (**Fig. 16**).



Las estructuras de tallas de merluza de cola en los cañones y fuera de los cañones para el 2005 y 2007 presentan un comportamiento relativamente similar (**Fig. 17**), con una alta participaci3n de ejemplares adultos y predominio de las hembras en la zona de cañones y un aumento de la representatividad de la fracci3n juvenil por fuera de ella.

### 5.2.2 Composici3n de la estructura de edades del stock evaluado

#### a) Relaci3n longitud peso

Para la estimaci3n de la composici3n de la estructura de edades, se emple3 la informaci3n de distribuci3n de tallas y relaciones peso-longitud (**Tabla 7**) estimadas a partir de los muestreos biol3gicos efectuado a la captura obtenida en los lances de pesca de identificaci3n realizados durante el crucero de prospecci3n.

Si se considera la serie de informaci3n correspondiente a la merluza de cola obtenida en los cruceros de evaluaci3n efectuados en el per3odo 2001-2005 y que tuvieron como especie objetivo la merluza del sur, mas la informaci3n recopilada en el presente estudio, se puede apreciar a excepci3n de los ańos 2003 y 2004 cuando se aprecia una disminuci3n en el peso medio a la talla (**Fig. 18**), en los dem3s ańos presentados los pesos medios a la talla registraron valores similares.

#### b) Composici3n por grupo de edad

El stock evaluado estuvo compuesto por ejemplares pertenecientes a los GE I a XI en machos y I a XV en hembras y est3 sustentado mayoritariamente por siete clases anuales pertenecientes a los GE III a IX que representaron el 93,3% del total del stock evaluado (**Tabla 8, 9 y 10**).



La composici3n desagregada por sexo, se1ala para los machos a los GE III a VIII como los m1s relevantes con un aporte que ascendente al 91,9%, mientras que en las hembras fueron los GE IV a X con una contribuci3n del 93,1%, siendo en ambos sexos el GE VI el de mayor importancia (**Tabla 8, 9 y 10**).

Al considerar la estructura demogr1fica estimada en los cruceros de evaluaci3n realizados en el per3odo 2000-2007, se puede observar una estructura et1rea variable y donde el rango de las edades de mayor importancia se ha estrechado en los 1ltimos a1os sumado a un stock disminuido en relaci3n a lo observado a comienzos de la d1cada, destac1ndose durante el a1o 2007 una menor participaci3n de los grupos de edades mayores al GE VI (**Fig. 19**).

En lo que se refiere a la estructura interna, durante el presente estudio se mantuvo, en t1rminos de abundancia y biomasa, el predominio de las hembras situaci3n que se ha observado en la mayor3a de los cruceros, a excepci3n de los a1os 2000 y 2004 (**Tabla 11**).

La estructura et1rea mostr3 en ambos sexos al GE VI como grupo modal, el que representa en promedio una talla de 68 cm en ambos sexos. Sin embargo, la composici3n con respecto de la moda no es sim1trica y se comporta de manera diferente seg1n el sexo, observ1ndose que los grupos de edad que componen la fracci3n izquierda de la moda (grupos m1s j3venes) representan el 49% de los machos y s3lo el 26% de las hembra (**Fig. 19**), situaci3n se puede considerar como normal y responde al crecimiento diferenciado por sexo que se ha observado en este recurso, donde las hembras alcanzan mayores tallas y edades que los machos.



Aunque los machos est1n conformados por estructuras de edades de menor amplitud, se debe se1alar que ellos madurar1an con un a1o de antelaci3n con respecto de las hembras. Lo anterior se dedujo a partir de los estadios de madurez macrosc3picos asociados a los otolitos analizados para la lectura de edad, as1 se tiene que en la presente evaluaci3n el 50 % de los machos estaban maduros en el GE III, en cambio las hembras alcanzaron igual proporci3n en el GE IV (**Tabla 12**).

### **5.3 Objetivo espec1fico 3. Determinar el 1ndice gonadosom1tico, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de cola, a partir de los lances de identificaci3n.**

El rango de tama1os del total de hembras de merluza de cola muestreadas para el estudio de aspectos reproductivos fue de 36 a 103 cm de longitud total (**Fig. 20**).

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

El an1lisis de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola mostr3 que las hembras inmaduras (EMS 1 y 2) correspondieron a un 8% del total, mientras que de las hembras pertenecientes a la fracci3n reproductiva, los ejemplares en maduraci3n (EMS 3) o prepar1ndose para desovar representaron el 64% de los ejemplares muestreados, en tanto que aquellas en proceso de desove (EMS 4) participaron con el 26%. De lo anterior, se desprende que durante el per1odo de desarrollo del crucero una parte importante de la poblaci3n se encontraba en un proceso reproductivo activo, pero tambi3n un porcentaje alto de las hembras adultas a1n no iniciaba ese proceso, lo que se confirma con el bajo porcentaje (2%) de peces desovados (**Fig. 21**).



Al analizar los estadios de madurez de acuerdo a la longitud total de las hembras, se observ3 que los peces virginales estuvieron representados 3nicamente en el grupo de longitud de 36-45 cm, grupo en el cual tambi3n las hembras en maduraci3n las que aumentaron progresivamente su representaci3n hasta el grupo de longitud de 77-86 cm, para luego disminuir en las tallas superiores. Entre los 47-56 cm y los 57-66 cm se pueden encontrar hembras inmaduras como maduras (**Fig. 22**).

### 5.3.2 3ndice gonadosom3tico (IGS)

Los datos del peso gonadal utilizados en el c3lculo del IGS correspondieron al peso medido en el laboratorio. En aquellos casos en que la g3nada lleg3 rota al laboratorio y s3lo se contaba con el peso medido a bordo, se estim3 mediante una ecuaci3n de regresi3n utilizando los datos en que se dispona de ambos pesajes (**Fig. 23**), el peso que la g3nada hubiese tenido en el laboratorio.

El IGS alcanz3 un valor promedio ( $\pm$  desviaci3n est3ndar) de  $10,14 \pm 7,22$  con valores individuales extremos de 0,23 y 42,55. Los elevados valores de la desviaci3n est3ndar reflejan la gran dispersi3n en los valores del 3ndice, puesto que en su estimaci3n participaron a peces inmaduros de pequea talla, hembras con g3nadas en maduraci3n e hidratadas.

Al analizar los datos con las hembras separadas en grupos arbitrarios de longitud total, se observ3 que el IGS tuvo un incremento sostenido hasta el grupo de longitud 67-76 cm junto a un amplio valor de la desviaci3n est3ndar, lo que indica que en esos grupos de longitud est3n presentes hembras con diferente desarrollo gonadal y en diferentes EMS (**Fig. 24**). En los grupos de longitud superiores a 67-76 cm, el IGS permaneci3 sin variaciones.



Para determinar la forma en que el estado reproductivo de las hembras de merluza de cola afecta los valores del IGS, se analizaron los datos de acuerdo al EMS de los ejemplares y se determin3 el modo en que este promedio varía en peces inmaduros y maduros. En la **figura 25** se observa que los peces con g3nadas virginales e inmaduras (EMS 1 y 2) no superaron el valor promedio de 0,5 del IGS. En cambio, en el EMS 4 el IGS aument3 a 17,5, valor que refleja el proceso de hidrataci3n que habrían experimentado las g3nadas de un porcentaje de individuos. En las hembras desovadas, el IGS descendió a 2,0. Al aplicar un ANOVA a las distribuciones, se obtuvieron diferencias significativas, con un  $F=44,77$ ;  $gl= 251$ ;  $p=0,0000$ . La utilizaci3n del test post hoc de Tuckey HSD indic3 que los EMS 1, 2 y 5 no eran significativamente diferentes entre sÍ, en cambio, los EMS 3 y 4 diferían entre sÍ y del resto.

### 5.3.3 Índices de la actividad reproductiva

Utilizando los datos diarios correspondientes a los EMS y al IGS, se analizaron las variaciones en la actividad reproductiva de las hembras adultas (EMS 3, 4 y 5) de la merluza de cola, desde el 2 al 14 de agosto, perÍodo en que se recolectaron las muestras para aspectos reproductivos. De esta manera, se obtuvo una estimaci3n en una escala temporal por intervalos de 2 3 4 dÍas. La talla promedio de las hembras mostr3 una tendencia al aumento durante ese perÍodo, de 71,4 a 74,4 cm LT. Junto con el descenso del porcentaje de EMS 3, se produjo un aumento en las hembras desovantes (EMS 4), variando de un 17% a 50%. El EMS 5 se mantuvo relativamente constante. Contrariamente a lo esperado, la tendencia del IGS mostr3 valores de 10 a 11 durante la primera semana de agosto, para luego aumentar a 17, en vez de disminuir a consecuencia del incremento en la actividad de desove, lo que podría en parte reflejar la mayor talla de las hembras (**Tabla 13**). Se estima que el máxímo del desove ocurri3 en la segunda semana de agosto.



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

Los datos disponibles para la merluza de cola comprendieron las clases de tallas entre los 37 y 103 cm, esta 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 47,2 cm LT, con l3mites de confianza de 95% de 46,8 y 47,6 cm (**Tabla 14**).

La proporci3n estimada de individuos maduros, error de la estimaci3n y l3mites de confianza se incluyen en la **Tabla 15 y Figura 26**, en ellas es posible observar la distribuci3n altamente variable de la proporci3n de individuos maduros en el rango de 48 a 60 cm de longitud. Esta distribuci3n de los datos sugiere que los resultados sean considerados con cautela, mas a3n teniendo en consideraci3n los valores de talla media de madurez sexual estimados en a3os previos.

#### 5.3.5 Fecundidad

El ajuste para las relaci3n estimada entre la fecundidad con el peso corporal de las hembras menos el peso de las g3nadas se presenta en la **figura 27**, esta correspondi3 a un modelo de regresi3n lineal simple ( $R^2 = 0,65$ ). En cuanto a la relaci3n entre la longitud total y la fecundidad (**Fig. 28**), se ajust3 a un modelo de potencia ( $R^2 = 0,64$ ).



La fecundidad promedio fue estimada en base a 86 observaciones y su valor ( $\pm$  la desviaci3n estandar), fue  $625.709 \pm 291.022$  ovocitos y la fecundidad media poblacional fue  $590.598 \pm 234.498$ . La fecundidad relativa, expresada como el n3mero de ovocitos por gramo de peso corporal, fue de  $537 \pm 127$  ovocitos. En la **Tabla 16** se incluyen otras estimaciones de fecundidad promedio realizadas en merluza de cola.

#### **5.4 Objetivo espec3fico 4. Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la merluza de cola, a partir de los lances de identificaci3n.**

##### **5.4.1 Especies capturadas y su proporci3n**

Durante el crucero se capturaron e identificaron un total de 6 especies (**Tabla 17, Fig. 29**), siendo la merluza de cola la principal especie capturada representando el 93,1% de la captura total, seguida en importancia por merluza del sur, la que represent3 el 6,6% de la captura total. En conjunto ambas especies conformaron el 99,7% de la captura registrada durante el desarrollo del crucero. Las restantes especies presentaron capturas marginales, respecto de la captura total crucero. En cuanto a la captura total de fauna acompa1ante (**Tabla 18, Fig. 29**), se observa que la especie predominante es la merluza del sur, la que compone el 95,99 de la captura, seguida en importancia por la reineta con una participaci3n de 3,5%. Del mismo modo que para en la captura total, la participaci3n de las restantes especies componentes de la fauna acompa1ante es marginal.



Respecto de la captura total por subzona (**Fig. 30**), se tiene que merluza de cola es la principal especie capturada en las subzonas denominadas Gaufo y Taitao con registros de captura superiores al 90%, mientras que para en la subzona de Guablín se observa una disminuci3n de ésta (72,8%) y un aumento importante en los registros de captura de merluza del sur (26,4%). Las restantes especies capturadas presentan capturas marginales respecto de las capturas totales por subzona (**Fig. 30**). En cuanto a la captura total de fauna acompaÑante por subzona, se observa que merluza del sur constituye la principal especie capturada constituyendo casi el 100% de la captura de fauna acompaÑante en las subzonas de Gaufo y Guablín, mientras que para la subzona de Taitao su participaci3n disminuye al 67% (**Fig. 30**). De las restantes especies componentes de la fauna acompaÑante, sólo la reineta presenta niveles de captura relativamente importantes, siendo en la subzona de Taitao donde se observan los mayores niveles de captura, alcanzando una participaci3n de 32,7% (**Fig. 30**). En términos generales, la presencia de fauna acompaÑante durante el desarrollo del crucero y, en general, en esta pesquería es escasa no contabilizándose más de 5 especies, además, su participaci3n respecto de la captura es marginal no superando más del 0,1% de participaci3n.

En cuanto a la distribuci3n latitudinal y batimétrica de merluza de cola (**Fig. 31**), se observa que ésta se encontr3 en toda el área de estudio, sin embargo, su mayor ocurrencia se localiz3 en el sector norte de los 45°30' sur correspondiente a las subzonas de Gaufo y Guablín, batimétricamente, merluza de cola se concentr3 preferentemente entre los veriles de los 200 y 400 m de profundidad con una ocurrencia superior al 80% (**Fig. 31**). En merluza del sur se observa una situaci3n similar con distribuci3n latitudinal en toda el área de estudio, localizándose mayoritariamente en el sector norte de los 45°30' sur, la distribuci3n en profundidad de esta especie se ubic3 preferentemente entre los 200 m y los 400 m



donde la ocurrencia de ésta super3 el 80%. Para reineta, la distribuci3n latitudinal y batim3trica muestra dos patrones de localizaci3n, el primero ubicado en el sector norte de los 45°00' sur con rango de profundidad preferente entre 300m – 400m, mientras que el segundo se localizaría en la zona sur de los 45°30' sur con distribuci3n batim3trica menos profunda concentrada mayoritariamente entre los veriles de los 200 m y los 300 m (**Fig. 31**), en este sentido, esta especie present3 su mayor ocurrencia entre los veriles de los 200 m y los 400 m de profundidad.

#### 5.4.2 Parámetros comunitarios

A partir del método de clasificaci3n por conglomerados (**Fig. 32**) de la matriz de capturas estandarizadas de las especies más representativas (**Tabla 19**) registradas durante los cruceros de evaluaci3n 2000 a 2007, se puede observar la presencia de dos grupos principales con niveles de similaridad superiores al 65%. En este sentido, el primer grupo lo conforman 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. Por otro lado, el análisis por el método de ordenaci3n (NMDS) muestra una equivalencia en cuanto a la formaci3n de los grupos principales obtenidos mediante el análisis de clasificaci3n (**Fig. 33a**).

Respecto de las características faunísticas asociadas a cada agrupaci3n, la primera de éstas, compuesta por los cruceros 2000, 2001, 2002 y 2007 se caracteriza por la alta incidencia de merluza del sur, merluza de tres aletas, cojinoba azul, cojinoba del sur y congrio dorado como especies componentes de la fauna acompañante (**Fig. 33b y Tabla 19**). Por otro lado, la segunda agrupaci3n que se estableci3 entre los cruceros 2003, 2004 y 2005 muestran una fuerte influencia de la reineta y la jibia, esta última fue particularmente importante durante



los cruceros realizados el 2003 y 2004 (**Fig. 33b** y **Tabla 19**). Respecto de la especie objetivo merluza de cola, se observa que esta especie esta presente en todos los cruceros de evaluaci3n realizados, sin embargo, caracterizan principalmente la agrupaci3n uno (cruceros 2000, 2001, 2002 y 2007), donde esta especie fue particularmente abundante (**Fig. 33b** y **Tabla 19**).

Por otro lado, se realiz3 un an3lisis de clasificaci3n tomando como datos de entrada la matriz de lances realizados en el presente crucero, agrupados por subzona (**Fig. 34**). Se observa la formaci3n de cuatro grupos principales considerando un nivel de similaridad superior al 60%. El primer grupo lo componen lances realizados en la subzona 3 y un lance de la subzona 2, esta agrupaci3n se caracteriz3 s3lo por la presencia de reineta (**Fig. 34**). La segunda agrupaci3n estuvo compuesta de dos lances realizados en la subzona 2, donde merluza de cola fue la 3nica especie presente. El tercer conglomerado abarc3, principalmente, lances realizados en las subzonas 1 y 3 y un lance de la subzona 2, en t3rminos espec3ficos la principal especie presente en esta agrupaci3n fue merluza de cola seguida en importancia por merluza del sur y presencia de reineta (**Fig. 34**). El cuarto conglomerado resultante, agrup3 lances realizados en las subzonas 1 y 2, en t3rminos de la composici3n espec3fica, de esta agrupaci3n se caracteriz3 por los altos niveles de merluza del sur, seguida en importancia por merluza de cola, adem3s, de la presencia de reineta y cojinoba azul (**Fig. 34**).



### **5.5 Objetivo espec3fico 5. Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de cola en el 3rea de estudio.**

Durante el crucero se analizaron 618 est3magos de merluza de cola, fij3ndose 46 (7,5%) en que se detect3 la presencia de alg3n tipo de contenido estomacal, cifra bastante inferior al observado en estudios previos cuando la proporci3n de est3magos con contenido ha fluctuado entre el 25% el a3o 2003 al 97% el a3o 2005, pero nunca al nivel observado durante el presente crucero.

El an3lisis en el laboratorio se detect3 que en 14 (29,80%) estaban vac3os, cont3ndose finalmente con una muestra de 32 est3magos con registro de contenido estomacal.

En el presente crucero, la dieta principal estuvo constituida por crust3ceos, salpas y tele3steos seg3n el indicador num3rico; por tele3steos seg3n el indicador gravim3trico, perdiendo importancia las salpas, mientras que el indicador de frecuencia se3ala que la mayor parte de los est3magos analizados conten3an salpas y tele3steos (**Tabla 20**).

El 3ndice de Importancia Relativa (IIR) identifica al grupo de crust3ceos como la presa principal, ubic3ndose a continuaci3n con similar nivel de importancia a las salpas (Salpidae) y restos de peces 3seos (**Tabla 21**).

Durante el presente estudio, el 3ndice estandarizado de Levin arroja un valor de 0,520, lo cual indica que la dieta alimentaria de la merluza de cola tendi3 a ser una dieta generalizada. Lo anterior se puede observar en los porcentajes que se presentan en la **Tabla 22**, d3nde el 80% de la dieta estuvo compuesta por crust3ceos y las salpas. Si bien los tele3steos tienen una baja proporci3n en comparaci3n al universo de presas, cobran importancia en comparaci3n con los moluscos, los cuales son pr3cticamente consumidos de manera incidental (**Tabla 22**).



## **5.6 Objetivo espec3fico 6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de cola.**

Se proces3 y analiz3 un total de 66 agregaciones correspondientes a registros de merluza de cola. En la **Tabla 23** se entregan los estad3sticos estimados de los descriptores morfol3gicos y morfom3tricos de las 66 agregaciones registradas durante el crucero. Los descriptores de las agregaciones presentan una alta variabilidad, como efecto de la alta dispersi3n de los descriptores generados por las caracter3sticas de las agregaciones consideradas.

### **5.6.1 Descriptores morfol3gicos**

**Largo de las agregaciones (Fig. 35):** La longitud promedio de las agregaciones alcanz3 los 3.170 m ( $\pm 3.050$ ) variando entre los 85 y 13.185 m. La distribuci3n de frecuencia del descriptor, orientada hacia el sector izquierdo, entrega la mayor frecuencia relativa centrada en los 500 m.

**Altura promedio de las agregaciones (Fig. 36):** La altura promedio de las agregaciones de esta especie alcanz3 los 31 m ( $\pm 17$ ), con una distribuci3n de frecuencia que presenta una moda principal en los 10 m y otra secundaria en los 40 m de profundidad.

**Elongaci3n de las agregaciones (Fig. 37):** Este descriptor present3 un valor promedio de 114 ( $\pm 89$ ) y un rango entre 6 y 362 con una distribuci3n de frecuencia con moda en el rango 60.

**Per3metro de las agregaciones (Fig. 38):** El per3metro promedio alcanz3 los 34.830 m ( $\pm 42.781$ ) con un amplio rango de distribuci3n entre 583 y 156.889 m.



La distribuci3n de frecuencia se presenta desplazada hacia el sector izquierdo de la curva, con moda principal centrada en el rango de 5000 m.

**Área de las agregaciones (Fig. 39):** El valor promedio alcanz3 los 112.202 m<sup>2</sup>. ( $\pm 113.401$ ) con rango de distribuci3n entre 1.140 y 536.610 m<sup>2</sup>. La distribuci3n de frecuencia de este descriptor se presenta muy orientada hacia el sector izquierdo de la curva, con moda en el primer rango de 10.000 m<sup>2</sup>.

**Dimensi3n fractal (Fig. 40):** El descriptor dimensi3n fractal es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregaci3n, se calcula como la relaci3n entre la superficie de un cuadrado con un perímetro 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 irregular. Este descriptor alcanz3 un valor promedio de 1,55 ( $\pm 0,14$ ) reflejando una tendencia general a formar agregaciones m3s bien alargadas. El valor m3nimo fue de 1,21 mientras que el m3ximo alcanz3 el valor 1,79. La distribuci3n de frecuencia correspondiente present3 la moda en el valor 1,60.

### 5.6.2 Descriptores batim3tricos

**Profundidad de las agregaciones (Fig. 41):** La distribuci3n batim3trica fluctu3 entre los 147 y 393 m con un valor medio de 261 m ( $\pm 65$ ). Su distribuci3n de frecuencia, presenta una moda principal en los 250m y otra secundaria en los 350 m.

**Profundidad del fondo (Fig. 42):** Las profundidades en que se detectaron las agregaciones fluctuaron entre los 177 y 833 m con un valor promedio de 389 m ( $\pm 154$ ). La distribuci3n de frecuencia presenta la moda centrada en los 250 m.



**Índice de altura (Fig. 43):** Este descriptor permite ubicar a las agregaciones con respecto al fondo del mar. Las agregaciones registradas se ubicaron en promedio a un 28% del fondo marino ( $\pm 17$ ), fluctuando entre un m3nimo de 11 y un m3ximo de 61. La distribuci3n de frecuencia presenta la moda en el rango de 25%.

### 5.6.3 Descriptores de energ3a

**Energ3a retrodispersada (Fig. 44):** Los valores de  $S_A$  de las agregaciones fluctuaron entre 90 y 34.926 con un valor medio de 4.600 ( $\pm 7.058$ ). La distribuci3n de frecuencia se encuentra muy orientada hacia la izquierda con moda en el primer rango de 250  $S_A$ .

**Densidad ac3stica (Fig. 45):** La densidad ac3stica al igual que la distribuci3n anterior se oriento hacia la izquierda con moda en el rango de 2  $S_A / m^2$ . El rango de distribuci3n estuvo entre los 0,6 y 51,2  $S_A / m^2$ , con el promedio en 5,4  $S_A / m^2$  ( $\pm 7,4$ ).

### 5.6.4 Caracter3sticas de las agregaciones seg3n ca3ones y zonas

#### 5.6.4.1 Zona de ca3ones

Los resultados obtenidos al analizar las caracter3sticas de las agregaciones seg3n se hubiesen registrado en la zona de ca3ones o fuera de ellas, muestran que las variables morfol3gicas alto, elongaci3n y la dimensi3n fractal no presentan diferencias significativas, mientras que el largo, per3metro y 3rea s3 la presentan (**Tabla 27**). Se puede observar que en la zona de ca3ones, las agregaciones son de mayor tama3o (**Figs. 46 y 47**) donde claramente los valores de largo, per3metro y 3rea son ostensiblemente mayores en las zonas de ca3ones.



Desde la perspectiva batimétrica, se observan diferencias significativas dadas por la mayor profundidad del fondo en la zona de cañones y una mayor profundidad de las agregaciones. Lo anterior provoca diferencias también en el índice de altura, encontrándose las agregaciones en las zonas de cañones a mayor distancia del fondo (**Fig. 48**)

Con respecto a los descriptores de energía, la energía retrodispersada presenta diferencias significativas, observándose mayores valores promedio en la zona de cañones (**Fig. 49**), pero la densidad de las agregaciones no presenta diferencias, aun cuando se observen mayores valores promedio en la zona de cañones.

Al analizar las agregaciones registradas en cada uno de los cañones (**Tabla 28, Figs. 50 y 51**), se observa que las variables morfológicas de elongación, perímetro y dimensión fractal presentan diferencias entre cañones, no así el largo, alto y área. Batiméricamente entre cañones no se presentan diferencias estadísticamente significativas (**Fig. 52**), situación que se repitió con los descriptores de energía (**Fig. 53**).

#### **5.6.4.2 Sub-divisi3n latitudinal**

Los resultados del análisis entre zonas son bastante similares al obtenido en el análisis por cañones, debido a la presencia de un cañ3n en cada zona.

Los resultados presentados (**Tabla 29, Figs. 54 y 55**) muestran que no se encontraron diferencias significativas entre los descriptores y zonas, excepto en la profundidad de agregaciones y la densidad acústicas, dado que los mayores valores para ambos descriptores se registraron en la zona 2 (**Figs. 56 y 57**).

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



La **Tabla 27** entrega los resultados del an3lisis de varianza seg3n rangos de fondo, en 3sta se aprecia que solo las variables elongaci3n y dimensi3n fractal no presentaron diferencias significativas en los diferentes rangos batiales. El largo de agregaciones se mantiene en valores similares entre los 200 y 500 m y aumenta en el rango de 600 m, mientras que para el descriptor de altura el menor valor se presenta en el menor rango de profundidad, 200 m (**Fig. 58**). Las agregaciones de mayor tama1o (3rea y per3metro) se presentan en el rango de 600 m observ3ndose valores similares y menores en el rango entre los 200 y 500 m (**Fig. 59**).

La profundidad promedio de las agregaciones presenta diferencias significativas seg3n la profundidad del fondo, observ3ndose una profundizaci3n de 3stas ante aumentos del fondo, situaci3n que cambia desde los 400 m de profundidad, en que las agregaciones estabilizan su profundidad en el rango de los 300 m, no presentando diferencias significativas en el rango limitado por los 400 y 600 m (**Fig. 60**). Al mantenerse las agregaciones en una misma profundidad ante aumentos de fondo, impacta en un aumento del 3ndice de altura.

El descriptor de energ3a retrodispersada no presenta diferencias en los distintos rangos de fondo, pero s3 lo hace la densidad ac3stica con las agregaciones de mayor densidad ubicadas entre los 300 y 400 m de profundidad (**Fig. 61**)



### 5.6.5 Análisis de componentes principales

La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 28**, en donde se aprecia que las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables morfométricas largo-área, largo-perímetro y largo-elongación, seguida de la asociación entre las variables batimétricas profundidad del fondo-índice de altura.

La aplicación preliminar del análisis de componentes principales (ACP), en donde se utilizaron todas las variables originales como activas, entregó un total de tres componentes calificando como principales con una explicación de la variabilidad de un 79,1%, presentando un valor de la medida de suficiencia de muestreo (MSA) igual a 0,56 considerado insuficiente para la aplicación de un análisis factorial, siendo recomendado un valor sobre 0,6 (Hair *et al.*, 1999).

Posteriormente y mediante sucesivas aplicaciones de ACP combinando mediante la eliminación y posterior incorporación de cada variable original, el mejor valor de la MSA se logró con la exclusión de la variable batimétrica profundidad de agregaciones, la morfométrica dimensión fractal y la de energía densidad acústica llegando a un valor de 0,69. La **Tabla 29** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los siete componentes.

De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), los componentes 1, 2 y 3 cumplen la condición, explicando en conjunto el 89,5% de la variabilidad total. La representación gráfica del porcentaje de variabilidad explicada por cada uno de los componentes principales se aprecia en la **figura 62**. El componente más importante es el componente 1 el que presenta un valor propio de 4,3 y explica el 53,4% de la



variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 1,6 explicando el 20,5% de la variabilidad. El tercer componente explica el 15,6% de la variabilidad con un valor propio de 1,2.

La **Tabla 30** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en ésta se observa que los descriptores morfol3gicos tales como elongaci3n, largo y per3metro, presentan los mayores coeficientes respectivamente dentro de la primera componente, denominándose a éste como componente morfométrico.

El componente 2 se asocia principalmente con las variables alto y  $S_A$ , existiendo con éstas una fuerte correlaci3n positiva, por lo que este componente fue denominado componente de energ3a

El componente 3 presenta la mejor asociaci3n con las variables batimétricas profundidad del fondo e índice de altura, tambi3n con una fuerte correlaci3n positiva, denominándose a éste como componente batimétrico.

La representaci3n gráfica de los dos componentes con las variables originales se observa en la **figura 63**. En ella se aprecia una fuerte asociaci3n principalmente de la variable largo, per3metro y elongaci3n con el componente morfométrico seguida del área. La orientaci3n que se observa hacia una misma direcci3n implica que el aumento de uno de ellos implica el aumento de los otros. Las variable de energ3a  $S_A$  y la morfométrica alto se encuentran ambas orientadas en el mismo sentido y en directa asociaci3n en el sentido del componente 2, mientras que las variables fondo e índice de altura al estar asociadas al componente 3, no permiten reflejar visualmente su tendencia estando orientadas hacia fuera, no obstante la proporcionalidad directa entre ambas variables deja en evidencia que ante aumentos de la profundidad del fondo, estas especies no bajan su profundidad con éste, manteniéndose en la



columna de agua, provocando de esta manera el aumento en el descriptor 3ndice de altura, comportamiento observado en los an3lisis anteriores.

## 5.7 Talleres

Acorde a lo estipulado en los t3rminos b3sicos de referencia, se llevaron a efecto dos talleres, ambos realizados en el auditorio Marcos Espejo Vidal del Instituto de Fomento Pesquero. El primero realizado el 20 de julio del 2007 dirigido a la autoridad administrativa con la finalidad de presentar la metodolog3a y principales actividades asociadas al proyecto, y el segundo de discusi3n metodol3gica y difusi3n de resultados desarrollado el 19 de junio del 2008, para lo cual se enviaron invitaciones a profesionales del sector extractivo y de la administraci3n pesquera.

Durante el taller de discusi3n metodol3gica y difusi3n de resultados, el jefe de proyecto Sr. Sergio Lillo hizo una presentaci3n de los antecedentes del proyecto, sus objetivos y un resumen de aspectos biol3gico pesqueros del recurso, para posteriormente exponer las metodolog3as y sus resultados seg3n los objetivos.

- Biomasa, abundancia y distribuci3n espacial del stock evaluado de merluza de cola, presentado por Sergio Lillo.
- Estimaci3n de la composici3n de tallas, de edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de cola en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial, latitudinal y batim3trica. Presentado por Leyla Miranda (estructura et3rea) y Renato C3spedes (composici3n de tallas).



- Determinaci3n del 3ndice gonadosom3tico, estad3os de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de cola, a partir de los lances de identificaci3n, presentado por Fernando Balbontin.
- Identificaci3n y determinaci3n de la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la merluza de cola, a partir de los lances de identificaci3n. Presentado por Sergio Lillo en reemplazo de Esteban Molina (embarcado).
- Caracterizaci3n y an3lisis de las agregaciones de merluza de cola. Presentado por Sergio Lillo en reemplazo de Alvaro Saavedra (en comisi3n de servicio en el extranjero).
- Determinaci3n de la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de cola en el 3rea de estudio. Presentado por Patricia Rojas.

Con posterioridad a cada presentaci3n se realiz3 un panel de discusi3n, en el cual se abordaron los temas y consultas de inter3s para los participantes.

El jefe de proyecto Sr. Sergio Lillo, se1ala las dificultades de efectuar las prospecciones en plataformas de trabajo que adem3s deben operar simult3neamente como buques pesqueros y como tal deben, adem3s de desarrollar las prospecci3n, deben dar cumplimiento a requerimientos de planta. Tambi3n plante3 la reticencia de los patrones a ingresar a la zona de aguas interiores, se1alando la necesidad de contar con una embarcaci3n independiente y en lo posible de investigaci3n.

El Sr. Dar3o Rivas (SSP) se1ala que la administraci3n pesquera est3 reticente a realizar la prospecci3n en periodo reproductivo y pregunta acerca de la posibilidad de realizar la prospecci3n en 3poca no reproductiva. El Sr. Sergio Lillo le responde que



debería ser un estudio que debería abarcar una gran extensión, que entregaría buena informaci3n acerca de la distribuci3n, pero que no entregaría una buena seña de la abundancia total. En seguida el Sr. Rivas (SSP) plantea que se sabe de un foco de desove en la zona sur austral, a lo que se le seña que es posible que este exista, pero de magnitud muy inferior al observado en la XI regi3n y que habría que estudiar su relaci3n con el stock del Atlántico suroccidental.

En relaci3n con la estructura de tallas se seña que la moda secundaria del stock evaluado est3 centrado entre los 36-46 y se pregunta acerca de la edad tiene una merluza de cola a esa talla (Darío Rivas, SSP), a lo que se le responde que tres ańos y luego plantea que si la baja presencia de adultos del grupo de edad 7 se podría deber a un sesgo en el muestro, como por ejemplo, que se encuentren en el área del mar interior. Se le indica que es algo que debe estudiarse, aunque los resultados de estudios del mar interior han indicado la presencia de un stock cuya estructura demográfica corresponde a un stock juvenil.

#### Asistentes

Nombre	Instituci3n
Leyla Miranda	IFOP
Eduardo Alzamora	FIP
Carola Hern3ndez	IFOP
Maximiliano Alarma	ESPP
Fernando Balbontin	UV
Pedro Rubilar	CEPES
Renato C3spedes	IFOP
Renzo Tascheri	IFOP
H3ctor Hidalgo	IFOP
Sergio Lillo	IFOP
Hern3n Miranda	IFOP
Darío Rivas	SSP
Liu Chong	IFOP
Patricia Rojas	PUCV



## 5.8 Manuscritos

Los t3rminos b3sicos de referencia se1alaban que se deb3a preparar y entregar un manuscrito en idioma ingl3s para enviar a publicaci3n en una revista con comit3 editorial o de corriente principal o ISI o Scielo. En la actualidad este se encuentra en preparaci3n y su resumen se entrega a continuaci3n.

**T3tulo:** An3lisis de la fauna acompa1ante de asociada a la pesquer3a de merluza de cola y merluza de cola en su principal 3rea de desove.

Esteban Molina G. y Sergio Lillo V.

Departamento de Evaluaci3n Directa, Instituto de Fomento Pesquero, Valpara3so.

El estudio comprende el an3lisis y caracterizaci3n de las especies que conforman la fauna acompa1ante de merluza del sur y merluza de cola com3n capturada durante los cruceros de evaluaci3n directa realizados durante el per3odo de desove en el 3rea de concentraci3n reproductiva. Estos cruceros que fueron financiados por el Fondo de Investigaci3n Pesquera (FIP) y ejecutados por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), han generado informaci3n de siete cruceros efectuados entre los a1os 2000 y 2007.

La primera etapa del an3lisis comprendi3 un an3lisis descriptivo de la fauna acompa1ante por cruceros y por subzonas, estas 3ltimas se establecen asociados a accidentes geogr3ficos (ca1ones) presentes en la zona de estudio. La descripci3n se realiza en funci3n de la participaci3n porcentual, respecto de la captura total obtenida por crucero de evaluaci3n. En este sentido, las especies capturadas se agrupan seg3n taxa superiores, permitiendo tener una visi3n macro de los principales taxa capturados en cada uno de los cruceros realizados.



La segunda etapa del an3lisis corresponde a un an3lisis multivariado de la composici3n espec3fica obtenida por crucero y subzona. Los an3lisis multivariados se desarrollan en funci3n de clasificaci3n y ordenaci3n. En el primer caso se considera la separaci3n de las especies a partir de an3lisis de ordenaci3n (*cluster analysis*), y seguidamente se realiza un an3lisis de clasificaci3n por ordenaci3n (*NMDS*). En ambos an3lisis se consideran las especies que participaron en una proporci3n igual o superior al 1% respecto de la captura total por crucero. La utilizaci3n de estas t3cnicas (Arancibia 1988) permite ver uniones entre grupos, sean estos, estaciones de muestreo, estratos de profundidad y/o especies, etc. Estas uniones se basan en atributos (variables), las que se comparan por medio de una medida de similitud, entendiendo por 3sta, la semejanza que existe entre grupos, sobre el particular se trabaja con el 3ndice similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957).

Atendiendo al requerimiento de las bases t3cnicas, los resultados ser3n enviados a una revista con comit3 editorial.



## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

---

El tama1o del stock de la merluza de cola estimado durante el per3odo reproductivo en la zona del mar exterior comprendida entre las latitudes 43°30'S y 47°00'S, registr3 un aumento del 11,5% en biomasa y del 21,1% en abundancia en relaci3n con las estimaciones efectuadas el a1o 2005 (C3rdova *et al.*, 2006), pero que a1n se mantiene en el nivel inferior de la estimaciones efectuadas en el per3odo 2001-2007. En t3rminos generales se puede se1alar que la fracci3n evaluada del stock de merluza de cola present3 un leve quiebre en la tendencia decreciente registrada en el tama1o del stock durante los 1ltimos siete a1os, con un aumento en su biomasa y abundancia.

En lo que respecta a la distribuci3n espacial se encontr3 asociada a la plataforma y al sector superior del talud continental y como ha sido la t3nica de este recurso, el sector de mayor concentraci3n estuvo ubicado en el sector central (Isla Guamblin), y en menor magnitud en los sectores norte (Isla Guafo) y sur (Taitao) del 1rea de estudio. El centro de gravedad de la distribuci3n se localiz3 en la latitud 45°22'S (d.s=0°25') y longitud 075°09'W (d.s= 1°21'), manteni3ndose dentro del rango en que ha variado este indicador durante los 1ltimos cruceros de prospecci3n (45°16'S a 45°55'S), situaci3n que se podr3a considerar como habitual en un recurso cuya din1mica espacial hace que su distribuci3n presente variaciones interanuales las que se ven reflejadas en el nivel de participaci3n de los distintos ca1ones a la biomasa del stock evaluado. El grado de agregaci3n estimado para el stock de merluza de cola mantiene un alto nivel (1ndice de Gini de 0,89), que se mantiene en un nivel alto y refleja que el uso del espacio por parte del stock, especialmente de la fracci3n adulta, es concordante con el proceso reproductivo del recurso.



El stock evaluado de la merluza de cola, mantuvo la estructura demogr3fica que lo ha caracterizado en los estudios previos realizados, esto es una composici3n dominada por ejemplares adultos, concordante con el proceso reproductivo que se desarrolla en el 3rea y per3odo de estudio (C3rdova *et al.*, 2006).

La distribuci3n de talla de merluza de cola durante el per3odo y 3rea de m3xima actividad reproductiva entre los a3os 2001 y 2007 se ha caracterizado, dentro de la variabilidad propia de este tipo de estudios, por un dominio de la fracci3n adulta de la poblaci3n dentro de una familia de distribuci3n sustentada en una moda centrada entre los 55 y 89 cm y una mayor proporci3n de hembras, lo que confirmari3 la concentraci3n de la poblaci3n adulta del recurso por efectos de un patr3n reproductivo, como es el desove (Lillo *et al.*, 2005, C3rdova *et al.*, 2006, C3spedes *et al.*, 2005).

No obstante que la estructura de tallas merluza de cola registr3 variaciones que se verifican tanto en la fracci3n como juvenil, es posible plantear algunos patrones de comportamiento que se han mantenido a trav3s de los estudios realizados a partir del a3o 2000, como la presencia de una moda adulta relativamente estable, la preferencia de los adultos a mantenerse entre los 200 a 299 m de profundidad y el predominio de las hembras, situaci3n que se aprecia con mayor claridad en las estructuras de tallas de las fracciones adultas presentes al interior de los ca3ones (Guafo, Guamblin y Taitao) y que corresponden a 3reas de los principales focos de desoves de la especie en el 3rea de estudio. Por fuera de los ca3ones, la estructura de la composici3n de tallas muestra una reducci3n de la presencia de la fracci3n adulta y aumento de la presencia de ejemplares juvenil.

La distribuci3n batim3trica de la estructura de talla en esta especie muestra tambi3n variaciones durante la actividad reproductiva, en sentido que la fracci3n juvenil no se estratifica por profundidad (mayor presencia a menor profundidad y menor presencia



a mayor profundidad), sino esta fracci3n puede estar tanto en estratos superficie como en estratos m1s profundos en la columna de agua. Esta caracter1stica de la fracci3n juvenil estar1a asociada a las altas concentraciones de la fracci3n adulta que est1 en proceso de desove, las que desplazar1an del 1rea y de la profundidad a las concentraciones de peces juveniles de merluza de cola. Estas variaciones en la distribuci3n de tallas que responder1an a la din1mica espacial del recurso, tambi3n es rese1ada por Lillo *et al.* (1997) quienes describieron para esta misma zona de estudio, una composici3n de talla principalmente juvenil (30-50 cm) en el bimestre junio-julio, situaci3n que vari3 radicalmente en el bimestre agosto-septiembre cuando la composici3n de talla estuvo constituida principalmente de ejemplares adultos.

Este desplazamiento de juveniles de merluza de cola se ha sugerido que tambi3n es hacia aguas interiores en el per1odo de invierno (Lillo *et al.*, 2005), en donde se ha descrito un incremento de la biomasa y abundancia de esta especie entre verano e invierno. Se debe se1alar que la merluza de cola es una especie con un alto dinamismo en la composici3n de su estructura de tallas, de la cual se han se1alado segregaciones espaciales entre las fracciones juvenil y adulta de la poblaci3n (Lillo *et al.*, 2004) que incluso pueden llegar a constituir unidades de pesquer1as, como ocurri3 con la pesquer1a de la merluza de cola en la zona centro sur durante la pasada d3cada.

En lo que respecta a los aspectos reproductivos, se desprende que en el per1odo correspondiente a la primera quincena de agosto el stock de merluza de cola se encontraba inmerso en un proceso reproductivo activo, con una fracci3n mayoritaria (64%) en v1as de iniciar el proceso de desove y otra parte importante desovando, registr1ndose una escasa presencia de peces desovados. El valor de 10,1 del IGS promedio se puede considerar alto para esta especie y refleja adecuadamente el elevado porcentaje de hembras en maduraci3n y maduras.



Datos comparativos de estudios previos, indican que los mayores valores del índice gonadosomático se presentan en el bimestre julio-agosto (Aguayo *et al.*, 1994, Lillo *et al.*, 2005), sin embargo, la información de los cruceros de evaluación más reciente permite delimitar con mayor exactitud el período de desove, así se tiene que en las muestras recolectadas entre el 18 de agosto y el 13 de septiembre, la mitad de las hembras ya había desovado (Lillo *et al.*, 2005), mientras que para el año 2005 un análisis efectuado en una escala temporal de 3 a 4 días, puso de manifiesto que la mayor actividad de desove correspondió a la segunda semana de agosto (Córdova *et al.*, 2006), lo que coincide con los resultados del presente estudio. Aunque no se dispuso de datos posteriores a la segunda semana de agosto, el alto valor promedio del IGS al final de dicho período permite suponer que el desove continuó en la tercera semana de agosto. Esto indicaría la existencia de una alta regularidad interanual la época de desove de la merluza de cola.

La talla media de madurez sexual en merluza de cola ha variado desde 1996 al 2005, entre los 53,3 y 56,7 cm LT (Chong, 2000; Lillo *et al.*, 2002, 2003; Córdova *et al.*, 2006). Sin embargo, en las evaluaciones acústicas realizadas el 2003 y 2004 se observó una sobreposición de tallas entre hembras inmaduras y maduras en tallas bajo los 40 cm LT, que no permitieron en esos años ajustar los datos a un modelo logístico que permitiera calcular la talla media de madurez. Los datos actuales recolectados el 2007 presentaron una situación similar, con una sobreposición inusual de hembras inmaduras y maduras entre los 42 y 66 cm LT. Lo que inicialmente se consideró como un caso atípico, pareciera corresponder a un proceso de maduración gonadal en relación con la talla que no está claramente definido, donde probablemente una parte de la población realiza su maduración gonadal a una tasa diferente que el resto de los peces que se capturaron en el crucero de evaluación. Sin embargo, este es un factor que debe seguir en observación pues una estimación con observaciones macroscópicas efectuada a



ejemplares capturados por la flota para similar 3rea y per3odo se estim3 en 47,2 cm, valor similar al estimado a partir de los datos obtenidos durante el crucero de prospecci3n. De acuerdo a lo anterior, se debe seguir monitoreando para verificar si la disminuci3n en la talla media de madurez sexual fue algo puntual o es la respuesta biol3gica de la especie a un factor externo.

El valor promedio de la fecundidad fue 625.709 ovocitos, muy cercano a los 631.421 ovocitos del 2005, ambas cifras muy superiores a los 375.906 ovocitos estimados para el 2004 (Lillo *et al.*, 2005; C3rdova *et al.*, 2006). Las determinaciones realizadas en otros a3os muestran una cierta variabilidad, observ3ndose el valor m3s elevado el 2002, con 701.431 ovocitos (Lillo *et al.*, 2003). Al comparar el peso promedio de las hembras disponibles para las estimaciones de fecundidad, se observ3 que en el 2005 fueron aproximadamente un 10% m3s pesadas que las del 2004, lo que pudo influir en el valor promedio de fecundidad. La informaci3n que se cuenta sobre la fecundidad de la merluza de cola no permite dar una explicaci3n satisfactoria a su variabilidad, ya que los argumentos planteados para peces con desove en camadas no son aplicables a esta especie que presenta un desove total, isocronal. Todav3a se mantienen las interrogantes sobre la din3mica del desove en cuanto puede haber uno o dos grupos de ovocitos en desarrollo en el ovario (Chong, 2000). No est3 claramente definido si esas dos modas est3n presentes todos los a3os y en todo el rango de tallas de las hembras. Por otra parte, el c3lculo de la fecundidad media poblacional, estimada a partir de todas las hembras maduras recolectadas en cada lance y que se incorpor3 en el an3lisis del presente a3o, se presenta como una alternativa m3s representativa de la poblaci3n que el promedio simple de la fecundidad.



Durante el desarrollo del crucero se capturaron e identificaron s3lo 5 especies correspondientes a fauna acompa1ante, las que son com3nmente capturadas durante los cruceros de evaluaci3n como por la flota comercial. De estas especies, merluza del sur constituy3 la principal especie capturada como fauna acompa1ante constituyendo casi el 100%. Tanto merluza de cola (especie objetivo) como merluza del sur se distribuyeron en toda el 1rea de estudio con rango batim3trico localizado preferentemente entre los veriles de los 200 m y los 400 m.

De las otras especies capturadas, la reineta tambi3n se observ3 una distribuci3n que abarc3 casi toda el 1rea de estudio, sin embargo, su distribuci3n batim3trica sugiere dos patrones de distribuci3n, uno profundo localizado al norte de los 45°00' sur (300 m – 400 m), mientras que al sur de los 45°30' sur su distribuci3n fue m1s somera (200 m – 300 m). Las restantes especies componentes de la fauna acompa1ante s3lo se presentaron en forma espor1dica y con capturas marginales.

En lo que respecta a la din1mica tr3fica de la merluza de cola, es posible observar variaciones en la composici3n de su dieta con respecto a los a1os previos. As3 se tiene que en el a1o 2004 fueron restos de peces 3seos y la merluza de cola el a1o 2005 las principales presas, mientras que en los a1os 2002 y 2003, al igual que en el presente estudio, el grupo de crust1ceos se identifica como la presa principal.

En el a1o 2007 la merluza de cola no se alimenta de merluza de de tres aletas o de merluza de cola aunque los peces aumentan su importancia en relaci3n al a1o 2005. Otra diferencia significativa se observa con respecto a las salpas, las que en el 2007 son casi tan importantes como los tele3steos y podr3 considerarse como una situaci3n parecida a la observada el a1o 2001, cuando fueron las salpas la especie mas importante en la composici3n de la dieta de la merluza de cola.



## 7. CONCLUSIONES

---

- La biomasa de merluza de cola se estim3 en 162.779 t con un intervalo de confianza entre 130.548 y 195.009 t. Esta biomasa corresponde al aporte de 63.140 t (38,8%) de machos y 99.638 t (61,2%) de hembras. La fracci3n adulta considerada como aquella superior a 55 cm de longitud total, se estim3 en 157.035 t equivalentes al 96,5% de la biomasa total.
- La biomasa total de merluza de cola se distribuy3 por cañones en 26.349 t (Guafo), 69.730 t (Guamblin), 13.886 t (Taitao) y 56.211 t para el resto del 3rea prospectada.
- La abundancia de merluza de cola se estim3 en 161.135.593 de ejemplares, de los cuales 76.329.930 (47%) fueron machos y 84.805.663 (53%) hembras.
- La distribuci3n espacial del stock de merluza de cola, correspondi3 a una situaci3n de alta agregaci3n propia del proceso reproductivo en curso, con un 3ndice de Gini de 0,89.
- La estructura de talla de merluza de cola present3 durante el presente estudio, una composici3n predominada por ejemplares adultos entre 55 y 89 cm y escasa presencia de juveniles (10%, 2007). Escenario similar al observado en el per3odo 2000-2005.
- En el 3rea de los cañones se concentra importantes fracciones adultas de la poblaci3n en proceso reproductivo con una estructura estable entre el 2005 y 2007.



- El stock de merluza de cola estuvo compuesto principalmente por los GE I a XV, con moda en el GE VI, presentando un 93% de su composici3n sostenida por los GE III a IX.
- El an3lisis macrosc3pico y microsc3pico de las g3nadas indic3 que las hembras que estaban en proceso de desove correspondieron a 26%; el estadio con mayor representatividad correspondi3 a las hembras que se preparan para desovar, con un 64%. De esto se desprende que en el per3odo de muestreo una parte importante de la poblaci3n estaba desovando, pero el mayor porcentaje de las hembras adultas a3n no iniciaba ese proceso.
- Los 3ndices de actividad reproductiva, considerando los EMS de las hembras adultas, las variaciones de los EMS 4 y del IGS indicaron que el desove fue m3s intenso en la segunda semana de agosto que en la primera.
- La LT media de madurez sexual (50%) calculada con hembras entre las clases de tallas 37 y 103 cm di3 una estimaci3n de 47,2 cm con l3mites de confianza de 95% de 46,8 y 47,6 cm. La alta variabilidad en la proporci3n de peces inmaduros y maduros entre los 42 y 66 cm LT hace recomendable continuar su monitoreo, pues el resultado presenta una disminuci3n significativa en comparaci3n a estimaciones previas (53,3 - 56,7 cm), situaci3n tambi3n observada a partir de muestreos efectuados a ejemplares en la flota industrial.
- La captura obtenida en 30 lances de identificaci3n estuvo compuesta por seis especies: ***Macruronus magellanicus*** (merluza de cola), ***Merluccius australis*** (merluza del sur), ***Genypterus blacodes*** (congrio dorado), ***Brama australis*** (reineta), y ***Dosidicus gigas*** (jibia).



- Las especies con mayor participaci3n en la captura en peso fueron merluza de cola (93,14%), merluza del sur (6,59%) y reineta (0,24%), las que en conjunto representan el 99,97% de la captura total.
- En cuanto a la captura total de fauna acompa~ante, se observa que la especie predominante son la merluza del sur que contribuy3 con el 95,99% de la captura, seguida en importancia por la reineta con una participaci3n de 3,47%. Entre ambas aportaron el 99,46% de la captura siendo la participaci3n de las restantes especies componentes de la fauna acompa~ante es marginal.
- En t3rminos generales, se observa que la clasificaci3n, ya sea por foco o zona, no muestra un patr3n de segregaci3n por batimetr3a, como tampoco latitudinal, s3lo se tiene un alto dominio de los recursos objetivos y una escasa presencia de fauna acompa~ante. Esto 3ltimo genera que el an3lisis de clasificaci3n, por foco y zona, se establezca en funci3n de la abundancia de los recursos estudiados
- En t3rminos generales, se observa que la clasificaci3n, ya sea por foco o zona, no muestra un patr3n de segregaci3n por batimetr3a, como tampoco latitudinal, s3lo se tiene un alto dominio de los recursos objetivos y una escasa presencia de fauna acompa~ante.
- La amplitud de la dieta aparece dominada por pocos 3tems alimentarios, presentando una dieta carcin3faga.
- Las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola presentan una relaci3n significativa entre su morfometr3a y su densidad. El tama~o de las agregaciones estar3a asociado a los procesos biol3gicos (desove) en el per3odo y 3rea evaluada.



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

**Acuña, E., R. Alarc3n, H. Arancibia, L. Cid, A. Cort3s, L. Cubillos, P. Haye, R. Le3n, G. Mart3nez y S. Neira. 2004.** Evaluaci3n directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, a3o 2004. Informe final. Proyecto FIP N3 2004-11, 405 pp.

**Aguayo M. 1971.** Determinaci3n de la edad en merluza (*Merluccius gayi*) (Guichenot, 1848), mediante la lectura de otolitos. Bol. Cient. Inst. Fom. Pesq. Santiago. Chile 16:49.

**Aguayo, M. y V. Ojeda 1987.** Estudios de la edad y crecimiento de merluza com3n (*Merluccius gayi gayi* Guichenot, 1848) (Gadiformes - Merlucciidae). Invest. Pesq. (Chile) 34: 99-112.

**Aguayo, M., I. Pay3, C. Vera, V. Ojeda, R. C3spedes y J. Donoso. 1991.** Diagn3stico de las principales pesquer3as nacionales 1990. Pesquer3as demersales "peces" zona sur austral. Estado de situaci3n y perspectivas del recurso. Corporaci3n de Fomento de la Producci3n (SGI-IFOP 91/6). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 83 p. + 60 tablas.

**Aguayo, M., R. C3spedes, L. Arias, I. Pay3, E. Figueroa, V. Ojeda, L. Adasme y L. Mu3oz. 1994.** Diagn3stico de las principales pesquer3as nacionales demersales "peces" zona sur austral - 1993. Estado de situaci3n y perspectivas del recurso. Corporaci3n de Fomento de la Producci3n (SGI-IFOP 94/3). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 50 p3gs.



- Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, T. Peñailillo, V. Ojeda, C. Vera, H. Hidalgo y R. Céspedes. 1987.** Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral. Estado de situación del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (AP 87/3). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 209 p. + 1 anexo.
- Arancibia, H., L. Cubillos, S. Núñez, I. Toledo, L. Vilugrón, C. Veloso y H. Peña. 1994.** Evaluación indirecta del stock de merluza de cola en VIII Región. Informe Final proyecto FIP 93-09, 120 págs.
- Avilés, S., M. Aguayo, F. Inostroza y J. R. Cañón. 1979.** Merluza de cola. En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Peces. CORFO/IFOP, AP79-18.
- 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. 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 y P. Fernandes. 2002.** Geosestadística 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., L. Adasme, M. Nilo, E. Palta, V. Ojeda, M. Montecinos, V. Espejo, Z. Young, L. Muñoz, F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid y L. Chong. 2003.** Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2002. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 224 p. (más anexos).
- Céspedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, C. Toledo, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Chong, y K. Hunt. 2005.** Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2004. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 186 p. (más anexos).



**C3spedes, 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 Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigaci3n Estado de Situaci3n Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2005..

**C3rdova, J., R. C3spedes, V. Ojeda, F. Balbontín., P. Rojas., Á. 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. <http://www.fip.cl/proyectos/2005>

**Cousseau, M. y R. Perrotta. 2000.** Peces Marinos de Argentina (Biología, distribuci3n y pesca). Instituto Nacional de Investigaci3n y Desarrollo Pesquero (Documento de CD).

**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. and R. Beamish. 1982.** Age determination methods for fishes studies by the groundfish. Program at the Pacific Biological Station. Can. Pacific. Fish. Aquat. Sci. 60:102 p.



- Chong, J. 2000.** Ciclo de maduraci3n ov3rica, fecundidad y talla de madurez en *Macruronus magellanicus* (L3nnberg, 1907) de la zona sur de Chile. *Biolog3a Pesquera* 28: 3-13.
- Dark, T. 1975.** Age and growth of Pacific hake. *Merluccius productus*. *Fish. Bull.*, 73 (2).
- Do, M. A. and Surti, A. M. 1990.** Estimation of dorsal aspect target strength of deep-water fish using a simple model of swimbladder backscattering. *Journal of the Acoustical Society of America*, 87: 1588–1596.
- Dioses. T. 1985.** Edad y crecimiento de la *Merluccius gayi peruanus* (G). *Anales Congreso Nacional de Biolog3a Pesquera*. Ed. Alvaro E. Tesierra Aguilar. Trujillo-Per3 pp. 65-69
- Far3as, J.; Tascheri R., J. Sateler, J. Merino, O. Carrasco; J. Gonz3lez; E. D3az; V. Ojeda, J. Olivares, R. Gili, R. Bravo, L. Cid. 2003.** Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquer3as Nacionales. *Investigaci3n Situaci3n Pesquer3a Demersal Zona Centro - Sur, 2002*. FOP - SUBPESCA
- Fischer, W. and F. Balbont3n. 1970.** On the investigation of ovarian cycle and fecundity of fish with special reference to partial spawners. *Berichte der Deutschen Wiss. Komm. f3r 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 N3 144*.



**Foucher, R. P. and R. J. Beamish. 1977.** A review of oocyte development in fishes with special reference to Pacific hake (*Merluccius productus*). Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. No. 755:I-IV + 1-16 p3gs.

**Freon , P, F. Gerlotto, O. A. Missund. 1996.** Consequences of fish behaviour for stock assesment. ICES. Mar. Sci. Symp., 178-183.

**Giussi, A.R., Hansen, J.E. y O. W3hler. 2002.** Estimated total abundance and numers-at-age of longtail hake (*Macruronus magellanicus*) in the Southwest Atlantic during the years 1987-2000. Scientia Marina, 66: 283-291.

**Hair, J.F.,R.E. Anderson, R.L. Tatham, W.C. Black. 1999.** An3lisis 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.

**Hunter, J. R., N. H. Lo and R. Leong. 1985.** Batch fecundity in multiple spawning fishes. En: R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report, NMFS 36: 67-77.



**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 Marine Science*, 58: 1184-1194.

**Lillo, S., A. Saavedra, M. Espejo, M. A. Barbieri, M. Rojas, R. C3spedes, V. Ojeda, I. C3spedes, J. Olivares, H. Hidalgo, L. Adasme, F. Balbont3n, R. Bravo, C. Vera 2003.** Evaluaci3n hidroac3stica de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, 2002. Informe Final FIP 2002-19.

**Lillo, S., M. Espejo, R. C3spedes, L. Adasme, J. L. Blanco, J. Letelier, M. Braun y V. Valenzuela. 1997.** Evaluaci3n directa del stock de merluza de cola en la X y XI Regiones. Informe Final proyecto FIP-95-18. <http://www.fip.cl/proyectos/1995>

**Lillo, S., R. C3spedes, F. Balbont3n, V. Ojeda y A. Saavedra. 2004.** Evaluaci3n del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, a3o 2003. Informe Final. Proyecto FIP 2003-09. IFOP, 105 p. (m3s figuras, tablas y anexos). <http://www.fip.cl/proyectos/2004>

**Lillo, S., R. C3spedes, F. Balbont3n, V. Ojeda, y A. Saavedra. 2003.** Evaluaci3n hidroac3stica de merluza del sur y merluza de cola, 2003. Proyecto FIP 2003-09. Informe Final. 103 pp + figs y anexos. <http://www.fip.cl/proyectos/2003>



**Lillo, S., R. C3spedes, V. Ojeda, F. Balbont3n, L. Adasme, M. Aguayo y A. Saavedra. 2001.** Evaluaci3n ac3stica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Informe Final (FIP 2000-14), IFOP, 64 p. (+ figuras, tablas y anexos). <http://www.fip.cl/proyectos/2000>.

**Lillo, S., R. C3spedes, V. Ojeda, F. Balbont3n, R. Bravo, A. Saavedra, M. A. Barbieri y C. Vera. 2005.** Evaluaci3n de stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, a3o 2004. Informe Final. Proyecto FIP 2004-07. IFOP, 109 p. (m3s tablas, figuras y anexos). <http://www.Fip.cl/proyectos/2004>.

**Lillo, S., V. Ojeda, R. C3spedes, F. Balbont3n, A. Saavedra, R. Bravo, L. Adasme y M. Rojas. 2002.** Evaluaci3n hidroac3stica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Informe Final FIP 2001-19. <http://www.fip.cl/proyectos/2001>.

**Lillo, S., V. Ojeda, R. C3spedes, F. Balbont3n, A. Saavedra, R. Bravo, L. Adasme, y M. Rojas. 2002.** Evaluaci3n hidroac3stica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Informe Final (FIP 2001-19), IFOP, 86 p. (+ figuras, tablas y anexos). <http://www.fip.cl/proyectos/2001>

**Lillo, S., V. Ojeda, R. C3spedes, F. Balbont3n, A. Saavedra, R. Bravo, C. Vera, L. Adasme, y M. Rojas. 2003.** Evaluaci3n hidroac3stica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, 2002. Informe Final (FIP 2002-19), IFOP, 81 p. (+ figuras, tablas y anexos). <http://www.fip.cl/proyectos/2002>



**Lillo, S., V. Ojeda, R. C3spedes, F. Balbont3n, A. Saavedra, R. Bravo, L. Adasme y M. Rojas. 2002.** Evaluaci3n hidroac3stica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Proyecto FIP 2001-19. Informe Prefinal. 86 pp + figs y anexos. <http://www.fip.cl/proyectos/2001>

**Lillo, S., V. Ojeda, R. C3spedes, F. Balbont3n, A. Saavedra, R. Bravo, C. Vera, L. Adasme y M. Rojas. 2003.** Evaluaci3n hidroac3stica de merluza del sur y merluza de cola, 2002. Proyecto FIP 2002-19. Informe Prefinal. 77 pp + figs y anexos. <http://www.fip.cl/proyectos/2002>

**Ojeda, V. y M. Aguayo, 1986.** Edad y crecimiento de merluza del sur (*Merluccius australis*) (*Gadiformes - Merlucciidae*). *Invest. Pesq. (Chile)* 33:47-59.

**Petitgas, P. 1991.** Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Th3se 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. 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: 7-15.

**Rencher, A. 1995.** Methods of multivariate analysis. 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.

**Scalabrin, C. 1997.** Identification acoustique des especes pelagiques a partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospecificues. These. Ecole doctorale des sciences de la mer.

**Scalabrin, C., and J. Masse. 1993.** Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. *Aquat. Living Resour.*, 6:269-283.

**Serra, R., G. Böhm, V. Bocic, R. Gili y H. Miranda. 1999.** Investigaci3n situaci3n pesquería pelágica zona centro-sur, 1998. Informe final Programa de seguimiento del estado de situaci3n de las principales pesquerías nacionales. 74pp +tablas y figuras-



- 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.
- Stearns, S. C. and R. E. Crandall. 1984.** Plasticity for age and size at sexual maturity: a life-history response to unavoidable stress. En: G. W. Potts and R.J. Wootton (Eds). Fish reproduction. Strategies and tactics. Academic Press, págs. 13-33.
- Tascheri R., Z. Young, J. Sateler, J. Merino, J. González, E. Díaz, Y. Muñoz, V. Ojeda, J. Olivares, R. Gili, R. Bravo. 2002.** Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Centro - Sur, 2001.
- Trippel, E. A., O. S. Kjesbu and P. Solemdal. 1997.** Effects of adult age and size structure on reproductive output in marine fishes. En: Early life history and recruitment in fish populations (R. C. Chambers and E.A. Trippel, eds). Chapman & Hall, págs. 31-62.
- Troncoso, P. 2004.** Maduración ovárica en la merluza de cola (*Macruronus magellanicus* Lönnberg 1907), en dos períodos principales de desove (2002-2003), en la zona austral de Chile. Tesis para optar al título de Biólogo Marino, Universidad de Valparaíso, 55 pp.
- Vivanco, M. 1999.** Análisis estadístico multivariable. Editorial Universitaria, Chile. 233 p.

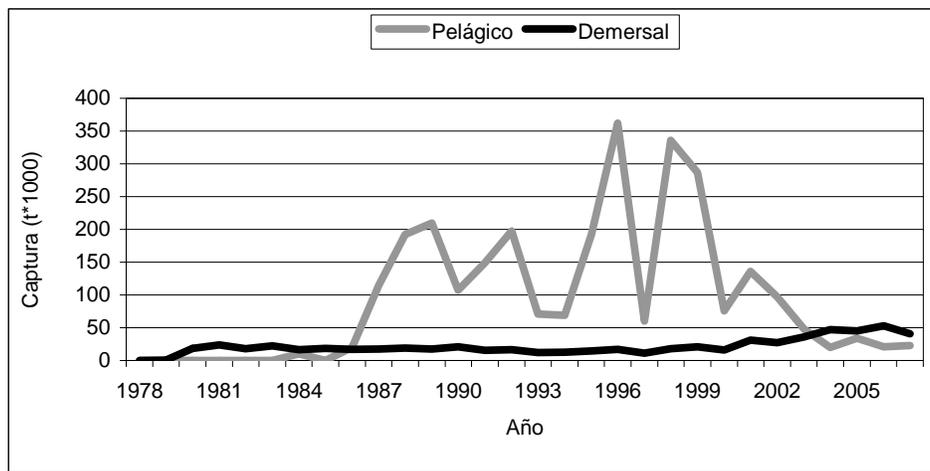


**Welch, D. and R. P. Foucher. 1988.** A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45:333-343.

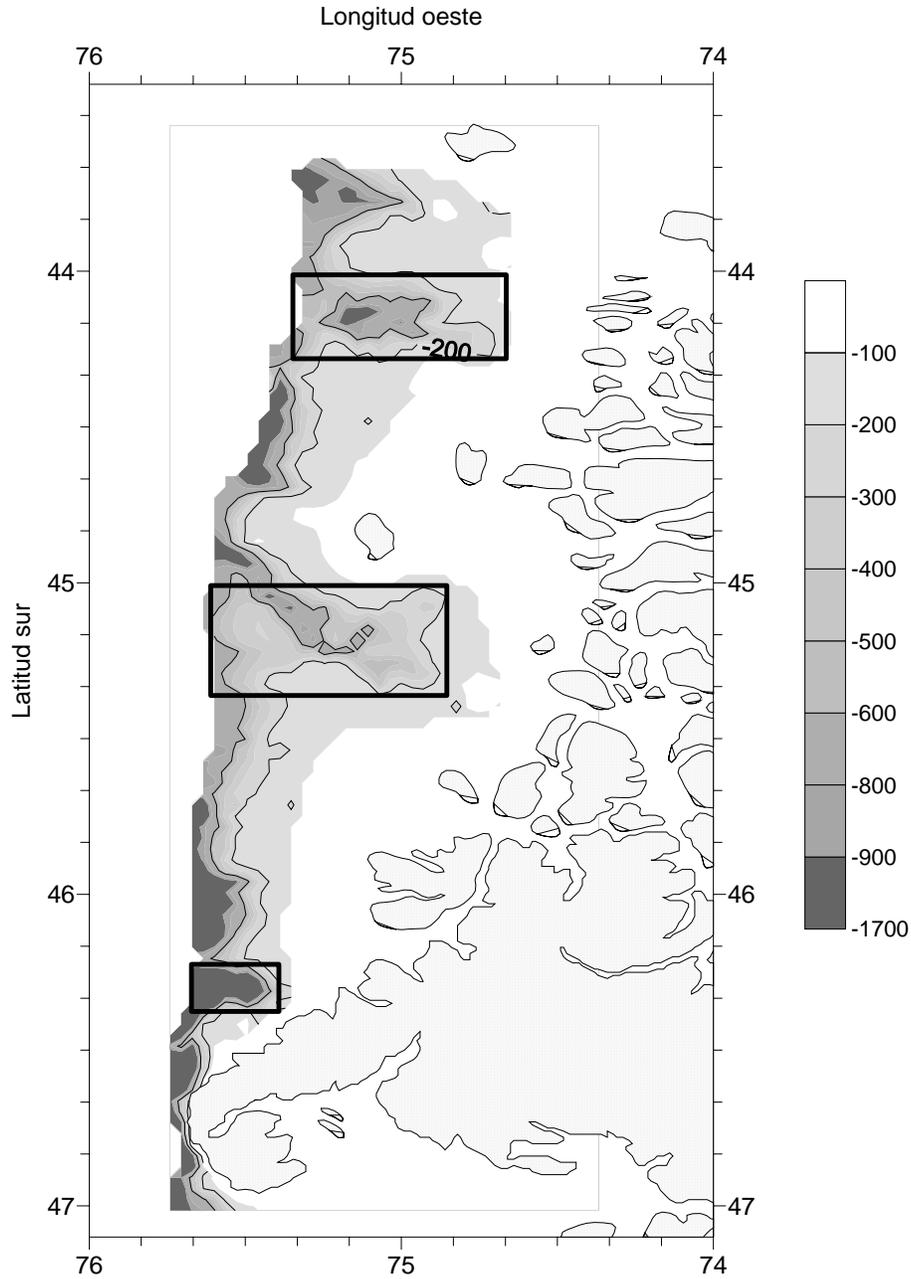
**Young, Z., J. Chong, H. Robotham, P. Galvez y H. Gonz3lez. 1998.** An3lisis de la pesquer3a de merluza de cola en la zona sur-austral. 1998. Informe Final proyecto FIP 96-37.

# FIGURAS

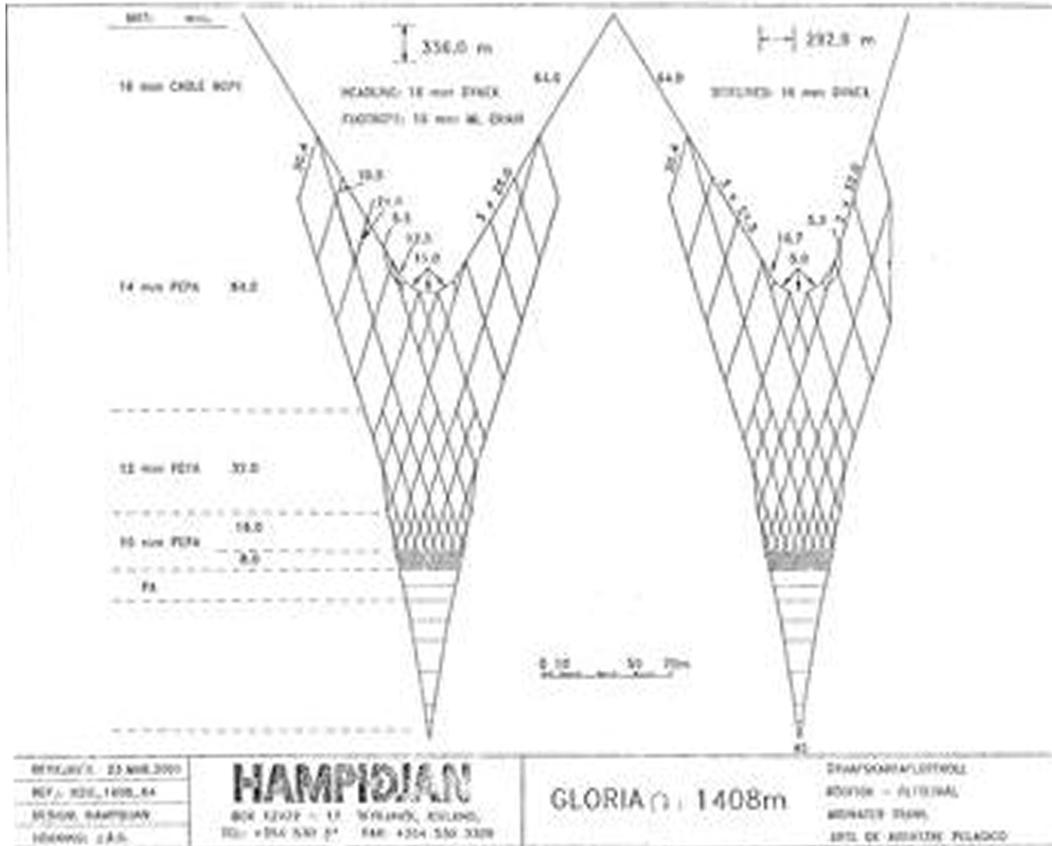
---



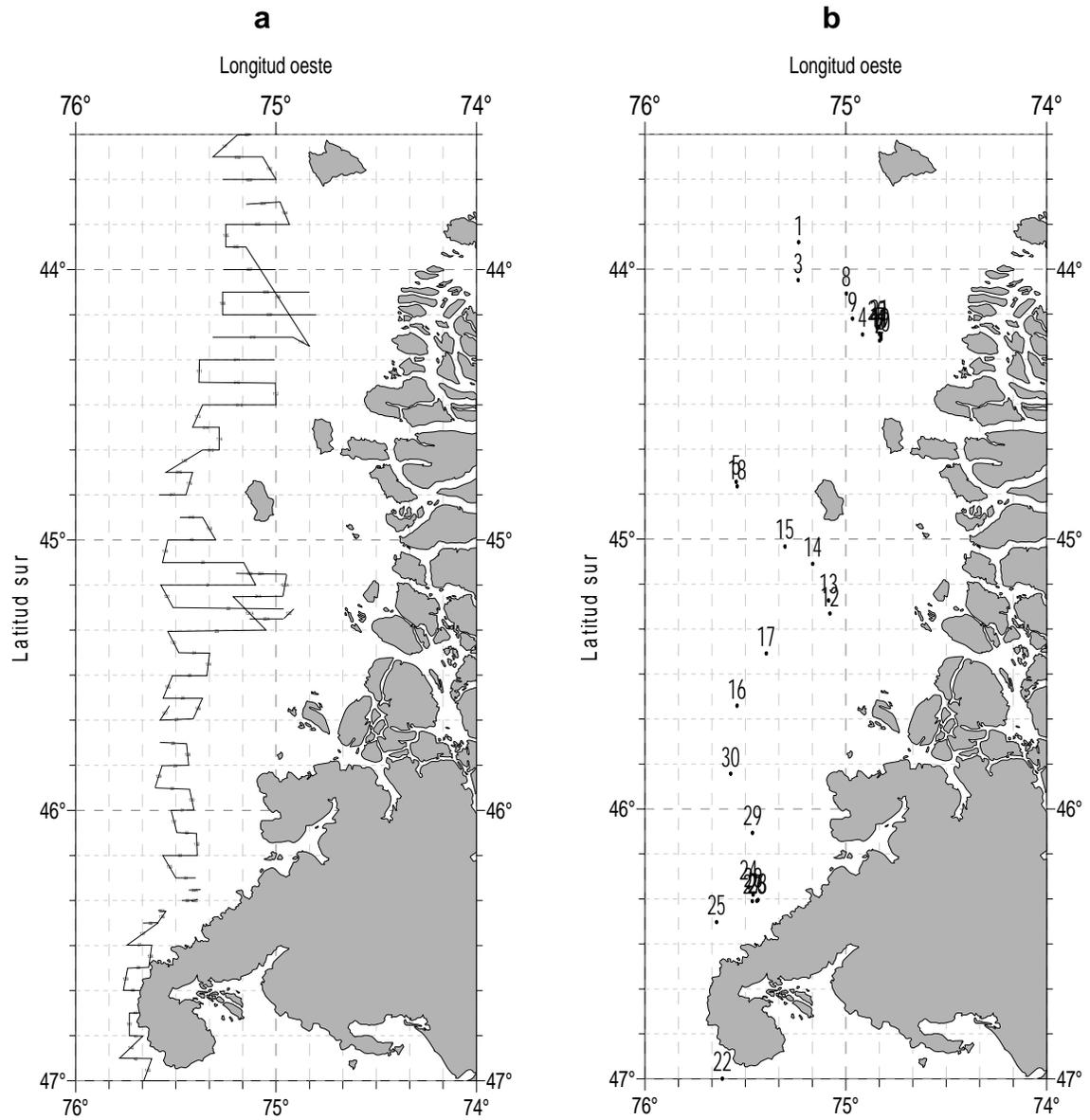
**Figura 1.** Desembarques de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). (Fuente: Sernapesca, 2006; SubPesca, 2007)).



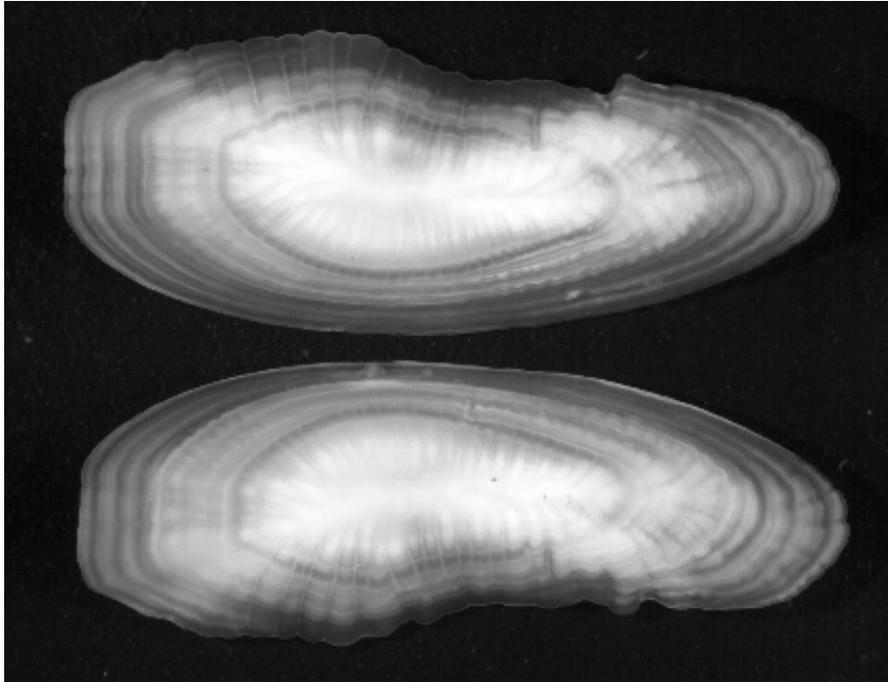
**Figura 2.** rea de estudio. Se señalan las isolíneas de los veriles de 200 y 600 metros de profundidad y las zonas asociada a los cañones de profundidad presentes en la zona de estudio.



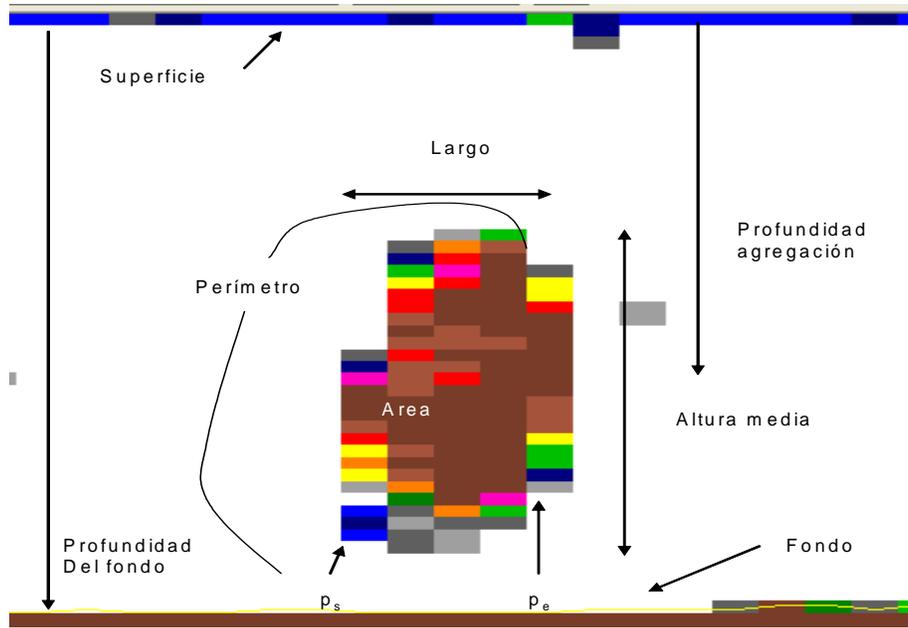
**Figura 3.** Red de arrastre de media agua modelo GLORIA 1408 utilizada or el FrioSur IX.



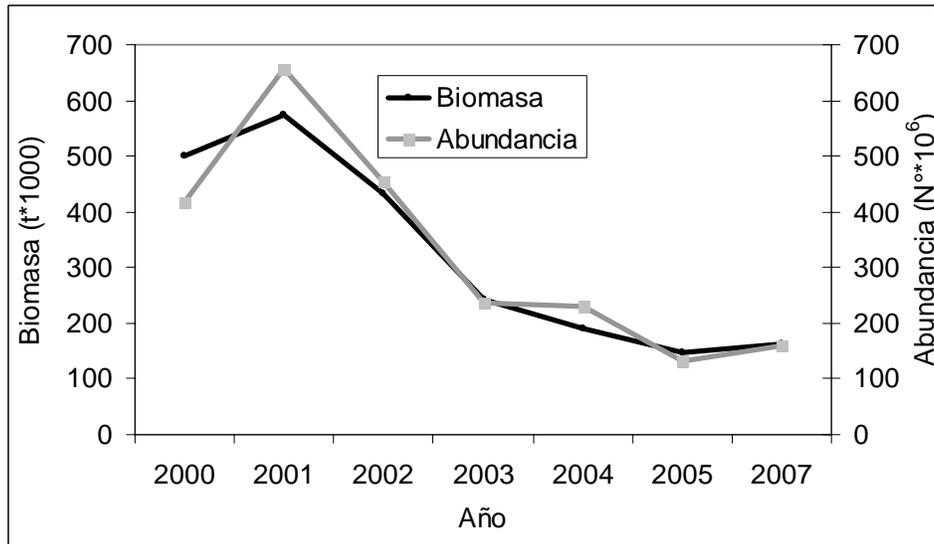
**Figura 4.** Localizaci3n de: a) transectas de muestreo ac3stico y, b) lances de pesca de identificaci3n.



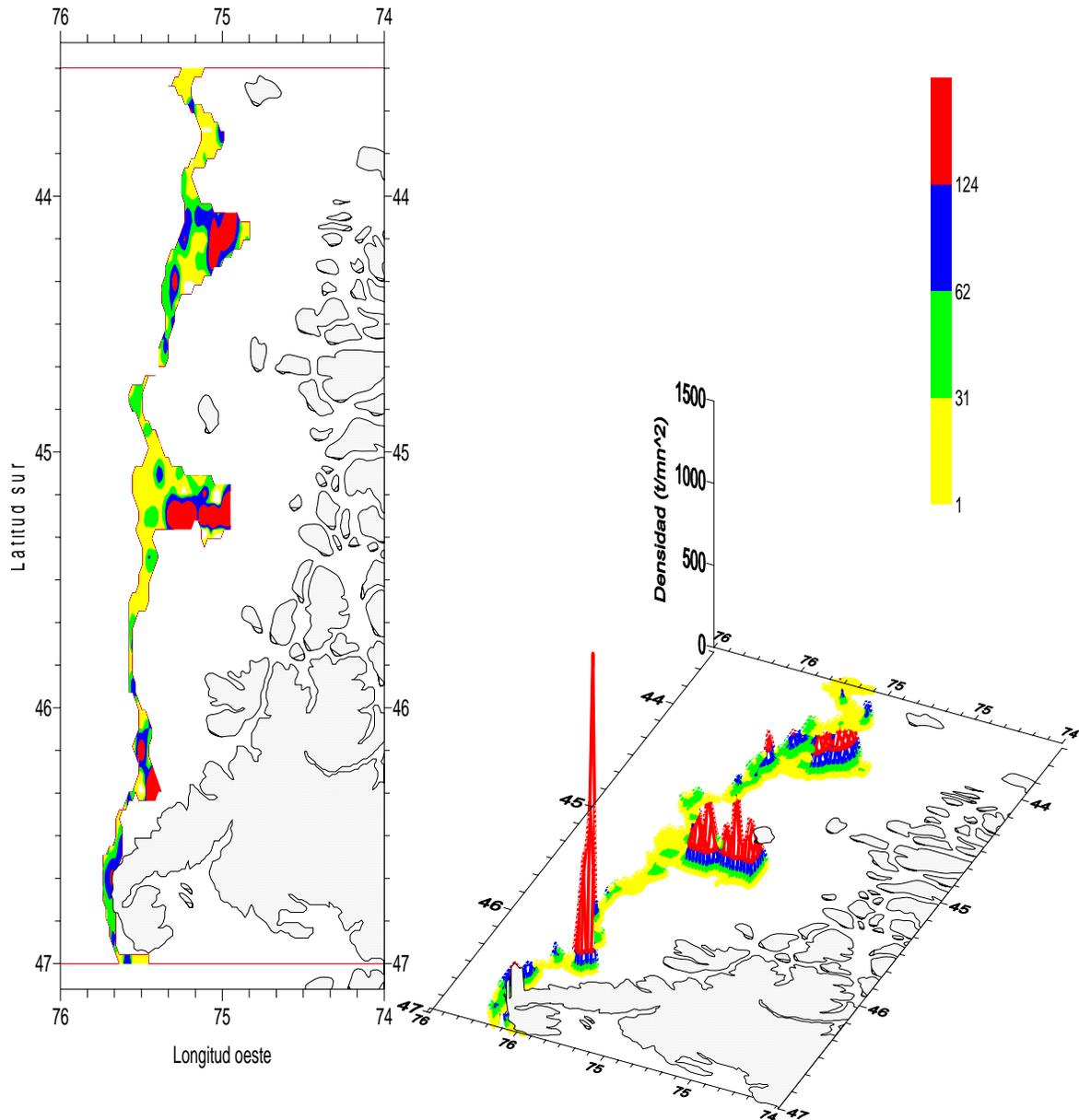
**Figura 5.** Vista distal de un par de otolitos de *Macruronus magellanicus*, merluza de cola, pertenecientes a un pez de 52 cm de longitud total, en donde se aprecian las diferentes zonas de crecimiento.



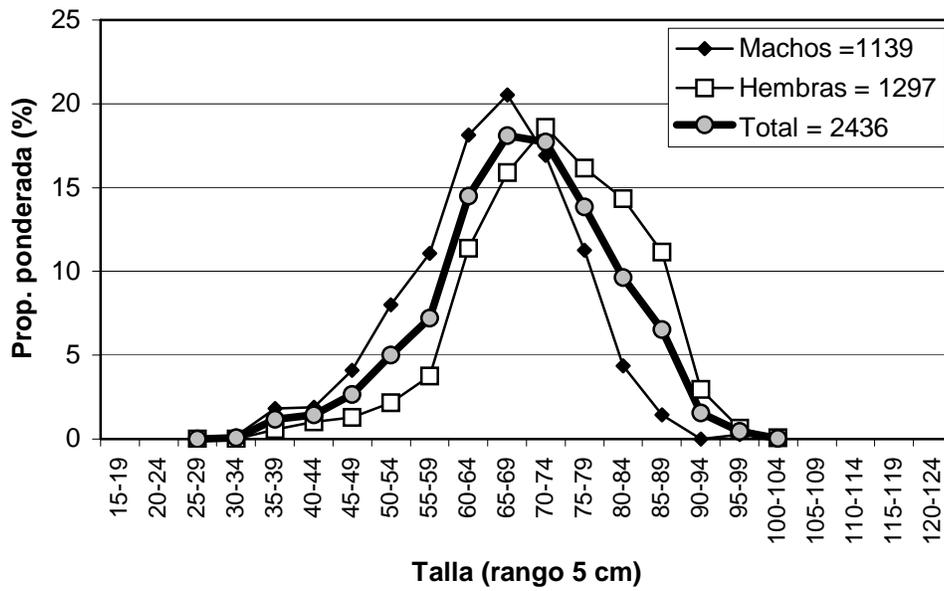
**Figura 6.** Descriptores de una agregaci3n



**Figura 7.** Estimaciones de biomasa y abundancia estimadas en el período 2000-2007.

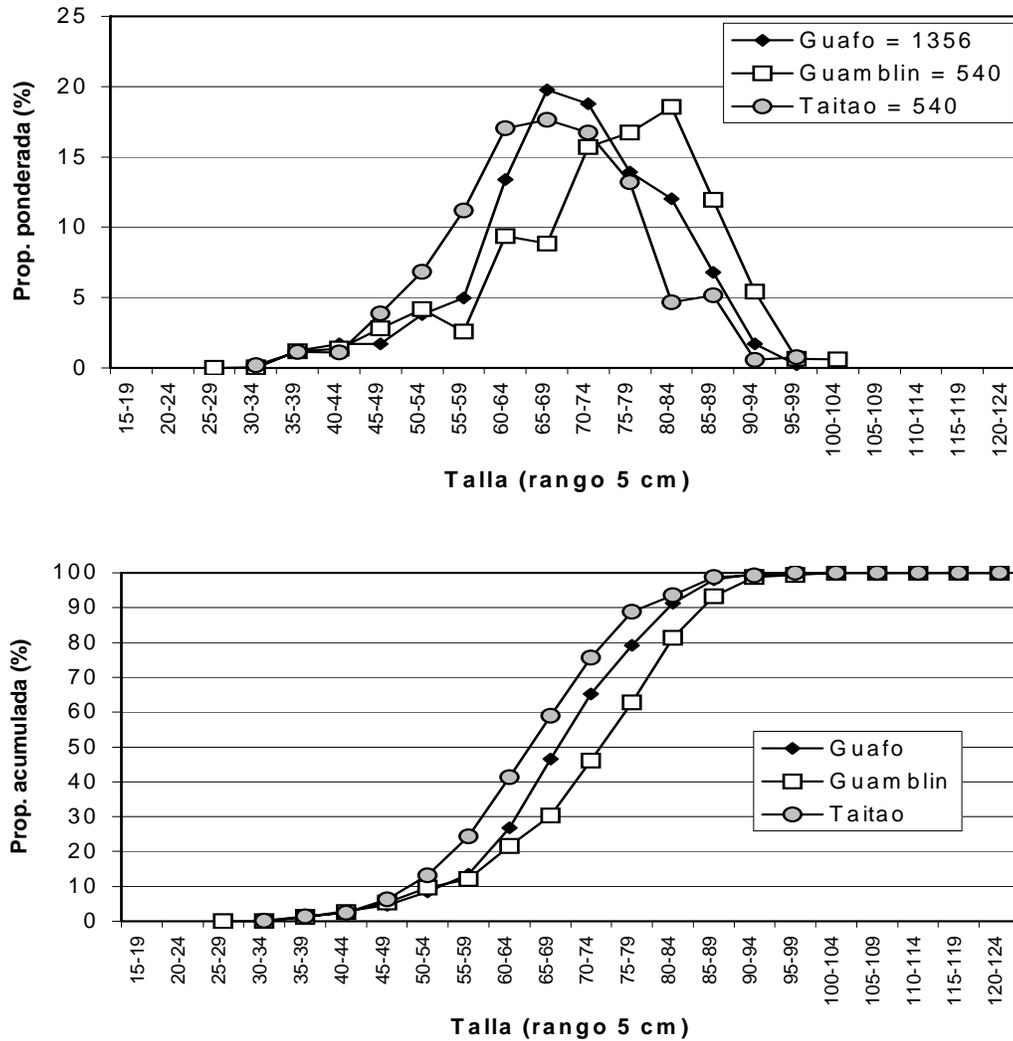


**Figura 8.** Distribuci3n espacial de la biomasa de merluza de cola. Julio-agosto 2007.



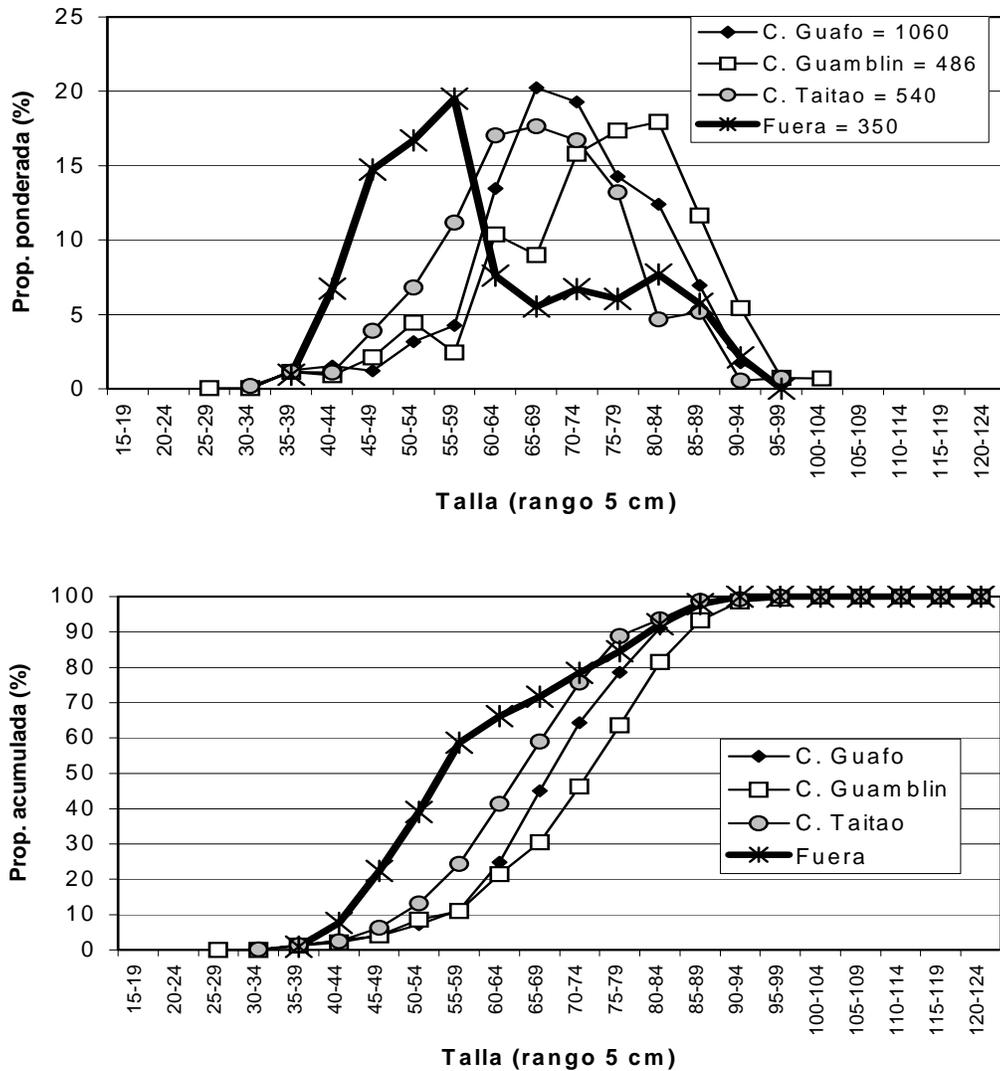
Indicador	Macho	Hembra	Total
n	1139	1297	2436
Mín. (cm)	25	26	25
Máx. (cm)	95	103	103
Prom. (cm)	64,9	72,9	69,1
D. est. (cm)	2,8	2,8	2,0
% < 55 cm	16,0	5,0	10,4
Pr. Sex. (%)	47,4	52,6	

**Figura 9.** Distribuci3n de talla de merluza de cola por sexo para el 1rea de estudio. B/H Friosur IX (agosto, 2007).



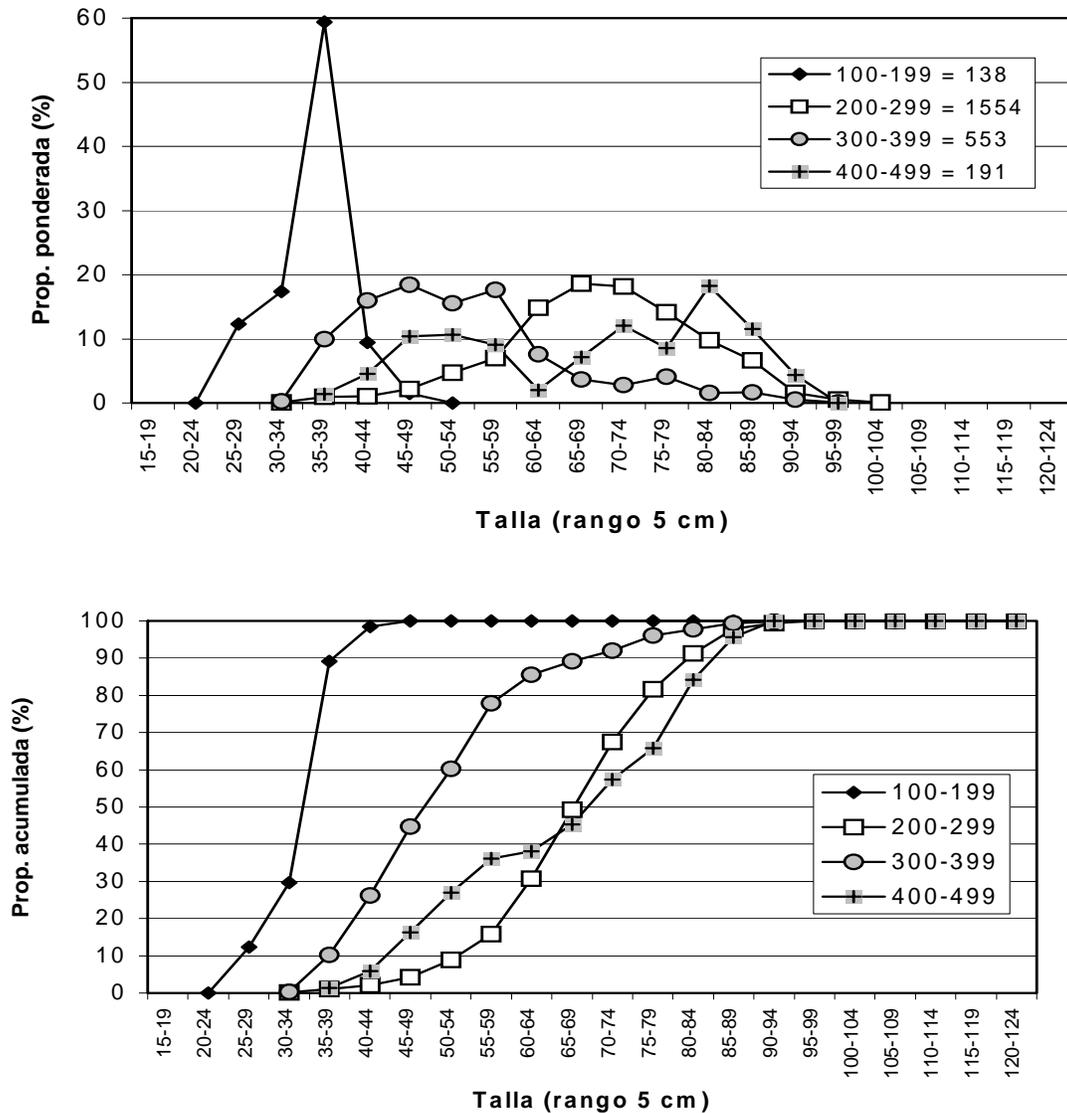
Indicador	Guafo	Guamblin	Taitao
n	1356	540	540
Mín. (cm)	32	25	34
Máy. (cm)	98	103	99
Prom. (cm)	70,1	73,8	66,7
D. est. (cm)	2,9	5,5	2,9
% < 55 cm	8,5	9,6	13,1
Mac:Hemb (%)	48 : 52	36 : 64	48 : 52

**Figura 10.** Distribuci3n de talla de merluza de cola por área. B/H Friosur IX. (agosto, 2007).



Indicador	C. Guafo	C. Guamblin	C. Taitao	Fuera
n	1060	486	540	350
Mín. (cm)	32	25	34	36
Máy. (cm)	98	103	99	92
Prom. (cm)	70,6	74,0	66,7	60,9
D. est. (cm)	3,0	6,0	2,9	4,0
% < 55 cm	7,1	8,6	13,1	39,1
Mac:Hemb (%)	49 : 51	36 : 64	48 : 52	40 : 60

**Figura 11.** Distribuci3n de talla de merluza de cola por ca3n3n y fuera de los ca3n3nes. B/H Friosur IX (agosto, 2007).



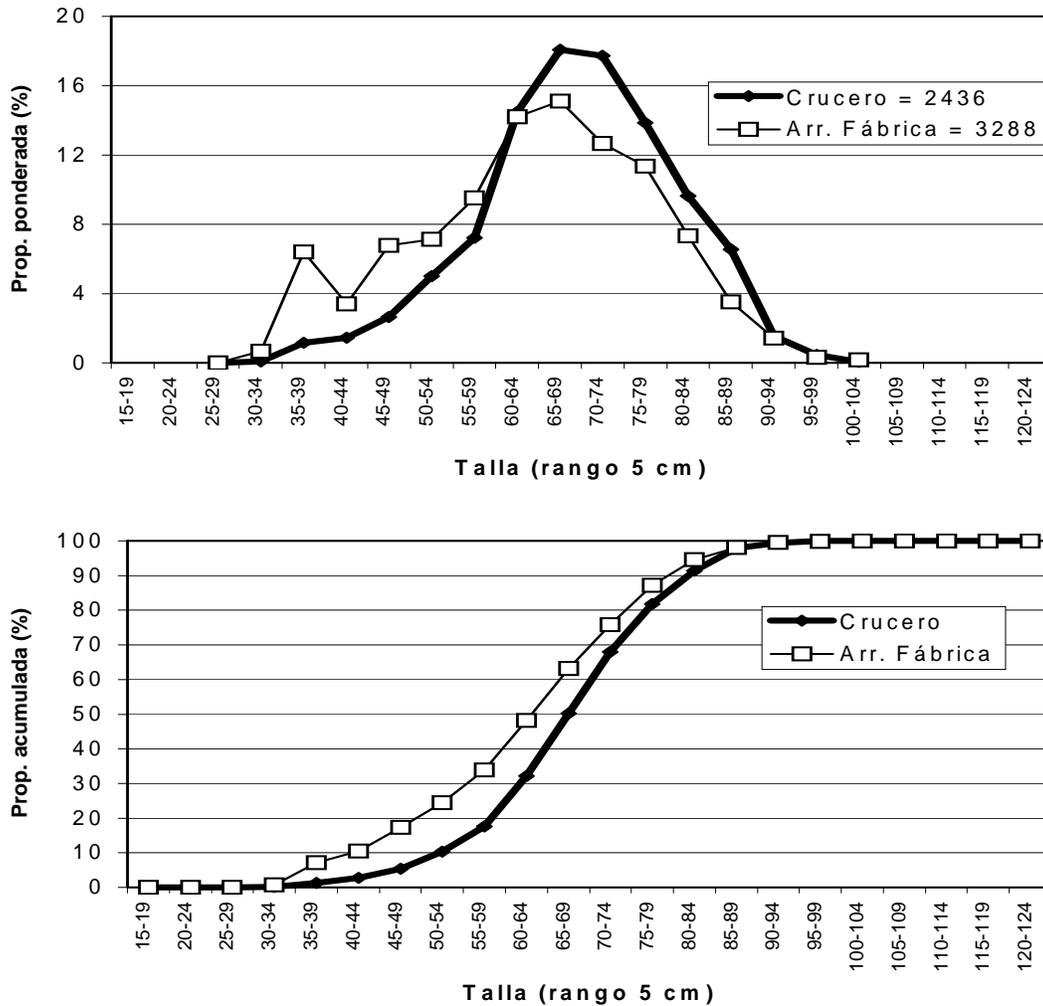
Indicador	Profundidad (m)			
	100-199	200-299	300-399	400-499
n	138	1554	553	191
Prom. (cm)	35,5	69,5	52,9	68,3
D. est. (cm)	1,7	2,0	2,8	7,4
% < 55 cm	100,0	8,9	60,2	27,0
Mac:Hemb (%)	44 : 56	48 : 52	46 : 54	35 : 65

**Figura 12.** Distribuci3n de talla de merluza de cola por rango de profundidad (seg3n profundidad de relinga superior). B/H Friosur IX (agosto, 2007).



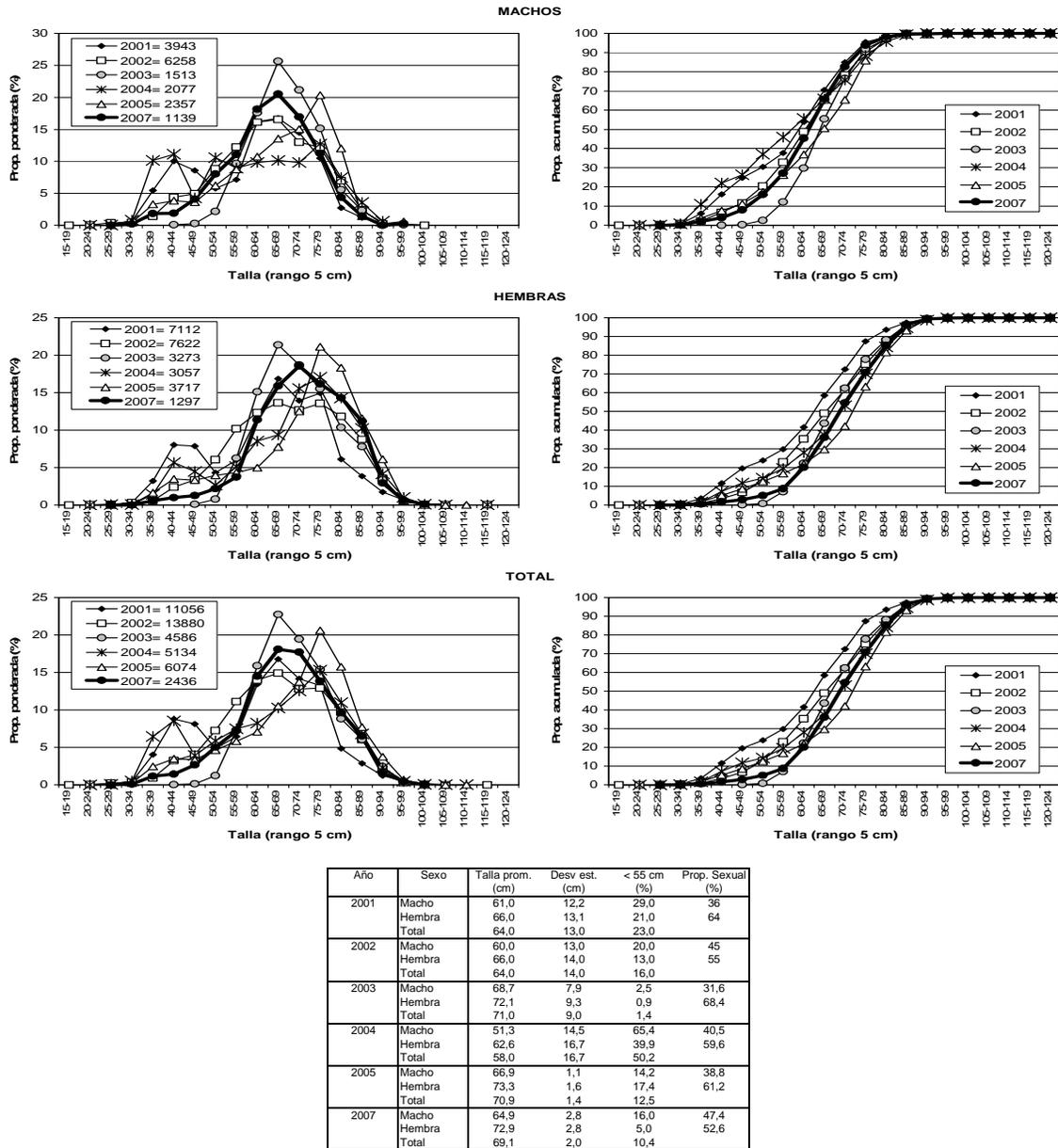
Zona	Indicador	Profundidad (m)			
		100-199	200-299	300-399	400-499
<b>Guaf3</b>	n		748	471	137
	Prom. (cm)		71,0	51,6	56,1
	D. est. (cm)		9,4	3,0	4,5
	% < 55 cm		5,8	64,0	52,6
	Mac:Hemb (%)		48 : 52	48 : 52	45 : 55
<b>Guabl3n</b>	n	138	266	82	54
	Prom. (cm)	35,5	74,3	66,7	72,4
	D. est. (cm)	1,7	6,2	7,0	9,8
	% < 55 cm	100	8,0	23,2	18,5
	Mac:Hemb (%)	44 : 56	36 : 64	26 : 64	26 : 74
<b>Taitao</b>	n		540		
	Prom. (cm)		66,7		
	D. est. (cm)		2,9		
	% < 55 cm		13,1		
	Mac:Hemb (%)		48 : 52		

**Figura 13.** Distribuci3n de talla de merluza de cola por 3rea y rango de profundidad (seg3n profundidad de relinga superior). B/H Friosur IX (agosto, 2007).

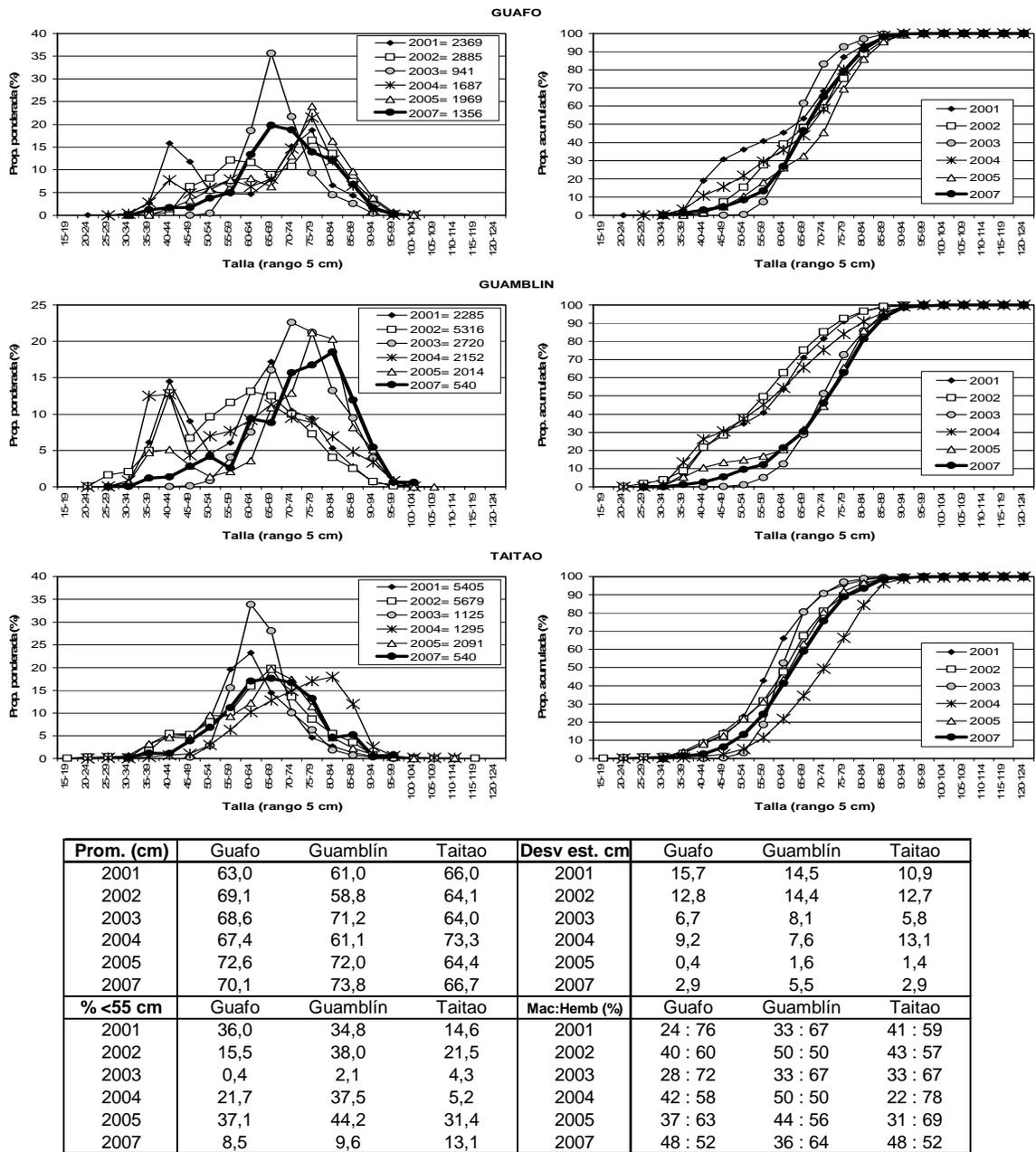


Indicador	Crucero	Arr. F3brica
n	2436	3288
Prom. (cm)	69,1	63,9
D. est. (cm)	2,0	1,8
% < 55 cm	10,4	24,4
Mac:Hemb (%)	47 : 53	54 : 46

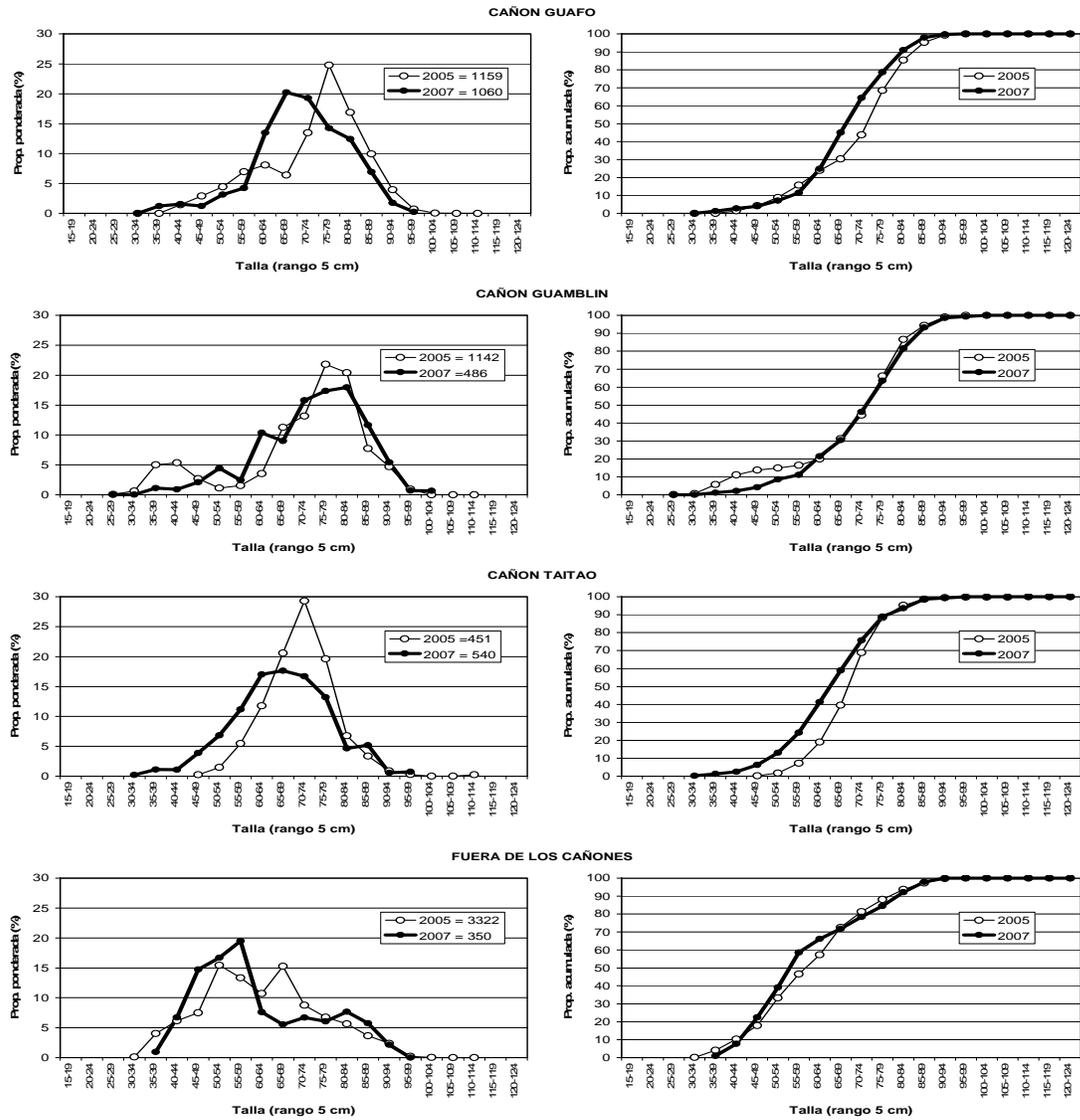
**Figura 14.** Distribuci3n de talla de merluza de cola del crucero investigaci3n (Friosur IX) y de la captura realizada por la flota arrastrera f3brica para el mismo per3odo y 3rea de estudio (agosto, 2007).



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

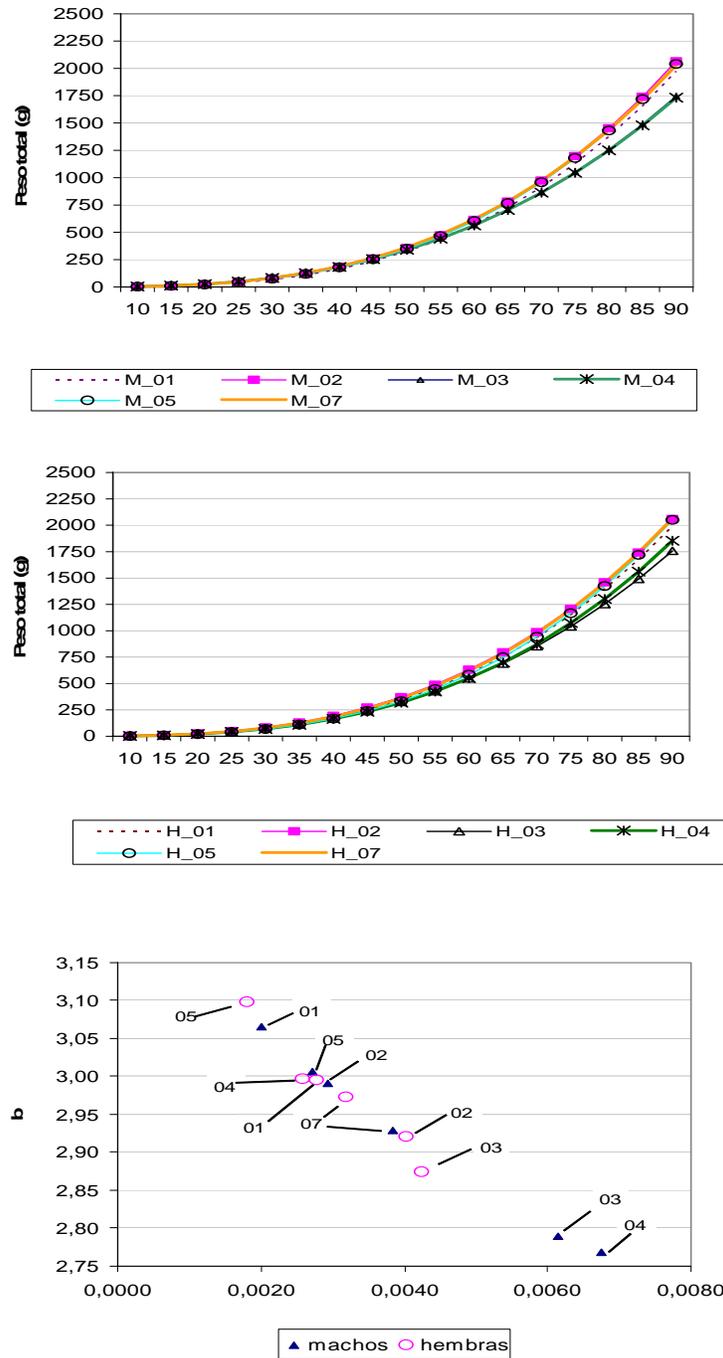


**Figura 16.** Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por 1rea para los cruceros hidroac3sticos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2007.

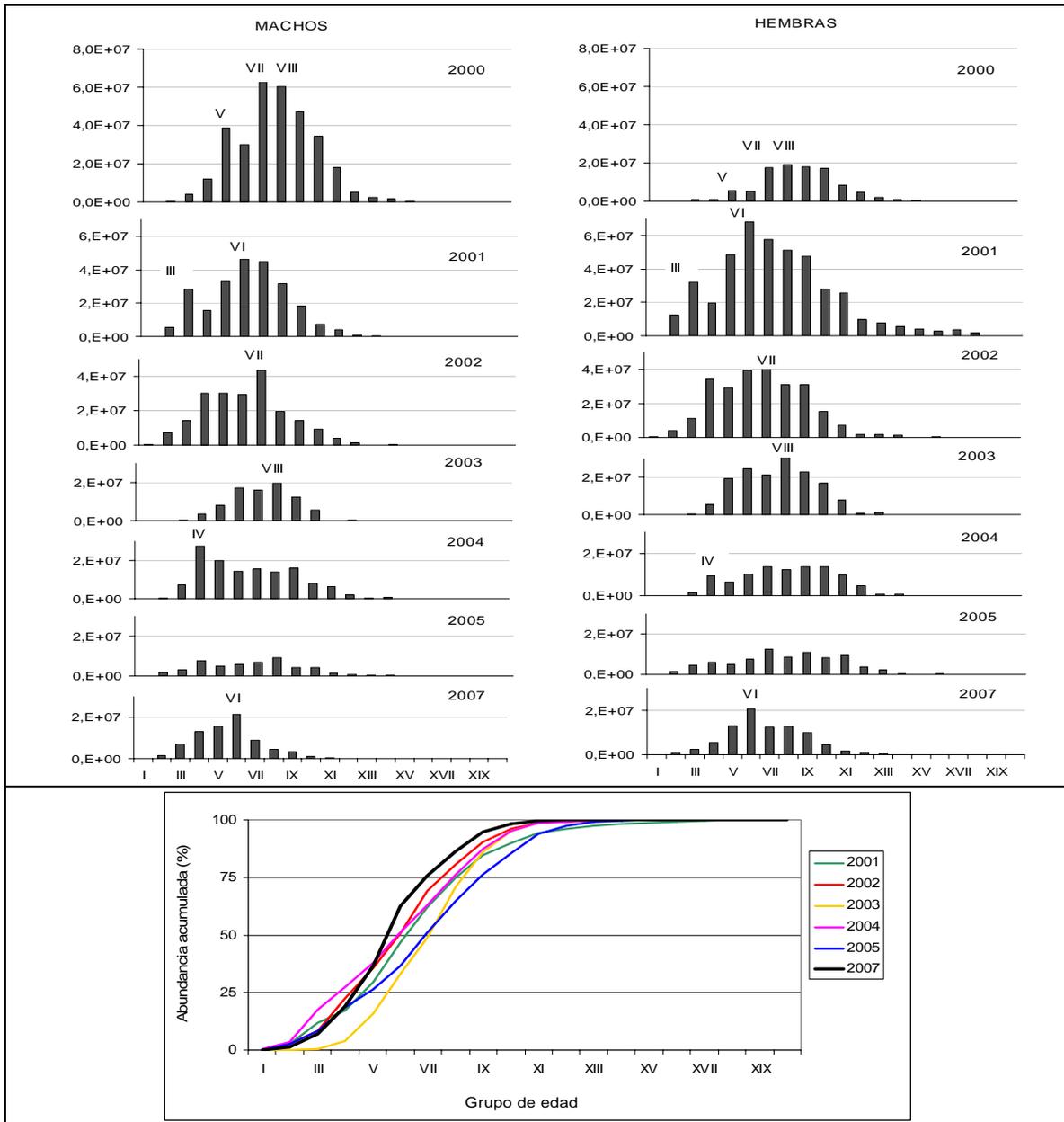


Prom. (cm)	C. Guafo	C. Guamblin	C. Taitao	Fuera
2005	73,3	71,9	71,0	61,9
2007	70,6	74,0	66,7	60,9
% < 55 cm	C. Guafo	C. Guamblin	C. Taitao	Fuera
2005	8,8	14,9	1,7	33,2
2007	7,1	8,6	13,1	39,1
Mac:Hemb (%)	C. Guafo	C. Guamblin	C. Taitao	Fuera
2005	38 : 62	46 : 64	37 : 53	26 : 74
2007	49 : 51	36 : 64	48 : 52	40 : 60

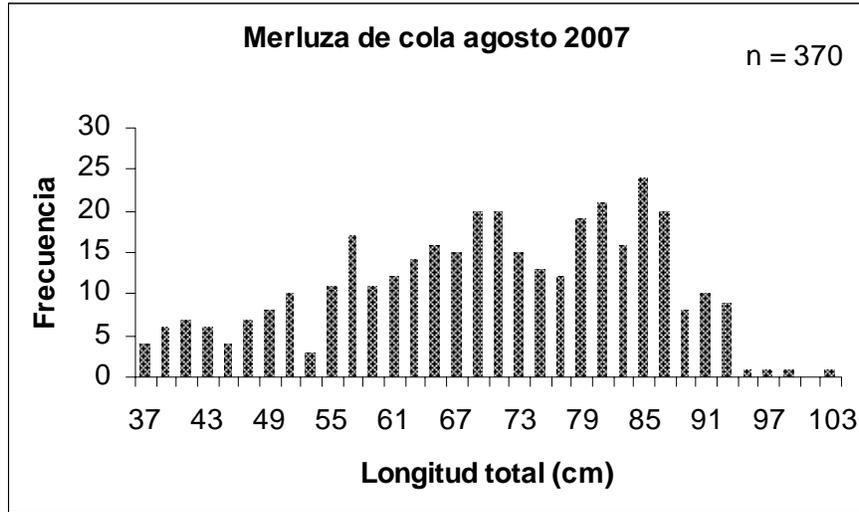
Figura 17. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por ca3n3n y fuera de los ca3n3nes para los cruceros hidroac3sticos 2005 y 2007.



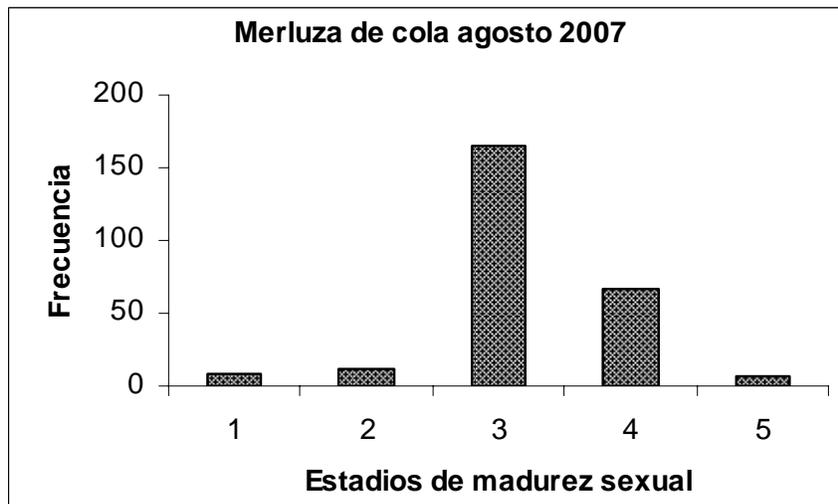
**Figura 18.** Comparaci3n de las funciones peso- longitud estimadas para merluza de cola por sexo, M= macho, H=hembra, y representaci3n de los par3metros a y b de esta relaci3n en el per3odo 2001 - 2007, indicando el a3o de origen con las dos 3ltimas cifras del a3o.



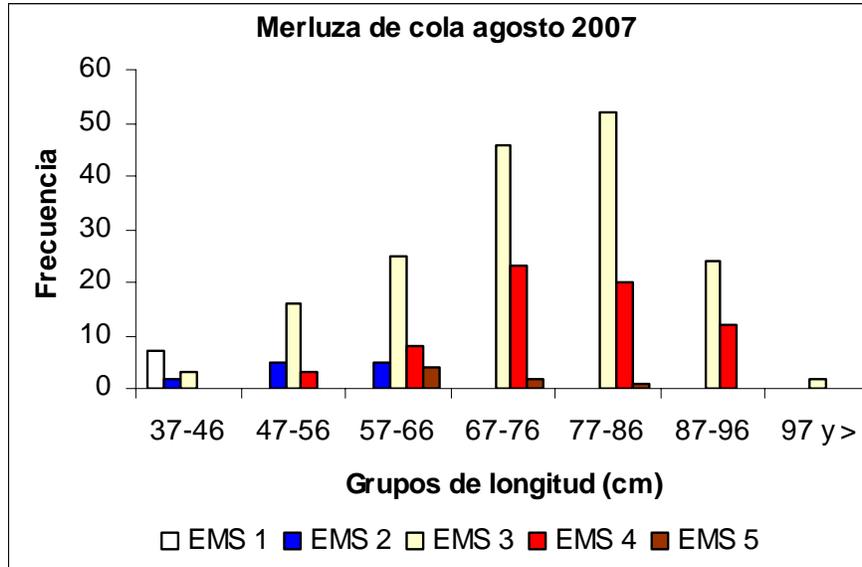
**Figura 19.** Abundancia por grupos de edad de merluza de cola estimadas en las evaluaciones directas periodo 2001-2007, a) por sexo y b) ambos sexos acumulada (%).



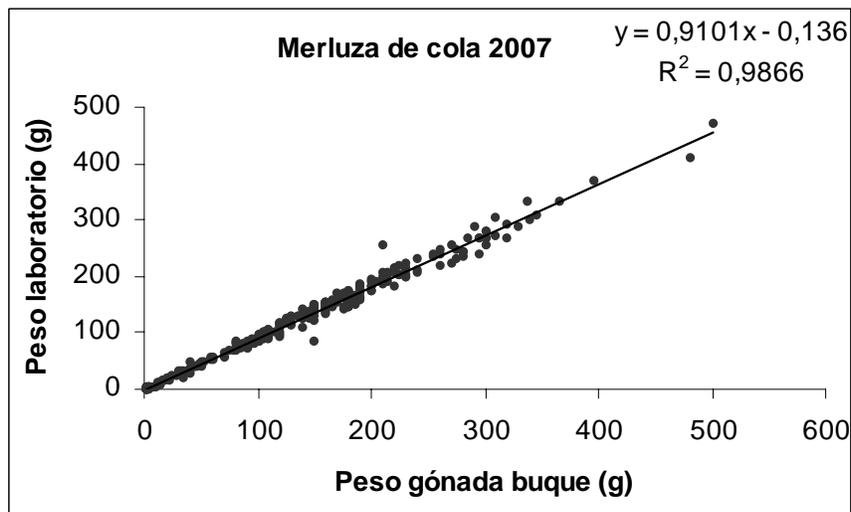
**Figura 20.** Frecuencia de longitudes de las hembras de merluza de cola *Macruronus magellanicus*, utilizadas en el estudio de aspectos reproductivos.



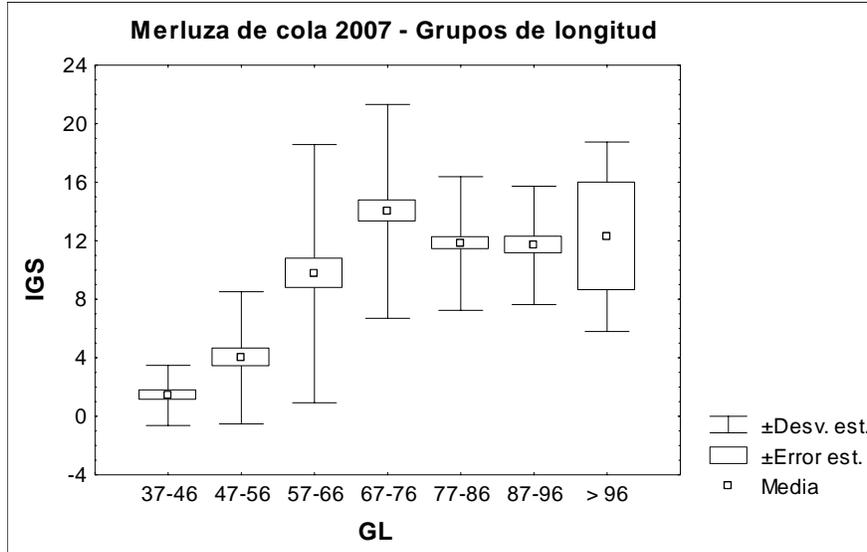
**Figura 21.** Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus* en agosto de 2007.



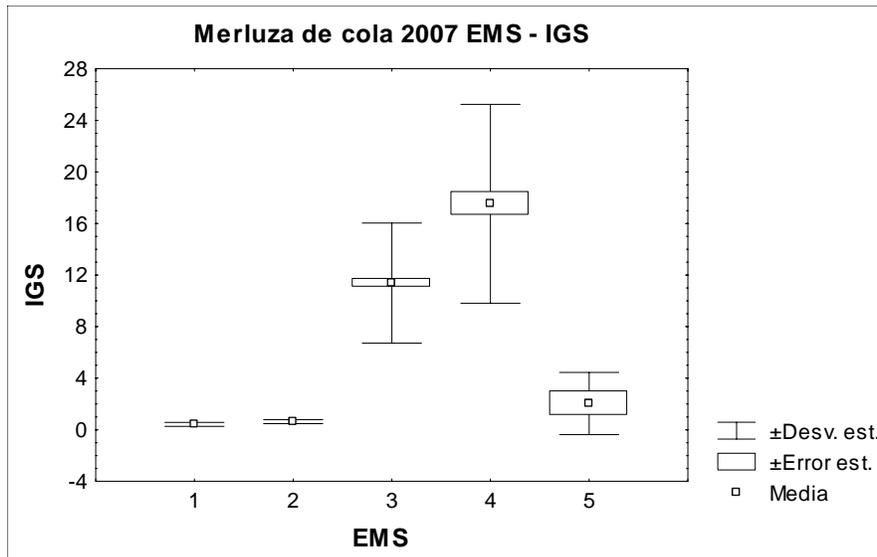
**Figura 22.** Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2007.



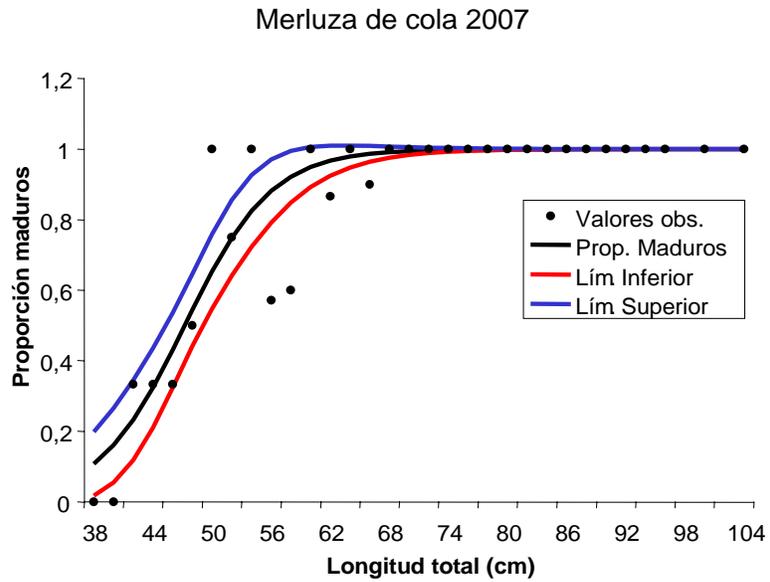
**Figura 23.** Relaci3n entre el peso de la g3nada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza de cola *Macruronus magellanicus*.



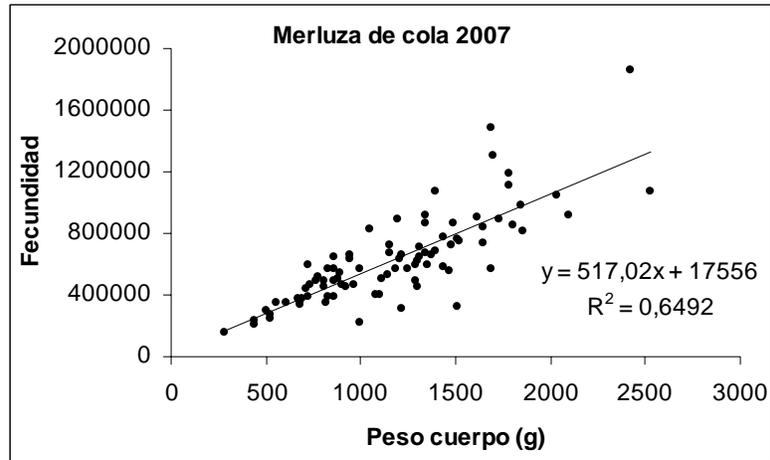
**Figura 24.** Valor promedio del índice gonadosomático (IGS)  $\pm$  la desviaci3n estandar y el error estandar, en hembras de merluza de cola *Macruronus magellanicus* de acuerdo a grupos de longitud total (GL), en agosto de 2007.



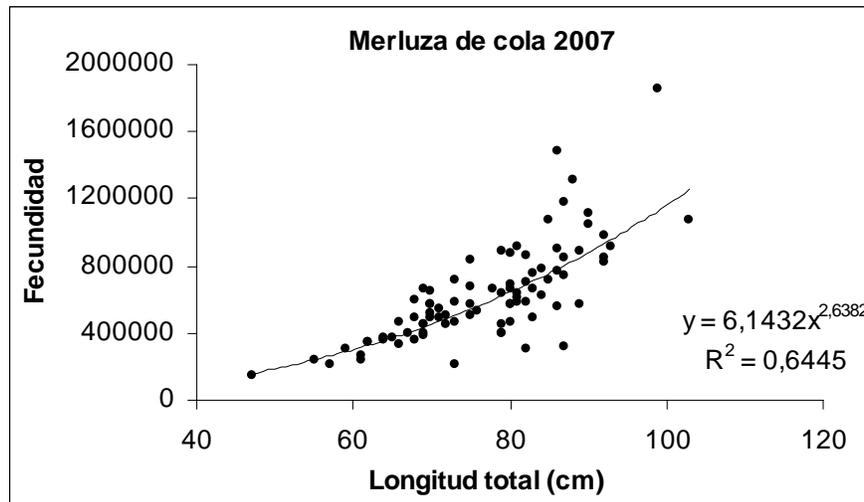
**Figura 25.** Valor del índice gonadosomático (IGS)  $\pm$  la desviaci3n estandar y el error estandar, para cada uno de los estadios de madurez sexual (EMS) de la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2007.



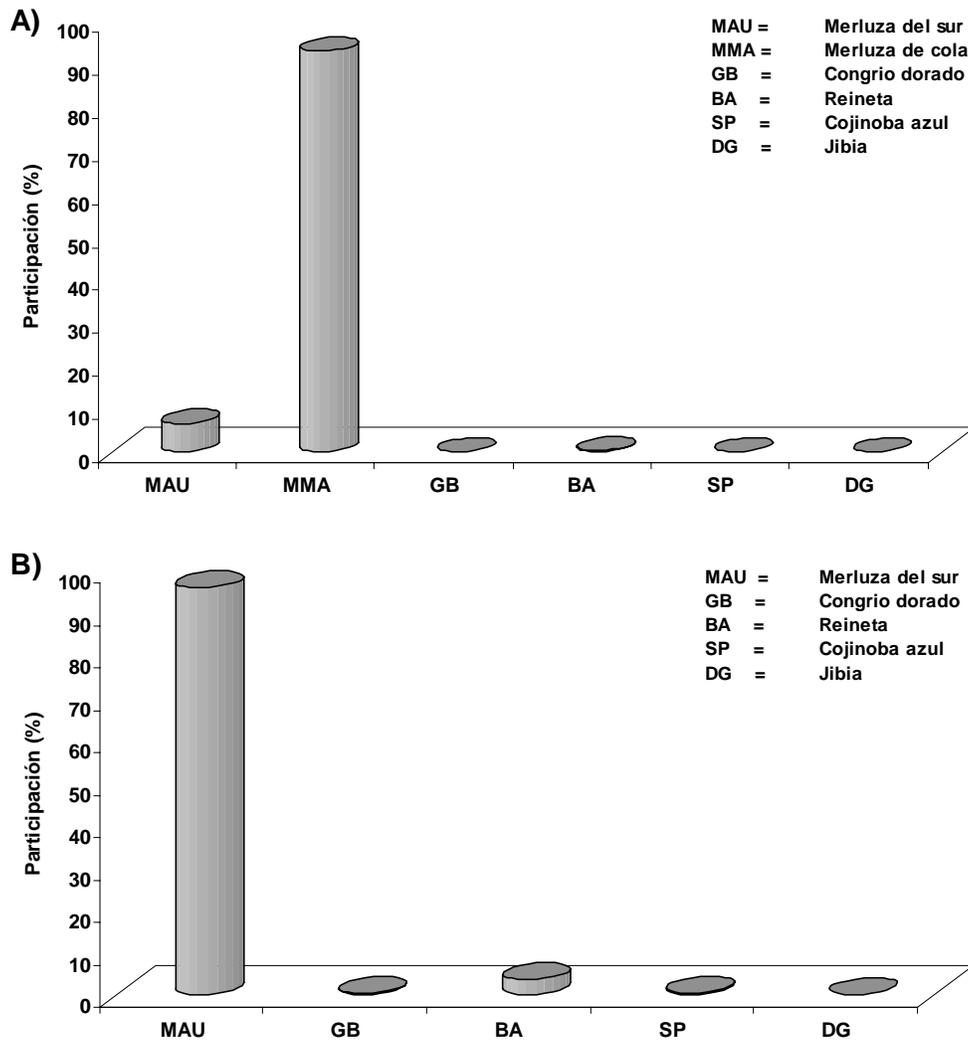
**Figura 26.** Ojiva de madurez sexual de la merluza de cola *Macruronus magellanicus* en agosto de 2007, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.



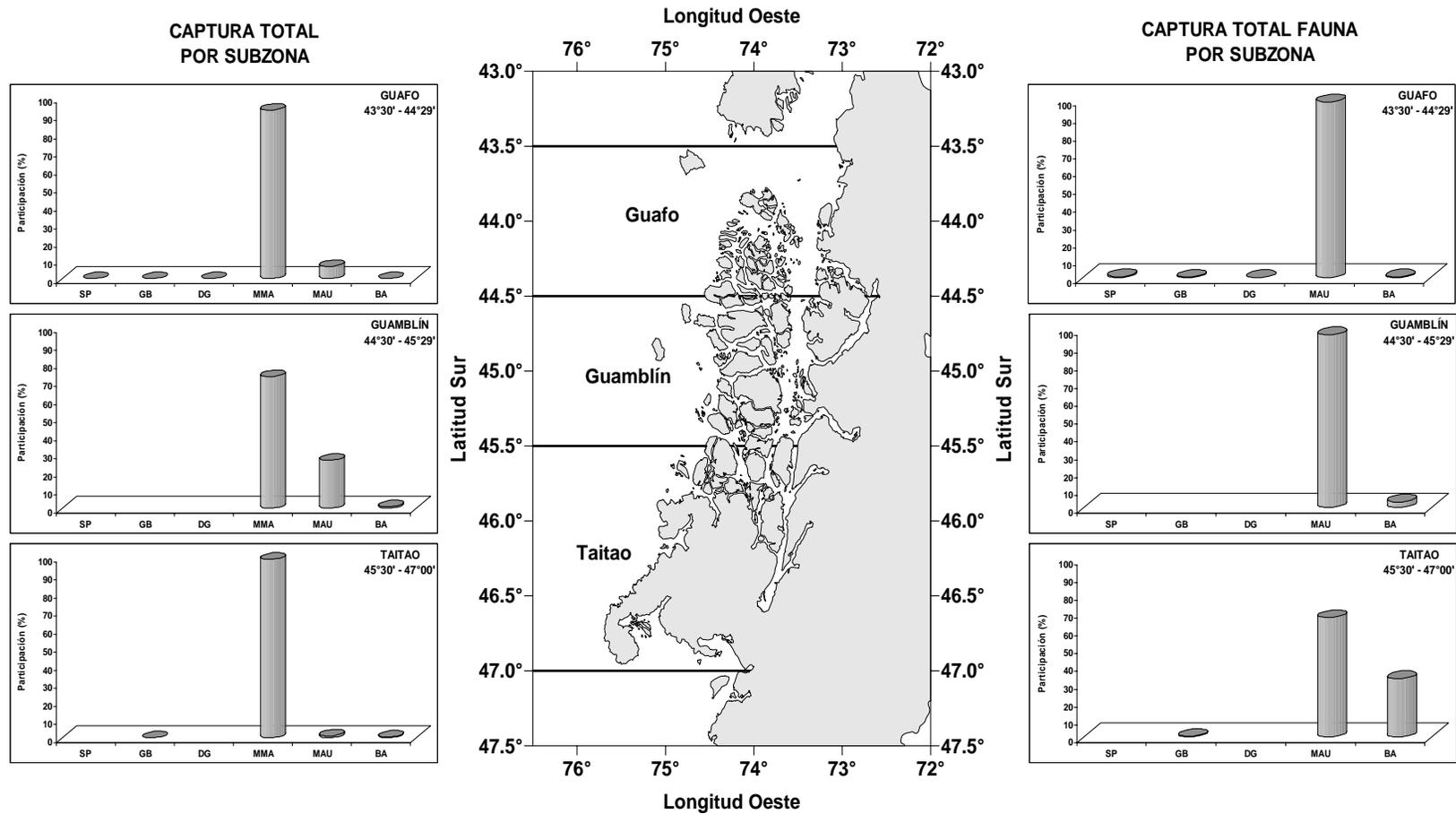
**Figura 27.** Relaci3n entre la fecundidad y el peso del cuerpo en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2007.



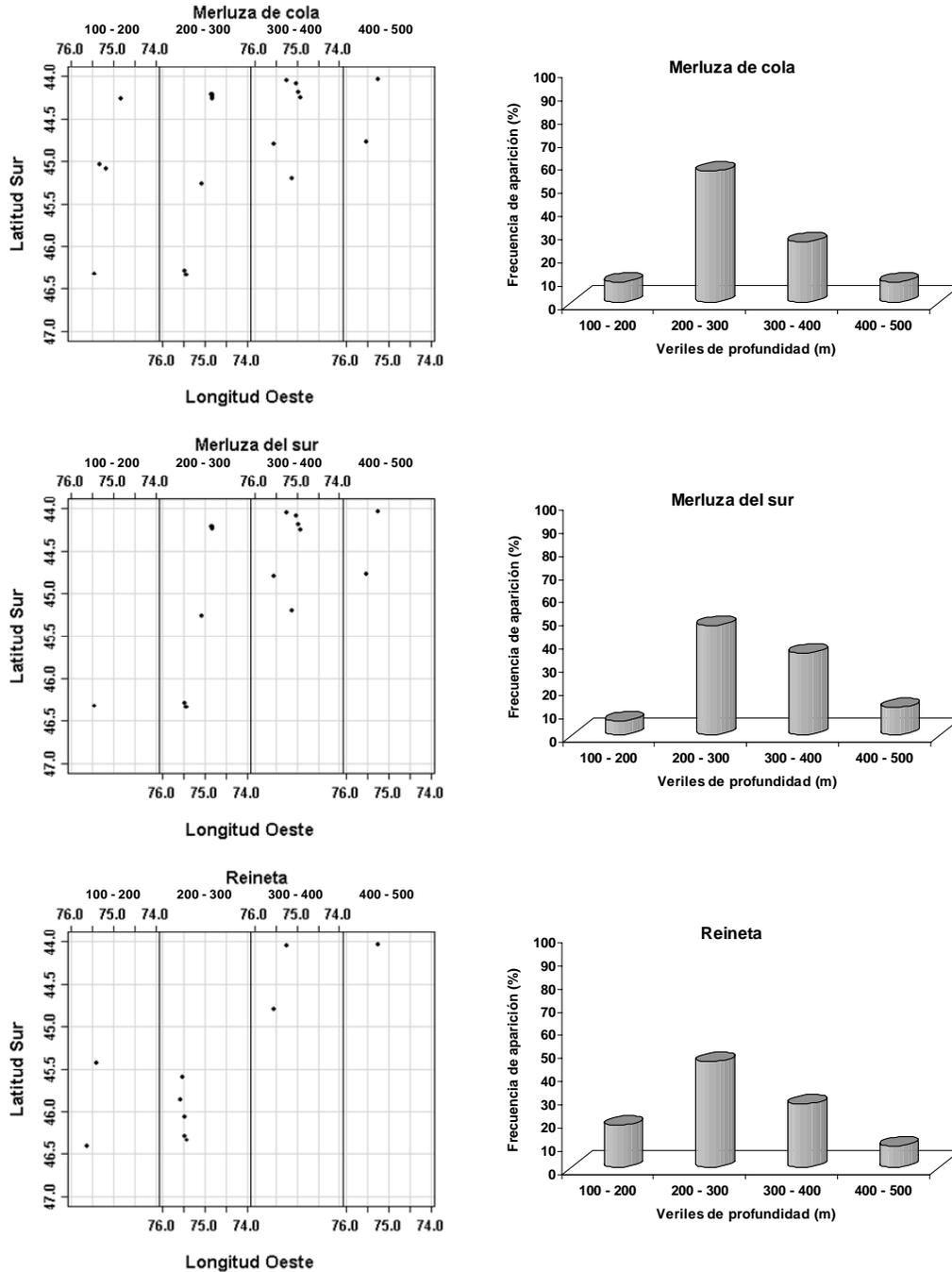
**Figura 28.** Relaci3n entre la fecundidad y la longitud total en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2007.



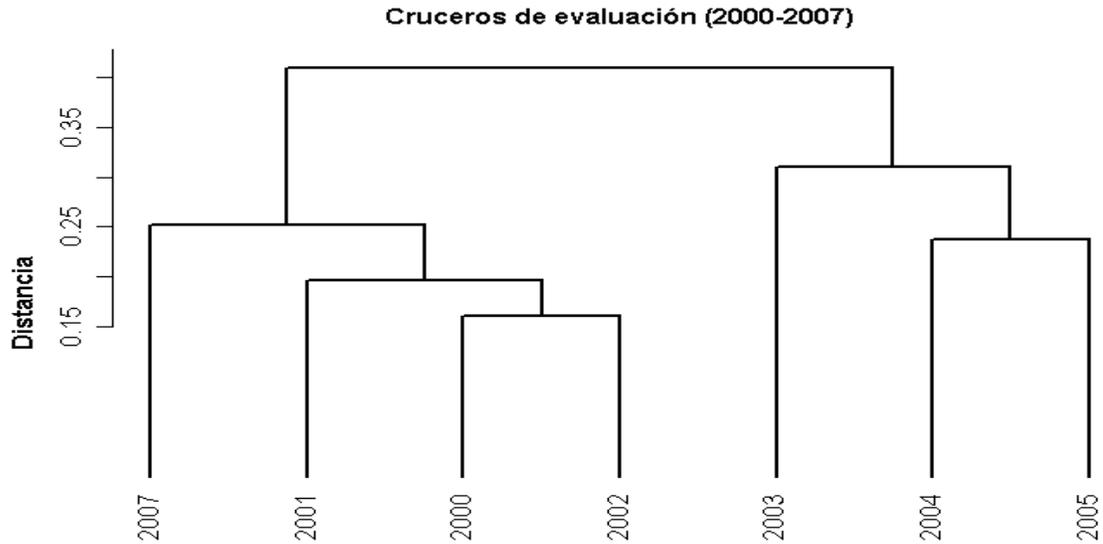
**Figura 29.** Participaci3n porcentual respecto de **A)** captura total crucero y **B)** captura total fauna acompa1ante. Crucero de evaluaci3n de merluza de cola, aguas exteriores 2007.



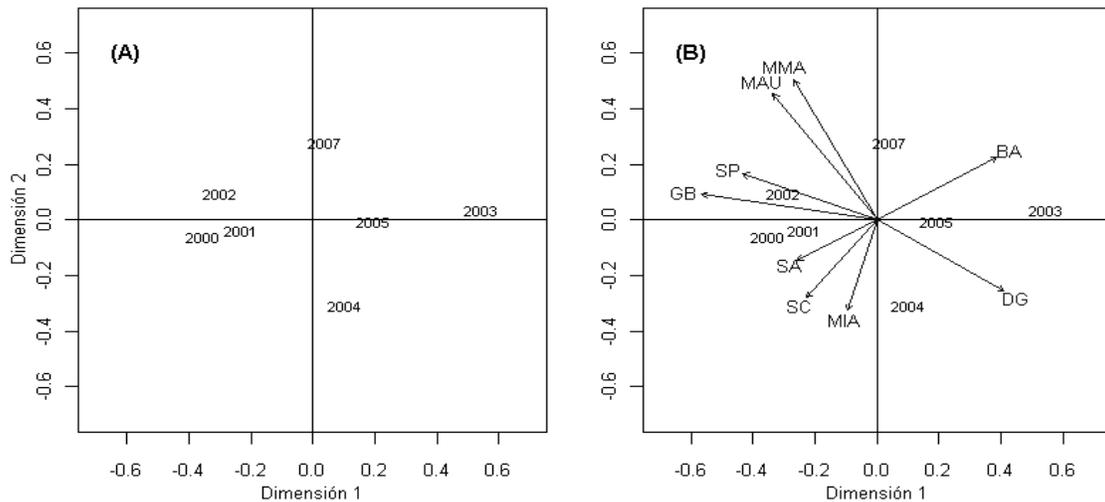
**Figura 30.** Participación porcentual respecto de la captura total crucero y captura total fauna acompañante. Crucero de evaluación de merluza de cola, aguas exteriores 2007.



**Figura 31.** Distribuci3n latitudinal y batim3trica de las especies capturadas como fauna acompa1ante. Crucero de evaluaci3n de merluza de cola, aguas exteriores 2007.

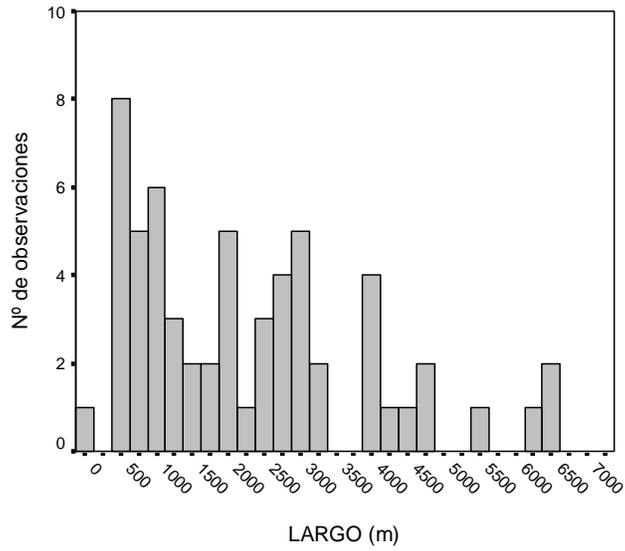


**Figura 32.** Resultado del an3lisis de clasificaci3n por conglomerados de las principales especies presentes por crucero de evaluaci3n de merluza de cola aguas exteriores, 2000 a 2007.

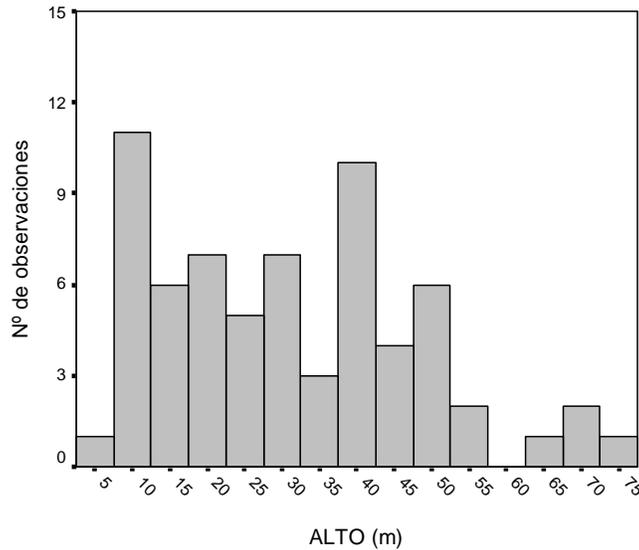


**Figura 33.** Resultado del an3lisis de ordenaci3n (NMDS) de las principales especies presentes por crucero de evaluaci3n de merluza de cola aguas exteriores, 2000 a 2007.

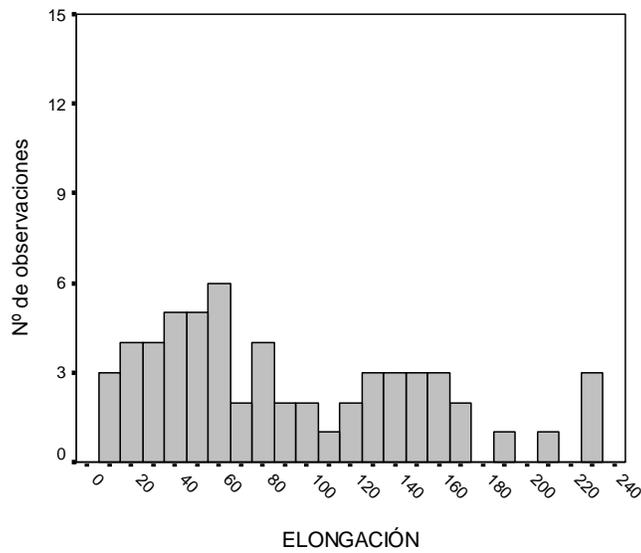




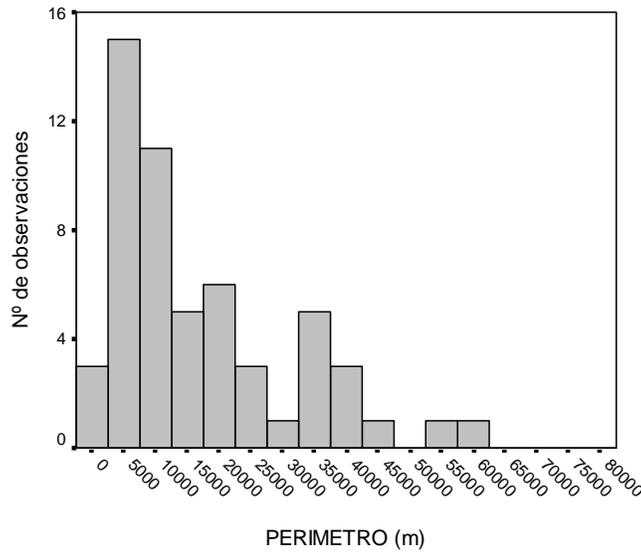
**Figura 35.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor largo de agregaciones



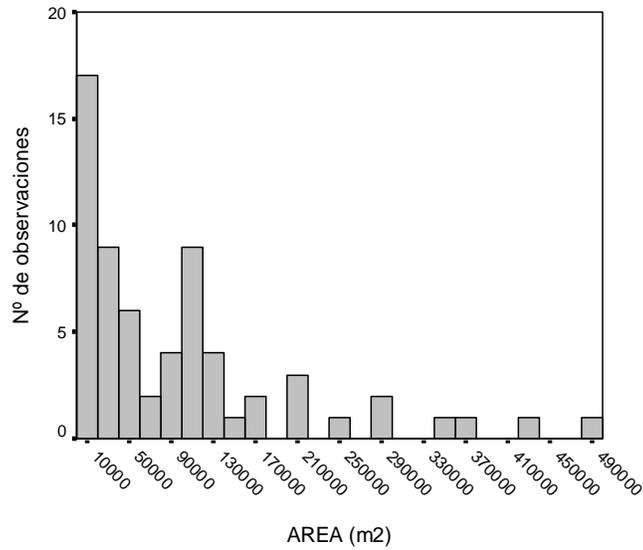
**Figura 36.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor alto de agregaciones



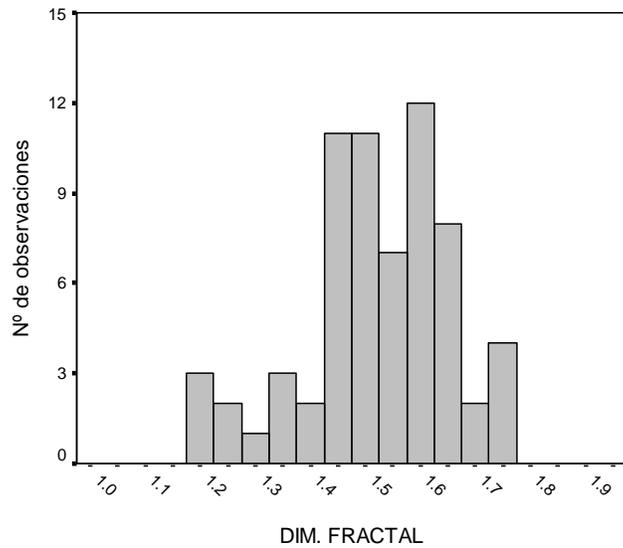
**Figura 37.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor elongaci3n de agregaciones



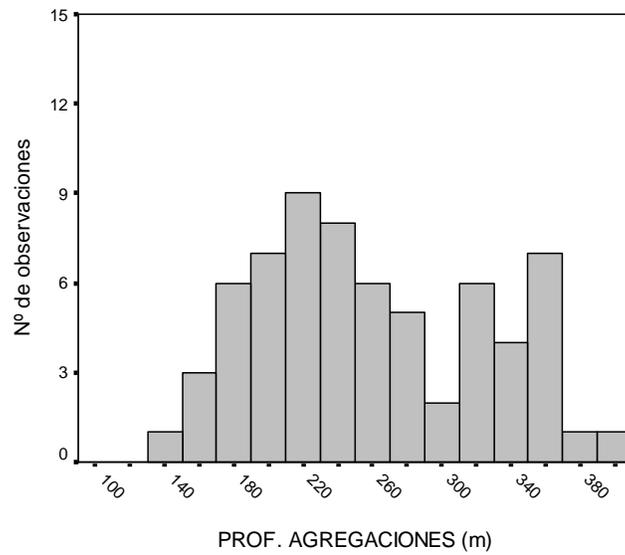
**Figura 38.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor per3metro de agregaciones



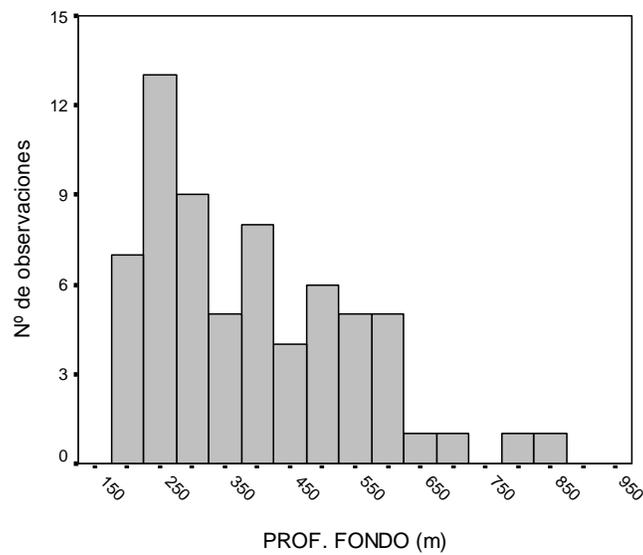
**Figura 39.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor 1rea de agregaciones.



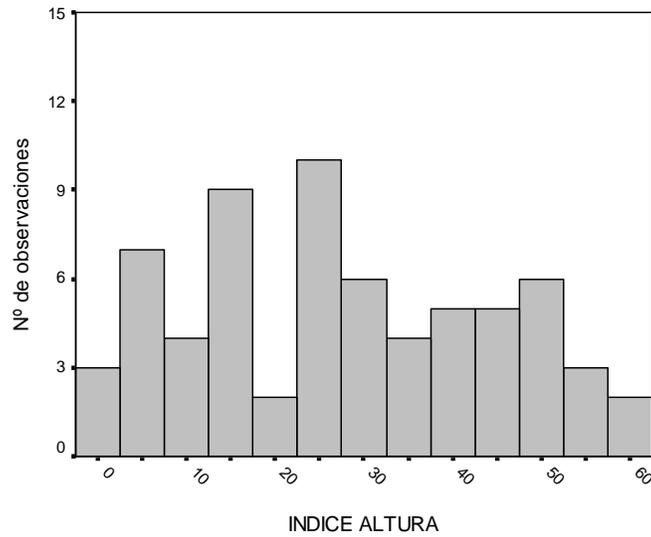
**Figura 40.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor dimensi3n fractal.



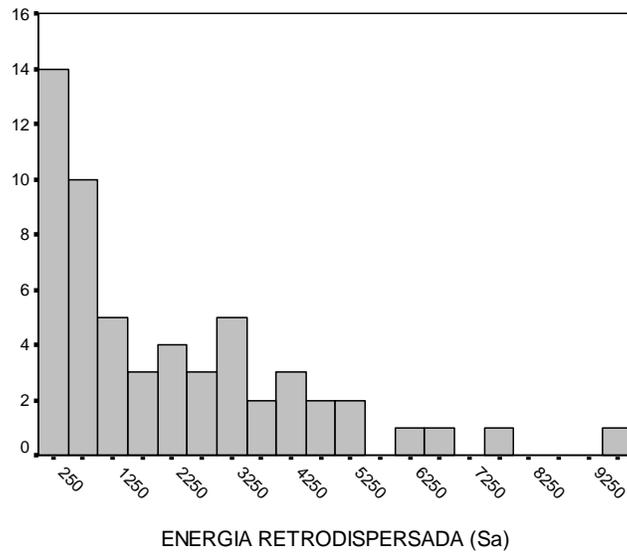
**Figura 41.** Distribuci3n de frecuencia de la profundidad de agregaciones.



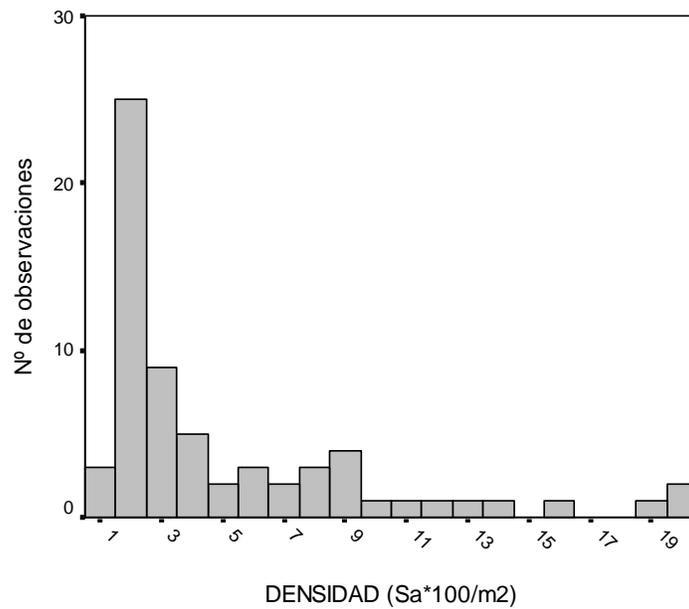
**Figura 42.** Distribuci3n de frecuencia de la profundidad del fondo.



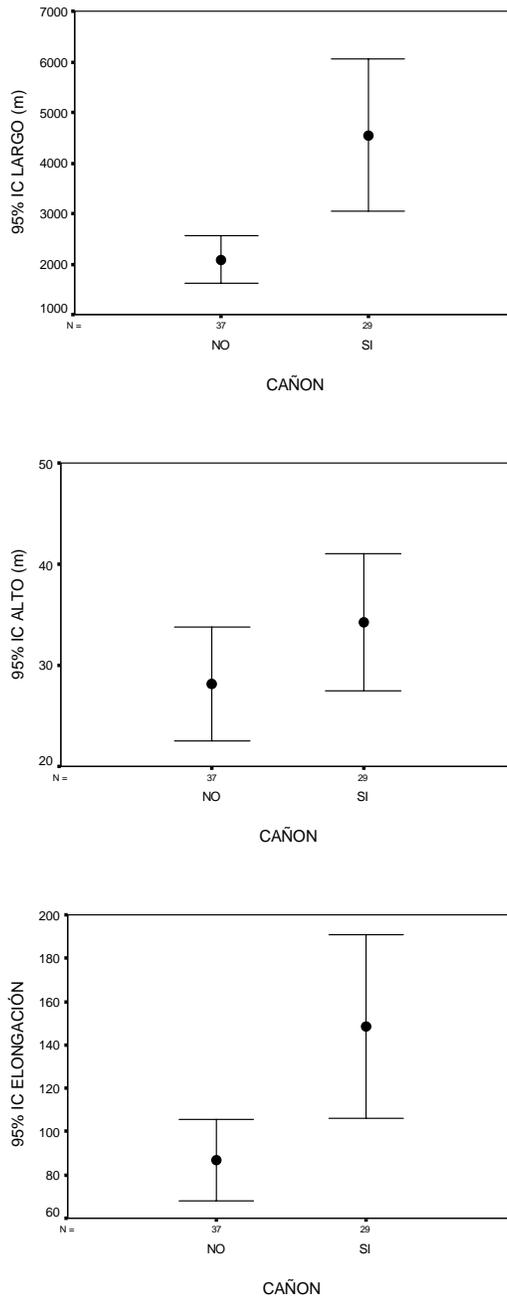
**Figura 43.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor índice de altura.



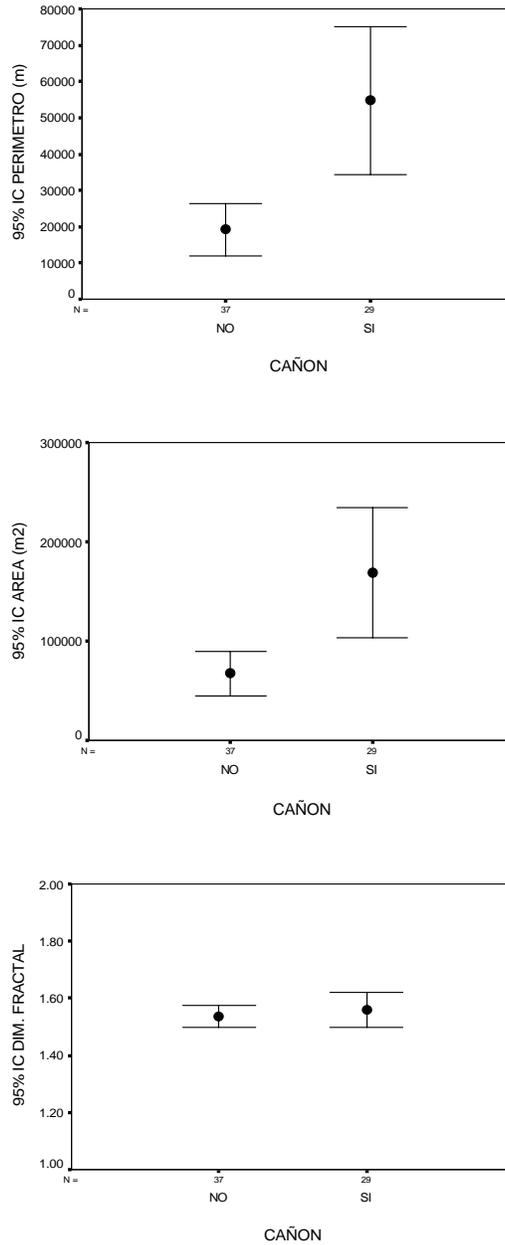
**Figura 44.** Distribuci3n de frecuencia de la energí3 retrodispersada (Sa) de agregaciones



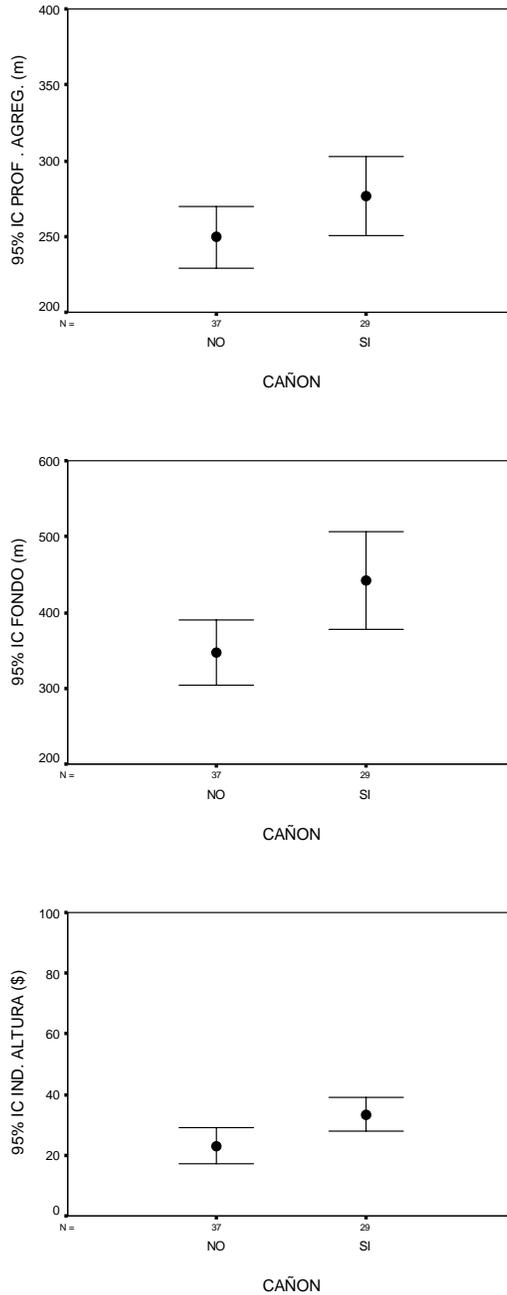
**Figura 45.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor de densidad acústica ( $Sa/m^2$ ) de agregaciones



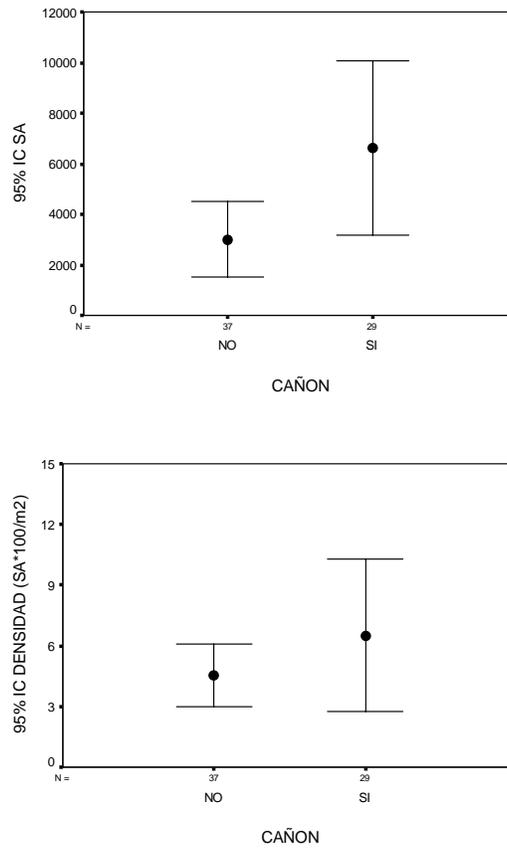
**Figura 46.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n segun localizaci3n de agregaciones en zona de cañones (SI-NO).



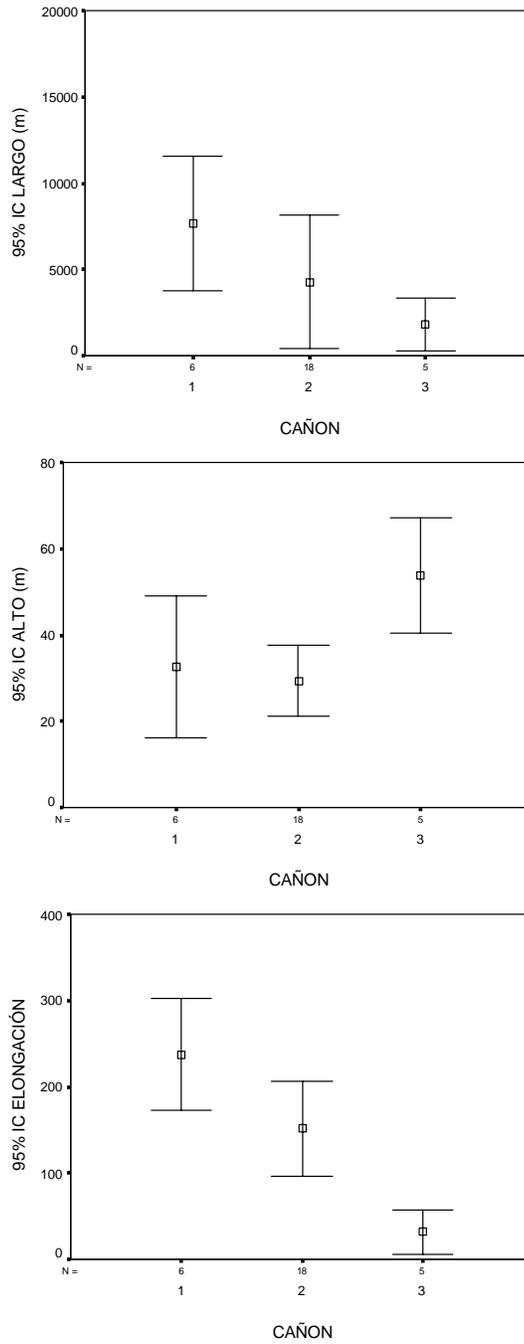
**Figura 47.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n localizaci3n de agregaciones en zona de cañones (SI-NO).



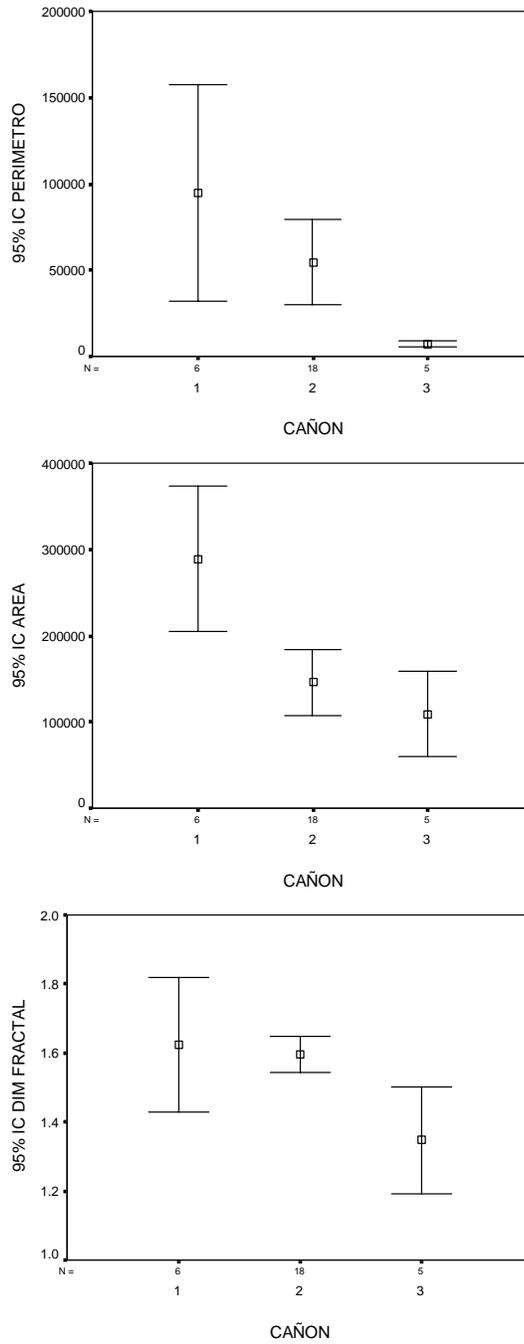
**Figura 48.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según localización de agregaciones en zona de cañones (SI-NO).



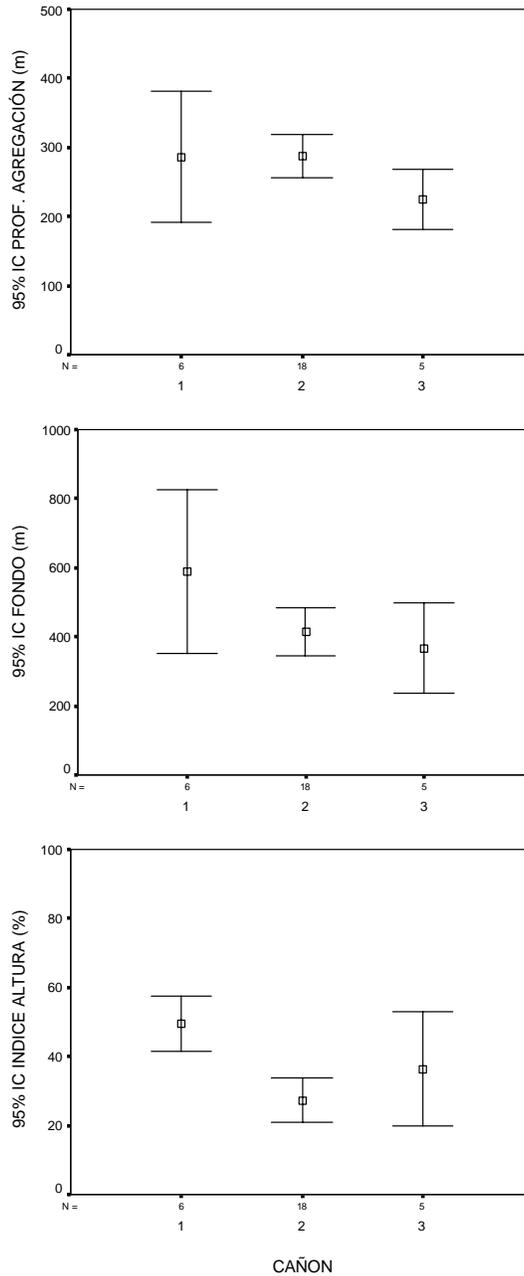
**Figura 49.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica según localización de agregaciones en zona de cañones (SI-NO).



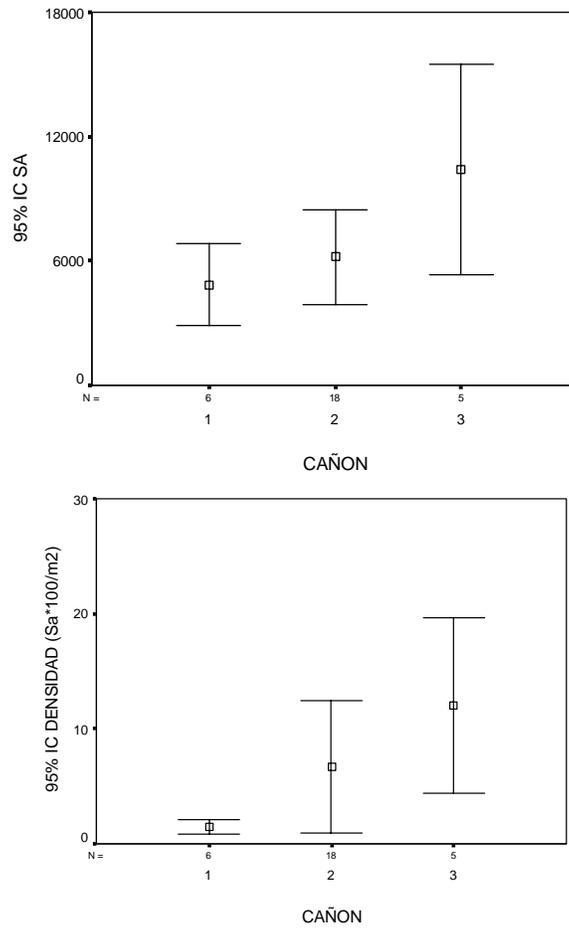
**Figura 50.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n cañ3n.



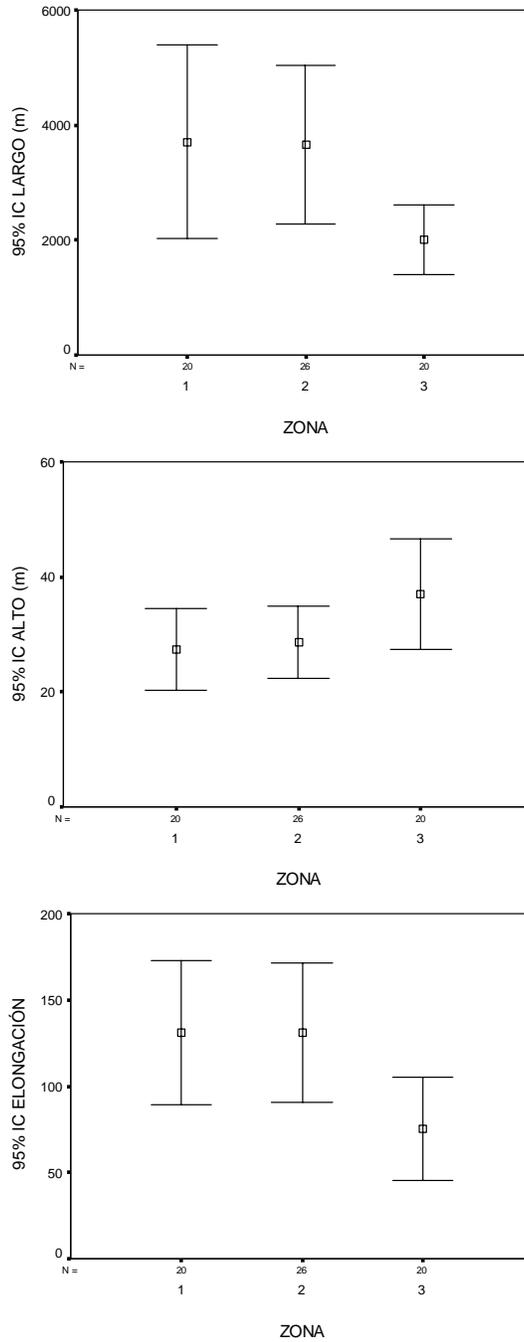
**Figura 51.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n cañ3n.



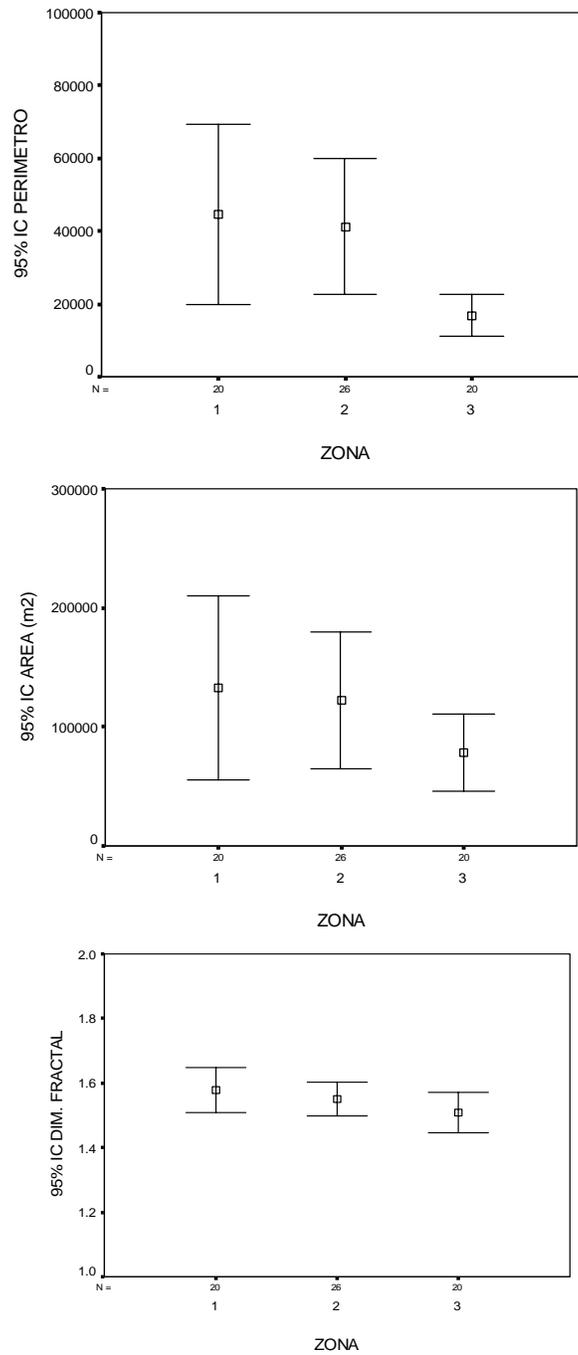
**Figura 52.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim3tricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura seg3n cañ3n.



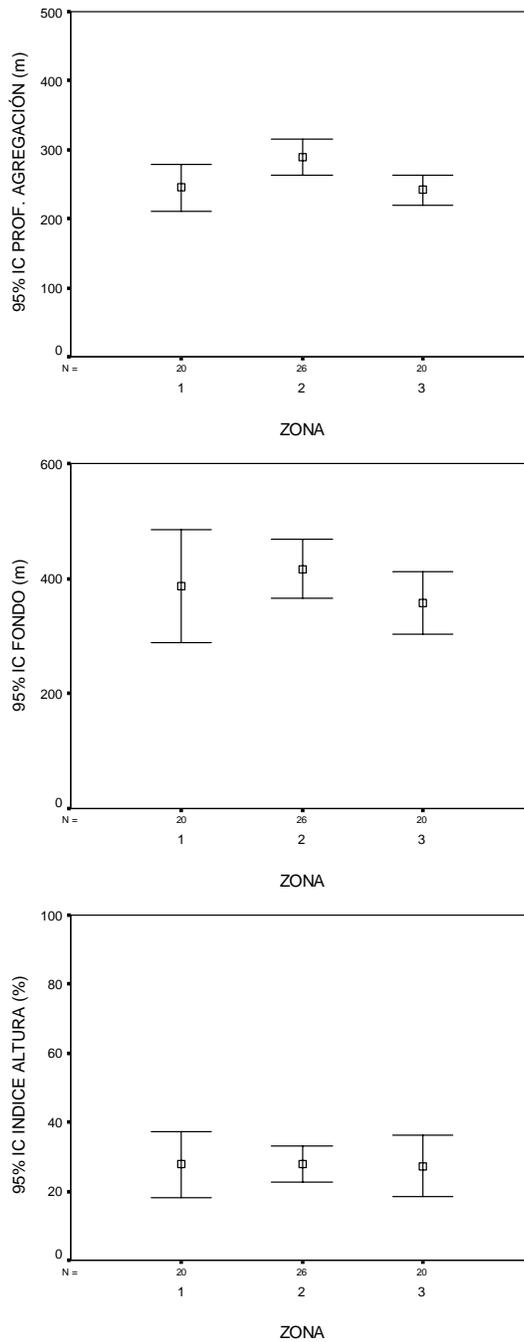
**Figura 53.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energ3a retrodispersada y densidad ac3stica seg3n cañ3n



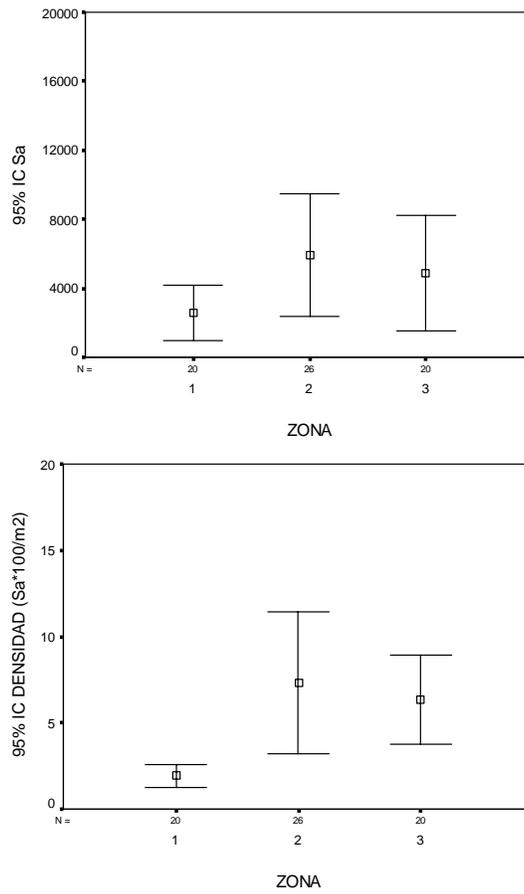
**Figura 54.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n segun zona.



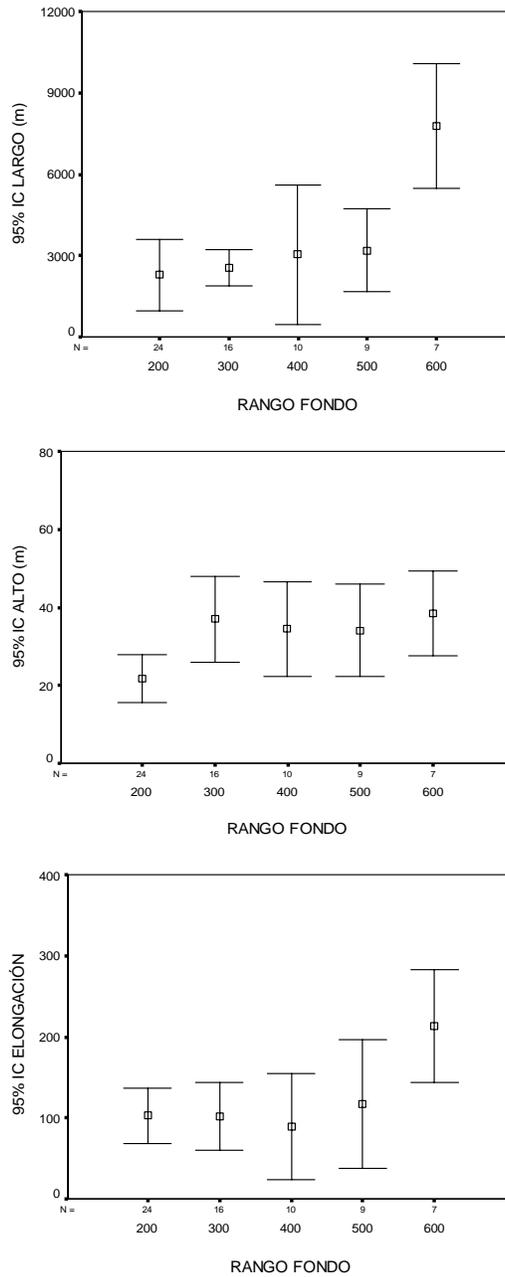
**Figura 55.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n zona.



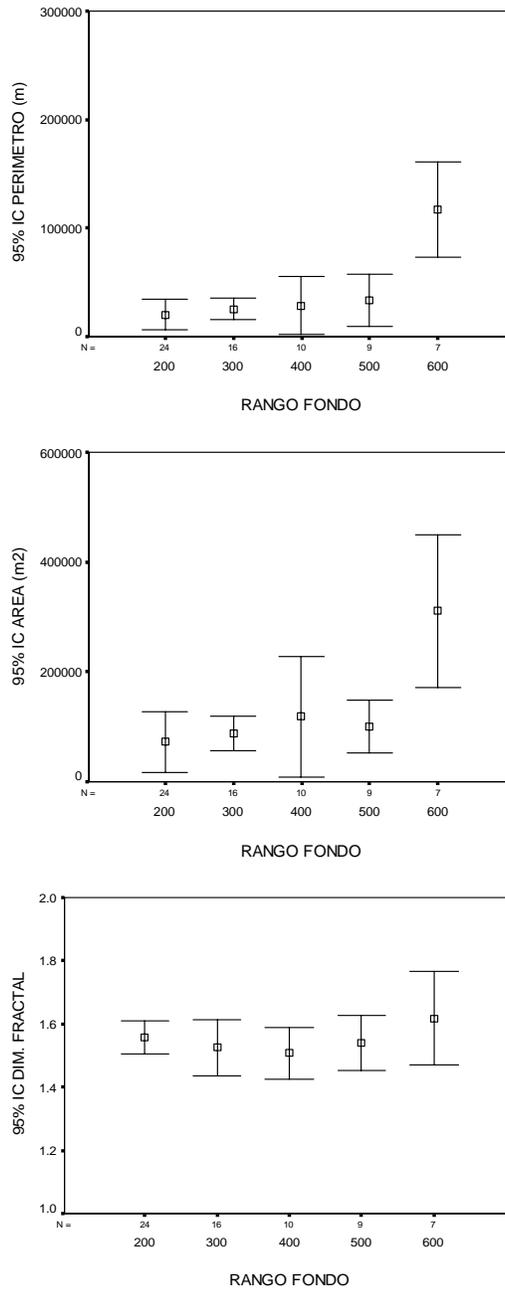
**Figura 56.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim6tricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 6ndice de altura seg6n zona.



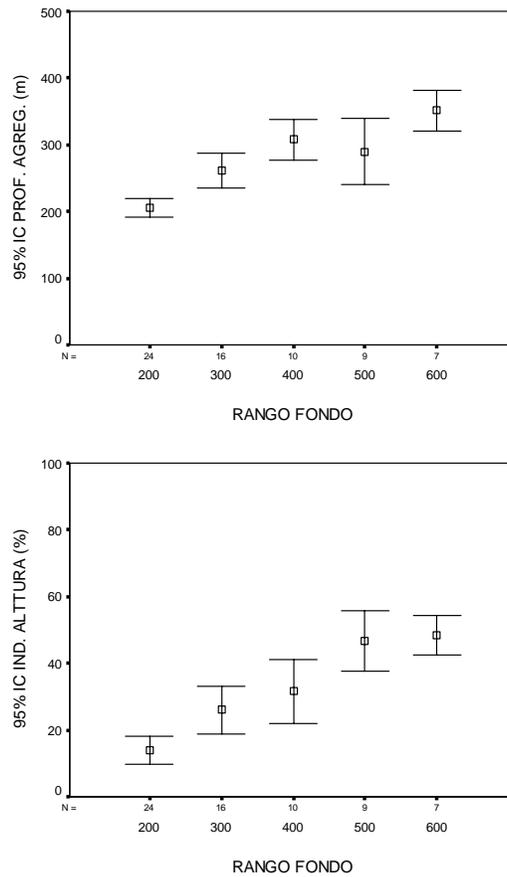
**Figura 57.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energí retrodispersada y densidad acústica según zona



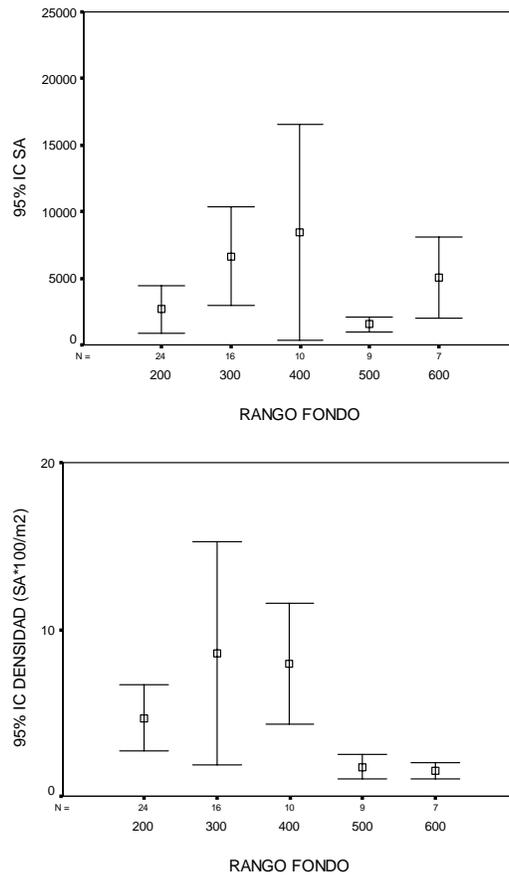
**Figura 58.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n rango de fondo.



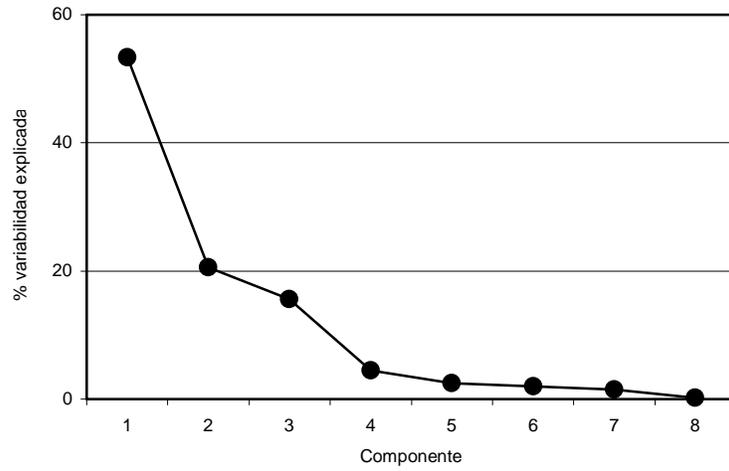
**Figura 59.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n rango de fondo.



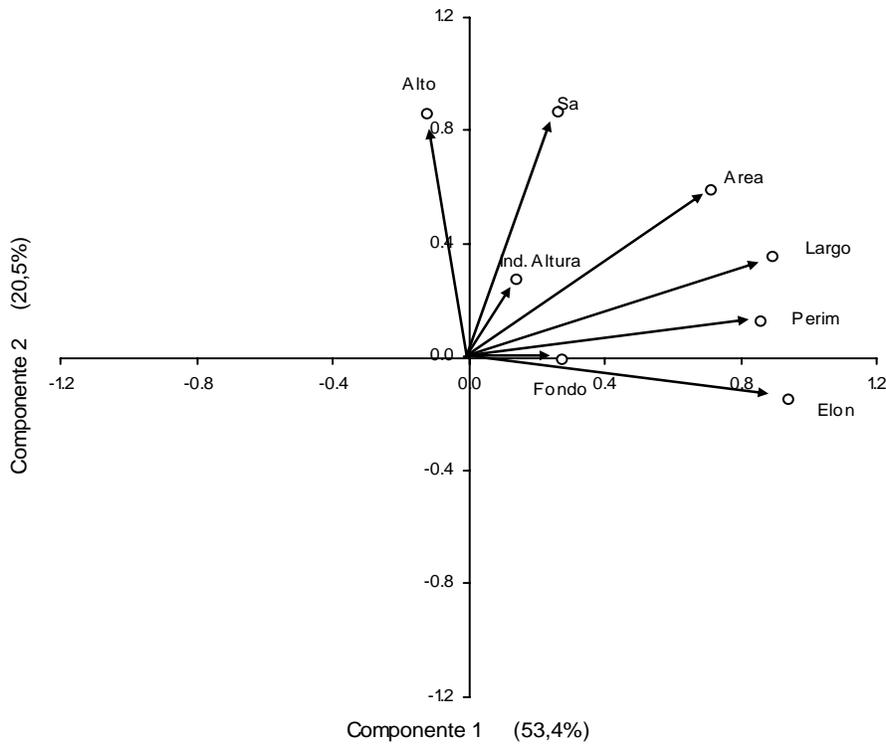
**Figura 60.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones e índice de altura según rango de fondo.



**Figura 61.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energa retrodispersada y densidad acstica segun rango de fondo.



**Figura 62.** Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.



**Figura 63.** Correlaci3n de las variables originales con los dos componentes.

# T A B L A S

---



**Tabla 1**

Estimaciones de biomasa y abundancia de merluza de cola. Cruceros de evaluaci3n directa 1992-2005.

<b>Año</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Especie</b>	<b>Biomasa (t)</b>	<b>Abundancia</b>
1992	FIP 92-02	Merluza de cola	591.000	-
1996	FIP 95-18	Merluza de cola	264.000	973.773.000
2000	FIP 2000-14	Merluza de cola	501.252	418.035.460
2001	FIP 2001-19	Merluza de cola	574.415	606.600.000
2002	FIP 2002-19	Merluza de cola	431.900	453.300.000
2003	FIP 2003-09	Merluza de cola	242.784	283.310.000
2004	FIP 2004-07	Merluza de cola	188.600	215.467.000
2005	FIP 2005-04	Merluza de cola	146.000	133.329.876

**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**

Calibraci3n del sistema de ecointegraci3n.

Localizaci3n: 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 °	Correcci3n S <sub>A</sub> : -0,79 dB
Longitud de pulso (ms): 1,024	Ganancia Ecosonda (dB): -23.,97



**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	02-08-2007	1510	4402,6	7514,4	1530	4401,55	7514,8	340	3,1	MA	18	660	2	680	2,6	97,1	0,3
2	02-08-2007	2340	4416,1	7449,6	4	4414,8	7449,8	0	3,4	MA		43500		43500		100,0	
3	03-08-2007	1340	4357,3	7515,2	1725	4408,4	7514,4	220	3,2	MA	850	4000	150	5000	17,0	80,0	3,0
4	03-08-2007	2100	4417	7450	0026	4412	7500	340	3,3	MA	3916	800	35	4751	82,4	16,8	0,7
5	04-08-2007	1237	4448,7	7532,6	1406	4444,5	7530,5	0	3,1	MA	4800	2000		6800	70,6	29,4	
6	04-08-2007	1841	4415	7450	1920	4413	7449		3,2	MA	500	6500		7000	7,1	92,9	
7	04-08-2007	2046	4416	7449	2137	4413	7450	340	3,3	MA		20000		20000		100,0	
8	05-08-2007	0250	4405,3	7455,9	0531	4404,6	7504,3	300	3,2	MA	2000	1000		3000	66,7	33,3	
9	05-08-2007	0915	4410	7505	1225	4412	7451	90	3,3	MA	3000	1000		4000	75,0	25,0	
10	05-08-2007	1947	4417	7449	2034	4414	7450	350	3,3	MA		23000		23000		100,0	
11	05-08-2007	2239	4417	7450	0009	4411,7	7450	345	3,3	MA		27020		27020		100,0	
12	08-08-2007	0958	4520,2	7502,9	1246	4511,5	7506,1	340	3,8	MA	500	18000		18500	2,7	97,3	
13	08-08-2007	1417	4511,9	7505,9	1652	4512,2	7506,3	160	3,4	MA	400	600		1000	40,0	60,0	
14	08-08-2007	1826	4505,4	7510,1	1940	4505,1	7511,2	204	3,3	MA		60		60		100,0	
15	08-08-2007	1952	4501,9	7518,4	2007	4501,9	7519,6	270	3,6	MA		30		30		100,0	
16	09-08-2007	0904	4536,7	7532,4	922	4535,9	7532,1	21	4,6	MA			118	118			100,0
17	09-08-2007	1104	4525,4	7523,8	1123	4525,1	7524,9	290	3,3	MA			58	58			100,0
18	09-08-2007	1515	4448,8	7532,4	1536	4447,2	7532,6	0	4,5	MA	1860	140	180	2180	85,3	6,4	8,3
19	09-08-2007	2047	4415,7	7449,3	2151	4412,3	7449,8	10	3,7	MA	2300	22700		25000	9,2	90,8	
20	09-08-2007	2302	4413,5	7449,8	2317	4412,2	7451,41	359	4,2	MA	1500	28500		30000	5,0	95,0	
21	10-08-2007	0643	4413,2	7449,8	743	4411,2	7450,22	352	3,7	MA	440	21560		22000	2,0	98,0	
22	12-08-2007	1800	4700	7573,2	1838	4659,9	7574,8	270	3,1	MA			150	150			100,0
23	13-08-2007	0252	4620,9	7527,1	330	4619,5	7525,2	40	3	MA	300	27600	175	28075	1,1	98,3	0,6
24	13-08-2007	0500	4620,8	7527,1	743	4613,7	7530,5	40	3	MA	250	25500	35	25785	1,0	98,9	0,1
25	13-08-2007	1112	4625,1	7538,2	1129	4624,4	7538,1	0	3	MA			10	10			100,0
26	14-08-2007	0015	4620,6	7526,9	0050	4619,16	7525,55	45	3	MA	250	25500	5	25755	1,0	99,0	0,0
27	14-08-2007	0319	4620,16	7526,7	0520	4620,2	7528,6	20	4	MA	300	28200		28500	1,1	98,9	
28	14-08-2007	652	4620,8	7527	734	4616,3	7526,9	43	4,2	MA							
29	14-08-2007	1016	4604,9	7528	1051	4602,9	7528,5	359	4,4	MA			30	30			100,0
30	14-08-2007	1239	4552,28	7534,42	1253	4551,5	7534,1	20	3,8	MA			20	20			100,0



**Tabla 5**

Estimados totales de biomasa, lmites de confianza y densidad de merluza de cola.

M3todo	Area (mn <sup>2</sup> )	Biomasa (t)	Densidad (t*mn <sup>-2</sup> )
Geoestadístico TS=20,2*log(T)-73,1	1.773	162.779 [130.548 – 195.009]	91,8
Raz3n	2.245	167.028 [123.748 - 210.308]	74,4

**Tabla 6**

Estimados de abundancia de merluza de cola y participaci3n por sexo.

Sexo	Abundancia (N°)	Participaci3n (%)
Machos	76.400.773	47,4
Hembras	84.884.372	52,6
Total	161.285.145	100



**Tabla 7**

Parámetros de la relación peso - longitud de merluza de cola  
crucero de evaluaci3n agosto del 2007.

Sexo	Parámetros	Estimado
<b>Machos</b>	<b>a</b> intervalo	0,003829221 0,0023936 0,0052648
	<b>b</b> intervalo	2,929165642 2,8410626 3,0172687
	<b>N</b>	250
	<b>r<sup>2</sup></b>	0,960
<b>Hembras</b>	<b>a</b> intervalo	0,003195407 0,0021080 0,0042829
	<b>b</b> intervalo	2,97304587 2,8956448 3,0504469
	<b>N</b>	356
	<b>r<sup>2</sup></b>	0,964
<b>Ambos</b>	<b>a</b> intervalo	0,003226532 0,0024776 0,0039755
	<b>b</b> intervalo	2,970523347 2,9173457 3,0237010
	<b>N</b>	606
	<b>r<sup>2</sup></b>	0,967



**Tabla 8**

Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, machos crucero de evaluaci3n, 2007 (b=162.779).

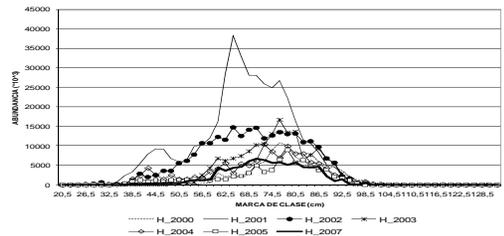
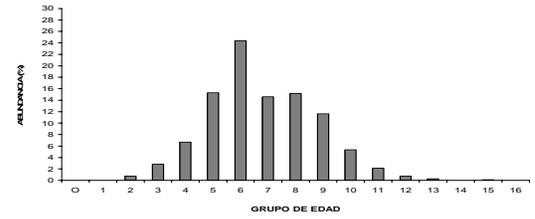
TALLAS (cm)	FREC.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20 - 21																		
22 - 23																		
24 - 25	141		141															
26 - 27	141		141															
28 - 29	1410																	
30 - 31	987			1410														
32 - 33	4703			987														
34 - 35	160409			4703														
36 - 37	1187228			160409														
38 - 39	186261			1187228														
40 - 41	255144			62087		124174												
42 - 43	758940			170096		85048												
44 - 45	859054					632450		126490										
46 - 47	1255415					797693		61361										
48 - 49	1429590					896725		358690										
50 - 51	1774111					1000713		428877										
52 - 53	2977717					665291		1108819										
54 - 55	2935202					1134368		1417961		141796		283592						
56 - 57	3903606					978401		1956802										
58 - 59	2967197					731926		2195778										
60 - 61	4680311							1186879		890159		593439						296720
62 - 63	5519758							2184145		936062		1560104						
64 - 65	7410188							788537		2759879		1971342						
66 - 67	6223329							520299		4763692		1587897						
68 - 69	5676124							478718		2872306		2393588						
70 - 71	5824673							1419031		3192820		354758		709516				
72 - 73	4429217							970779		2588744		1294372		323593				
74 - 75	4466515									2952811		738203		369101				
76 - 77	3658481							558314		1674943		1674943		558314				
78 - 79	3141215									731696		1829240		731696				
80 - 81	1235551							314122		942365		1256486		628243				
82 - 83	1067443											308888		617775				
84 - 85	1522921											533722		507607				
86 - 87	408161											507607		408161				
88 - 89	196089													196089				
90 - 91																		
92 - 93																		
94 - 95	212798																	
96 - 97																		
98 - 99																		
100 - 101																		
102 - 103																		
104 - 105																		
106 - 107																		
108 - 109																		
110 - 111																		
112 - 113																		
114 - 115																		
116 - 117																		
118 - 119																		
120 - 121																		
122 - 123																		
124 - 125																		
126 - 127																		
128 - 129																		
130 - 131																		
132 - 133																		
ABUNDANCIA (N°)	76329930	282	1586921	7046790	12822355	15626140	21449243	8794938	4416831	3295637	1077996	212798						
DESV. EST. (N°)			304622	941620	1565445	2049887	2357125	1700454	1265427	1130622	649314							
PORCENTAJE		0,00	2,08	9,23	16,80	20,47	28,10	11,52	5,79	4,32	1,41	0,28						
TALLA PROM. (cm)		25,50	36,78	49,48	56,43	65,20	67,79	75,22	74,77	77,83	75,85	94,50						
VARIANZA		1,00	2,32	21,73	24,73	16,47	33,86	26,30	38,67	47,66	38,64							
PESO PROM (g)		50,7	148,3	360,6	528,4	798,1	903,2	1.215,9	1.202,0	1.355,5	1.252,9	2.341,4						



**Tabla 9**

Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, hembras crucero de evaluaci3n, 2007 (b=162.779).

TALLAS (cm)	FREC.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20 - 21																		
22 - 23																		
24 - 25																		
26 - 27	240		240															
28 - 29	360		360															
30 - 31	959		959															
32 - 33	501			501														
34 - 35	8224			8224														
36 - 37	160863			160863														
38 - 39	326887			326887														
40 - 41	251729			143845	107884													
42 - 43	345166				345166													
44 - 45	336751				336751													
46 - 47	523862				449025	74837												
48 - 49	484287				423751	60536												
50 - 51	352357				281886	70471												
52 - 53	913375				304458	608916												
54 - 55	1175326				106848	854782		213696										
56 - 57	1257042				73944	665493	295775	221831										
58 - 59	1317112					478950	478950	359212										
60 - 61	4434789					2015813	1209488	806325	403163									
62 - 63	3603566					277197	554395	2771974										
64 - 65	4398310					274894	824683	2748944	274894		274894							
66 - 67	4652614						2326307	1744730		290788								
68 - 69	6040157					287627	1725759	2876265	575253		287627							
70 - 71	6689016						3168481	2816428		352053								
72 - 73	6354668						1466462	1955282	1955282	977641								
74 - 75	5541422						923570	1385356	461785	2770711								
76 - 77	5738174							2295269	1147635	1147635	1147635							
78 - 79	5149575							286088	3433050	572175	572175	286088						
80 - 81	5757643								1370867	2741735	1370867	274173						
82 - 83	4551524								1706822	568941	853411	1137881	284470					
84 - 85	4511850									1315956	1691944	563981						
86 - 87	4681357							187994	751975									
88 - 89	2131024									1560452	2229218	668765	222922					
90 - 91	981023									266378	1331890	532756						
92 - 93	1439203										98102	392409	294307	98102				
94 - 95	86755											319823	479734	479734	159911			
96 - 97	73551												86755					
98 - 99	460851												460851					
100 - 101																		
102 - 103	73551																	
104 - 105																		
106 - 107																		
108 - 109																		
110 - 111																		
112 - 113																		
114 - 115																		
116 - 117																		
118 - 119																		
120 - 121																		
122 - 123																		
124 - 125																		
126 - 127																		
128 - 129																		
130 - 131																		
132 - 133																		
ABUNDANCIA (N°)	84805663	1558	640320	2429712	5669518	12973870	20669394	12371515	12852092	9857762	4527930	1829039	651387	233462				98102
DES.V. EST. (N°)			200047	490331	1032830	1818513	2195882	1810361	1842941	1486060	1003062	477738	279566	163507				101318
PORCENTAJE		0,00	0,76	2,87	6,69	15,30	24,37	14,59	15,15	11,62	5,34	2,16	0,77	0,28				0,12
TALLA PROM. (cm)		29,42	38,39	47,61	58,36	67,61	68,46	76,71	78,68	82,52	84,14	91,50	92,65	95,65				90,50
VARIANZA		2,23	2,13	16,12	19,52	20,77	30,39	31,24	28,85	30,24	29,47	28,84	2,39	21,58				0,00
PESO PROM (g)		74,9	164,6	317,2	578,7	893,3	932,3	1.303,1	1.402,8	1.614,9	1.709,6	2.189,1	2.251,2	2.490,0				2.097,6





**Tabla 10**

Abundancia por grupos de edad y desviaci3n est3andar, merluza de col. crucero de evaluaci3n 2007.

GE	Machos		Hembras		Ambos sexos	
	N3mero	s.d.	N3mero	s.d.	N3mero	Desv. Est.
I	282	0	1.558	0	1.840	
II	1.586.921	304.622	640.320	200.047	2.227.240	278607
III	7.046.790	941.620	2.429.712	490.331	9.476.502	849094
IV	12.822.355	1.565.445	5.669.518	1.032.830	18.491.873	1423491
V	15.626.140	2.049.887	12.973.870	1.818.513	28.600.010	1948336
VI	21.449.243	2.357.125	20.669.394	2.195.882	42.118.637	2279422
VII	8.794.938	1.700.454	12.371.515	1.810.361	21.166.453	1765524
VIII	4.416.831	1.265.427	12.852.092	1.842.941	17.268.923	1713854
IX	3.295.637	1.130.622	9.857.762	1.486.060	13.153.399	1405469
X	1.077.996	649.314	4.527.930	1.003.062	5.605.926	945374
XI	212.798	0	1.829.039	477.738	2.041.838	452158
XII	0	0	651.387	279.566	651.387	279566
XIII			233.462	163.507	233.462	163507
XIV			0	0	0	
XV			98.102	101.318	98.102	101318
XVI					0	

**Tabla 11**

Características del stock de merluza de cola en las siete 3ltimas evaluaciones directas efectuadas en la zona sur – austral.

Merluza de cola							
A3os	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007
B	501.252	574.415	431.900	242.784	188.600	146.000	162.779
A (x10 <sup>6</sup> )	418	656	453	237	231	133	161
wprom (g)	1199	876	953	1023	818	1095	1010
Proporci3n (%) M:H en n3mero	76 :24	36 : 64	45 : 55	35 : 65	58 : 42	39 : 61	47 : 53
Proporci3n (%) M:H en peso	70 : 30	32 : 68	39 : 61	31 : 69	48 : 52	33 : 67	39 : 61

B=biomasa (t)

A=Abundancia (n3 de ejemplares)

wprom= (B/A)



**Tabla 12**  
Fracci3n de merluza de cola maduros seg3n GE y sexo.

Merluza de cola	Grupo Edad													
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	
FMM	0,20	0,52	0,56	0,84	0,90	0,96	1,00	1,00	1,00					
FHM	0,00	0,41	0,49	0,73	0,84	0,92	0,98	0,97	0,95	0,90	1,00	1,00	1,00	

FMM = Fracci3n Machos Maduros                      FHM = Fracci3n Hembras Maduras

**Tabla 13**  
3ndices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, entre el 2 y el 14 de agosto de 2007. LT, longitud total; EMS, estadio de madurez sexual; IGS, 3ndice gonadosom3tico; Prom, promedio.

Per3odo	N lances	N peces	LT	EMS 3	EMS 4	EMS 5	IGS	IGS
agosto			Prom.	%	%	%	Prom.	Desv. Est.
2 al 4	5	104	71,38	70,19	17,3	2,88	10,03	5,8
5 al 8	4	79	71,19	70,89	16,46	2,53	11,06	13,1
13 al 14	3	74	74,39	48,65	50	1,35	16,76	7,1

**Tabla 14**  
Par3metros del ajuste a un modelo no lineal mediante un proceso iterativo para estimar la talla media de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2007.

Par3metro	estimado	Error est3ndar asint3tico	As3ntota 95%	
			Intervalo de confianza	
			Inferior	Superior
B0	10,8124	2,0679	6,5891	15,3578
B1	-0,2289	0,0433	-0,3174	-0,14047
<b>Talla 50% = 47,22</b>				
<b>L3mite de confianza superior = 46,83</b>				
<b>L3mite de confianza superior = 47,61</b>				



**Tabla 15**

Proporci3n estimada de individuos maduros y l3mites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2007.

<b>LT</b>	<b>Prop. Maduros</b>	<b>L3mite Inferior</b>	<b>L3mite Superior</b>
38	0	0,02	0,20
40	0	0,06	0,27
42	0,33	0,12	0,35
44	0,33	0,21	0,44
46	0,33	0,33	0,54
48	0,50	0,44	0,65
50	1	0,55	0,76
52	0,75	0,64	0,86
54	1	0,72	0,93
56	0,57	0,79	0,97
58	0,60	0,85	1,00
60	1	0,89	1,01
62	0,87	0,92	1,01
64	1	0,95	1,01
66	0,90	0,96	1,01
68	1	0,98	1,01
70	1	0,98	1,01
72	1	0,99	1,00
74	1	0,99	1,00
76	1	1,00	1,00
78	1	1,00	1,00
80	1	1,00	1,00
82	1	1,00	1,00
84	1	1,00	1,00
86	1	1,00	1,00
88	1	1,00	1,00
90	1	1,00	1,00
92	1	1,00	1,00
94	1	1,00	1,00
96	1	1,00	1,00
98		1,00	1,00
100	1	1,00	1,00
102		1,00	1,00
104	1	1,00	1,00



**Tabla 16**

Fecundidad promedio y fecundidad relativa estimadas en estudios realizados en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, a1os 1996 a 2007.

<b>A1o</b>	<b>Fecundidad</b>	<b>Fecundidad relativa (ovocitos/g)</b>	<b>Fuente</b>
Agosto- sept. 1996	444.798	188	Chong (2000)
Agosto 2001	261.593	262	Lillo <i>et al.</i> (2002)
Julio-agosto 2002	701.431	509	Lillo <i>et al.</i> (2003)
Agosto 2003	363.041	237	Lillo <i>et al.</i> (2004)
Agosto- sept. 2004	375.906	317	Lillo <i>et al.</i> (2005)
Agosto 2005	631.421	477	C3rdova <i>et al.</i> (2006)
Agosto 2007	625.709	537	Presente estudio



**Tabla 17**

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

Nombre com3n	Nombre cient3fico	Captura total (kg)	Participaci3n (%)
Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>	23184	6,59
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	327870	93,14
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	40	<0,1
Reineta	<i>Brama australis</i>	837	0,24
Cojinoba azul	<i>Seriolella punctata</i>	90	<0,1
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	1	<0,1

**Tabla 18**

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

Nombre com3n	Nombre cient3fico	Captura total (kg)	Participaci3n (%)
Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>	23184	95,99
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	40	0,17
Reineta	<i>Brama australis</i>	837	3,47
Cojinoba azul	<i>Seriolella punctata</i>	90	0,37
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	1	<0,1

**Tabla 19**

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

C3digo	Nombre com3n	Nombre com3n	CRUCEROS						
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007
MAU	Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>	2059	3946	4885	169	84	426	682
MIA	Merluza de tres aletas	<i>Micromesistius australis</i>	100	10616			517	687	
MMA	Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	6126	6014	8140	1297	399	2933	7128
SA	Br3tula	<i>Salilota australis</i>	2						
GB	Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	85	31	31		2	2	10
BA	Reineta	<i>Brama australis</i>				6	5	22	38
SP	Cojinoba azul	<i>Seriolella punctata</i>	10	101	104		12		45
DG	Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>				135	49		1
SC	Cojinoba del sur	<i>Seriolella caerulea</i>	104	36	128	13	7	17	



**Tabla 20**  
Indicadores del contenido estomacal de merluza de cola total. (Agosto 2007).

Ítem presa	Numérico	Gravimétrico	Frecuencia	%IIR
CRUSTACEA	52,81	11,89	34,38	43,67
Crustáceos n.i	52,81	11,89	34,38	43,67
MOLLUSCA	1,12	<0,01	3,13	<0,01
Cefalópodos n.i	1,12	<0,01	3,13	<0,01
SALPIDAE	32,59	7,28	43,75	27,78
Salpas	32,59	7,28	43,75	27,78
PISCES	11,24	80,58	15,63	28,17
Teleósteos n.i	11,24	80,58	15,63	28,17
% Total	100	100	103,14	100
Total	89	312,39	32	6092,81

n.i = no identificado



**Tabla 21**

Índice de importancia relativa (%IIR) de merluza de cola en los cruceros período 2001 – 2007.

Ítem presa	%IIR					
	2001 Ago-Sept.	2002 Julio	2003 Agosto	2004 Agosto	2005 Agosto	2007 Agosto
<b>CRUSTACEA</b>	<b>7,01</b>	<b>57,42</b>	<b>57,38</b>	<b>38,81</b>	<b>35,48</b>	<b>29,80</b>
Anfípodos				<0,01		
<b>Crustáceos</b>	5,43	8,22	5,99	4,36	1,54	<b>2,90</b>
<b>Anomura</b>						<b>26,90</b>
<i>Euphausia mucronata</i>	0,66	45,22	33,87	31,36	33,94	
Hyperiididae (Amphipoda)	0,10	0,05				
<i>Pasiphaea doffleini</i> (camar3n)	0,82	3,93	17,52	3,08		
<b>CTENOPHORA</b>	<b>0,13</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Ctenophora	0,13					
<b>MOLLUSCA</b>	<b>0,00</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,08</b>
<b>Cefal3podo</b>				<0,01		<b>0,08</b>
<i>Loligo</i> sp.		<0,01		<0,01		
<b>SALPIDAE</b>	<b>85,15</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>38,29</b>
Salpas (Thaliacea)	85,15					38,29
<b>SIPHONOPHORA</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Siphonophora	<0,01					
<b>TELEOSTEI</b>	<b>7,68</b>	<b>42,57</b>	<b>42,62</b>	<b>61,2</b>	<b>64,51</b>	<b>31,50</b>
<i>Diaphus</i> sp.(mict3fido)	0,11		0,99	2,97		
<i>Electrona</i> sp. (mict3fido)			0,38			
<i>Lampanyctus</i> sp. (mict3fido)			21,34			
<i>Maurolicus muelleri</i>			5,90	13,00		
Merluza de cola	2,47	13,89		1,67	60,35	
Merluza tres aletas	0,13				0,054	
Mict3fido	2,91	23,09				
Tele3steos	2,06	5,59	14,01	43,56	4,11	<b>31,50</b>
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



**Tabla 22**

Índice estandarizado de Levin ( $B_i$ ) para merluza de cola en el área de estudio

<b>Presa</b>	<b><math>P_{ij}</math></b>	<b><math>P^2_{ij}</math></b>
CRUSTACEA	0,53	0,279
MOLLUSCA	0,01	0,000
SALPIDAE	0,31	0,099
TELEOSTEI	0,11	0,013
<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>0,385</b>
<b>n</b>	<b>4</b>	
<b><math>B_i</math></b>	<b>0,520</b>	



**Tabla 23**

Valores promedio, m3ximo, m3nimo, n3mero de observaciones (N), desviaci3n estandar (D.S.) y coeficiente de variaci3n (C.V.) de los descriptores morfol3gicos, batim3tricos y de energa de las agregaciones de merluza de cola.

Variable	Media	M3nimo	M3ximo	N	Desvest	C.V.
Largo (m)	3.170,1	85,2	13.185,8	66	3.050,5	0,96
Alto (m)	30,8	4,5	73,8	66	17,3	0,56
Elongaci3n	114,0	6,1	362,5	66	89,5	0,79
Perimetro (m)	34.830,5	583,0	156.889,0	66	42.780,8	1,23
Area (m <sup>2</sup> )	112.201,7	1.140,1	563.610,2	66	133.401,4	1,19
Dim. Fractal	1,55	1,21	1,79	66	0,14	0,09
Prof. Agreg (m)	261,5	147,0	393,2	66	65,2	0,25
Prof. Fondo (m)	389,4	177,5	833,0	66	154,5	0,40
Indice altura (%)	27,7	1,2	61,3	66	17,1	0,62
Sa	4.600,8	90,0	34.925,6	66	7.058,3	1,53
Densidad (Sa*100/m <sup>2</sup> )	5,4	0,6	51,2	66	7,4	1,37



**Tabla 24**

Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparaci3n de los valores medios de los descriptores en zona dentro y fuera ca3ones

variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
LNLARGO	Inter-grupos	4,0	1	3,97	4,26	0,043
	Intra-grupos	59,6	64	0,93		
	Total	63,6	65			
LNALTO	Inter-grupos	0,7	1	0,75	2,00	<b>0,162</b>
	Intra-grupos	23,9	64	0,37		
	Total	24,7	65			
LNELON	Inter-grupos	1,2	1	1,22	1,54	<b>0,220</b>
	Intra-grupos	51,0	64	0,80		
	Total	52,2	65			
LNPERIM	Inter-grupos	8,2	1	8,18	5,91	0,018
	Intra-grupos	88,6	64	1,38		
	Total	96,7	65			
LNAREA	Inter-grupos	8,7	1	8,66	4,59	0,036
	Intra-grupos	120,7	64	1,89		
	Total	129,4	65			
LNDFRAC	Inter-grupos	0,0	1	0,00	0,34	<b>0,562</b>
	Intra-grupos	0,2	64	0,00		
	Total	0,2	65			
Lnprofcard	Inter-grupos	0,2	1	0,2	2,7	<b>0,107</b>
	Intra-grupos	3,9	64	0,1		
	Total	4,1	65			
LNFONDO	Inter-grupos	0,9	1	0,92	6,58	0,013
	Intra-grupos	8,9	64	0,14		
	Total	9,8	65			
LNINDALT	Inter-grupos	4,6	1	4,57	6,79	0,011
	Intra-grupos	43,0	64	0,67		
	Total	47,6	65			
LNSA	Inter-grupos	11,6	1	11,55	5,11	0,027
	Intra-grupos	144,7	64	2,26		
	Total	156,3	65			
LNDENS	Inter-grupos	0,2	1	0,21	0,37	<b>0,546</b>
	Intra-grupos	36,8	64	0,58		
	Total	37,0	65			



**Tabla 25**

Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparaci3n de los valores medios de los descriptores entre cañones

variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
LNLARGO	Inter-grupos	7,0	2	3,51	2,68	<b>0,088</b>
	Intra-grupos	34,1	26	1,31		
	Total	41,1	28			
LNALTO	Inter-grupos	2,1	2	1,03	3,38	<b>0,050</b>
	Intra-grupos	7,9	26	0,30		
	Total	10,0	28			
LNELON	Inter-grupos	12,7	2	6,35	6,93	0,004
	Intra-grupos	23,8	26	0,92		
	Total	36,5	28			
LNPÉRIM	Inter-grupos	14,5	2	7,23	4,19	0,026
	Intra-grupos	44,9	26	1,73		
	Total	59,3	28			
LNAREA	Inter-grupos	5,2	2	2,61	1,10	<b>0,348</b>
	Intra-grupos	61,9	26	2,38		
	Total	67,1	28			
LNDFRAC	Inter-grupos	0,0	2	0,02	8,52	0,001
	Intra-grupos	0,1	26	0,00		
	Total	0,1	28			
Lnprofcard	Inter-grupos	0,2	2	0,1	1,7	<b>0,208</b>
	Intra-grupos	1,6	26	0,1		
	Total	1,9	28			
LNFONDO	Inter-grupos	0,6	2	0,31	2,42	<b>0,109</b>
	Intra-grupos	3,3	26	0,13		
	Total	4,0	28			
LNINDALT	Inter-grupos	2,7	2	1,36	3,37	<b>0,050</b>
	Intra-grupos	10,5	26	0,41		
	Total	13,3	28			
LNNSA	Inter-grupos	5,7	2	2,85	1,29	<b>0,293</b>
	Intra-grupos	57,5	26	2,21		
	Total	63,2	28			
LNDENS	Inter-grupos	6,7	2	3,33	6,05	0,007
	Intra-grupos	14,3	26	0,55		
	Total	20,9	28			



**Tabla 26**

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

variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
LNLARGO	Inter-grupos	1,6	2	0,79	0,80	<b>0,453</b>
	Intra-grupos	62,0	63	0,98		
	Total	63,6	65			
LNALTO	Inter-grupos	0,7	2	0,36	0,94	<b>0,396</b>
	Intra-grupos	23,9	63	0,38		
	Total	24,7	65			
LNELON	Inter-grupos	4,3	2	2,17	2,85	<b>0,065</b>
	Intra-grupos	47,9	63	0,76		
	Total	52,2	65			
LNPERIM	Inter-grupos	2,7	2	1,35	0,91	<b>0,409</b>
	Intra-grupos	94,0	63	1,49		
	Total	96,7	65			
LNAREA	Inter-grupos	0,2	2	0,12	0,06	<b>0,944</b>
	Intra-grupos	129,1	63	2,05		
	Total	129,4	65			
LNDFRAC	Inter-grupos	0,0	2	0,00	1,25	<b>0,294</b>
	Intra-grupos	0,2	63	0,00		
	Total	0,2	65			
Lnprofcard	Inter-grupos	0,5	2	0,2	4,3	0,018
	Intra-grupos	3,6	63	0,1		
	Total	4,1	65			
LNFONDO	Inter-grupos	0,4	2	0,19	1,30	<b>0,280</b>
	Intra-grupos	9,4	63	0,15		
	Total	9,8	65			
LNINDALT	Inter-grupos	0,7	2	0,37	0,49	<b>0,614</b>
	Intra-grupos	46,9	63	0,74		
	Total	47,6	65			
LNSA	Inter-grupos	12,3	2	6,15	2,69	<b>0,075</b>
	Intra-grupos	144,0	63	2,29		
	Total	156,3	65			
LNDENS	Inter-grupos	7,5	2	3,75	7,99	0,001
	Intra-grupos	29,5	63	0,47		
	Total	37,0	65			



**Tabla 27**

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	17,9	7	2,56	3,26	0,006
	Intra-grupos	45,6	58	0,79		
	Total	63,6	65			
LNALTO	Inter-grupos	5,4	7	0,78	2,35	0,035
	Intra-grupos	19,2	58	0,33		
	Total	24,7	65			
LNELON	Inter-grupos	7,3	7	1,05	1,35	<b>0,243</b>
	Intra-grupos	44,9	58	0,77		
	Total	52,2	65			
LNPERIM	Inter-grupos	37,3	7	5,33	5,20	0,000
	Intra-grupos	59,4	58	1,02		
	Total	96,7	65			
LNAREA	Inter-grupos	41,1	7	5,87	3,86	0,002
	Intra-grupos	88,3	58	1,52		
	Total	129,4	65			
LNDFRAC	Inter-grupos	0,0	7	0,01	1,99	<b>0,072</b>
	Intra-grupos	0,2	58	0,00		
	Total	0,2	65			
Lnprofcard	Inter-grupos	2,5	7	0,4	13,5	0,000
	Intra-grupos	1,6	58	0,0		
	Total	4,1	65			
LNFONDO	Inter-grupos	9,4	7	1,34	182,35	0,000
	Intra-grupos	0,4	58	0,01		
	Total	9,8	65			
LNINDALT	Inter-grupos	21,9	7	3,13	7,08	0,000
	Intra-grupos	25,7	58	0,44		
	Total	47,6	65			
LNSA	Inter-grupos	33,7	7	4,81	2,28	<b>0,041</b>
	Intra-grupos	122,6	58	2,11		
	Total	156,3	65			
LNDENS	Inter-grupos	8,8	7	1,25	2,57	0,022
	Intra-grupos	28,3	58	0,49		
	Total	37,0	65			



**Tabla 28**

Matriz de correlaciones entre las variables originales

	Largo	Alto	Elon	Perim.	Area	D.Frac	Prof.Agr.	Fondo	Ind.Alt.	Sa	Dens.
Largo	1										
Alto	0,278	1									
Elongación	0,786	-0,225	1								
Perimetro	0,858	0,174	0,749	1							
Area	0,932	0,517	0,549	0,742	1						
Dim. Fractal	0,106	-0,559	0,515	0,420	-0,113	1					
Prof. Agreg.	0,222	-0,025	0,252	0,381	0,152	0,287	1				
Prof. Fondo	0,431	0,261	0,295	0,507	0,414	0,086	0,739	1			
Indice altura	0,420	0,483	0,165	0,389	0,466	-0,185	0,203	0,774	1		
Sa	0,488	0,574	0,158	0,271	0,615	-0,373	-0,100	0,057	0,254	1	
Densidad	-0,236	0,190	-0,348	-0,270	-0,149	-0,414	-0,081	-0,164	-0,094	0,377	1

**Tabla 29**

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	4,27	1,64	1,25	0,36	0,20	0,16	0,12	0,01
% variabilidad	53,38	20,53	15,60	4,46	2,47	1,95	1,46	0,15
% acumulado	53,38	73,91	89,51	93,97	96,44	98,39	99,85	100

**Tabla 30**

Correlaciones de las variables originales con los componentes principales

variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	0,89	0,35	0,22
Alto	-0,12	0,86	0,36
Elongación	0,94	-0,15	0,04
Perímetro	0,86	0,13	0,31
Área	0,71	0,59	0,25
Prof. Fondo	0,28	-0,01	0,91
Indice Altura	0,14	0,27	0,89
Sa	0,27	0,87	-0,07

# ANEXOS

---

# A N E X O 1

---

## **Plan Detallado de Asignación de Personal Profesional y Técnico (HH)**

---



• **INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Sergio Lillo V.	215	180	70	50	515
Renato Cespedes M.	48	320	80	40	488
Roberto Bahamondes F.	45	110	10	10	175
Patricia Rojas af	0	180	50	40	270
Alvaro Saavedra G.	0	270	60	40	370
Jose Cordova M.	90	60	25	20	195
Hernan Miranda P.	0	55	40	20	115
Juan Saavedra N.	0	60	45	20	125
Esteban Molina G.	0	170	25	20	215
Carolina Lang A.	0	120	20	60	200
Francisco Leiva M.	135	0	0	0	135
H3ctor Hidalgo V.	0	465	50	60	575
Luis Cid M.	0	400	45	20	465
Luis Adasme M.	45	46	47	48	186
Manuel Rojas G.	0	330	20	25	375
Julio Uribe A.	135	0	0	0	135
Jos3 Soto P.	135	0	0	0	135
Oscar Nancul P.	135	0	0	0	135
Demetrio Diaz B.	135	0	0	0	135
Cecilia Bravo M.	0	0	130	0	130
<b>TOTAL</b>	<b>1118</b>	<b>2766</b>	<b>717</b>	<b>473</b>	<b>5074</b>



• **UNIVERSIDAD DE VALPARAISO**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Fernando Balbont3n C.	0	20	80	50	150
Ricardo Bravo	10	50	30	20	110
Paola Troncoso	0	70	20	10	100
Luis Rodr3guez	10	230	10	0	250
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>370</b>	<b>140</b>	<b>80</b>	<b>610</b>

**OBJETIVO 3.1**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Sergio Lillo V.	215	180	70	50	515
Roberto Bahamondes F.	45	110	10	10	175
Jose Cordova M.	90	60	25	20	195
Carolina Lang A.	0	120	20	60	200
Francisco Leiva M.	135	0	0	0	135
Manuel Rojas G.	0	240	20	25	285
Juan Saavedra N.	0	30	25	10	65
<b>TOTAL</b>	<b>485</b>	<b>740</b>	<b>170</b>	<b>175</b>	<b>1570</b>

**OBJETIVO 3.2**

PERSONAL	ACTIVIDAD				
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Renato Cespedes M.	48	320	80	40	488
Demetrio Diaz B.	135	0	0	0	135
Cecilia Bravo M.	0	130	0	0	130
H3ctor Hidalgo V.	0	465	50	60	575
Luis Cid M.	0	400	45	20	465
Luis Adasme M.	45	186	30	20	281
Hernan Miranda P.	0	40	20	10	70
Oscar Nancul P.	135	0	0	0	135
Juan Saavedra N.	0	30	20	10	60
<b>TOTAL</b>	<b>363</b>	<b>1571</b>	<b>245</b>	<b>160</b>	<b>2339</b>



### OBJETIVO 3.3

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	
Fernando Balbont3n C.	0	20	80	50	150
Ricardo Bravo	10	50	30	20	110
Paola Troncoso	0	70	20	10	100
Luis Rodriguez	10	230	10	0	250
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>370</b>	<b>140</b>	<b>80</b>	<b>610</b>

### OBJETIVO 3.4

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	
Hernan Miranda P.	0	15	20	10	45
Esteban Molina G.	0	170	25	20	215
Manuel Rojas G.	0	90	0	0	90
Jos3 Soto P.	135	0	0	0	135
<b>TOTAL</b>	<b>135</b>	<b>275</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>485</b>

### OBJETIVO 3.5

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	
Patricia Rojas af	0	180	50	40	270
Julio Uribe A.	135	0	0	0	135
<b>TOTAL</b>	<b>135</b>	<b>180</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>405</b>

### OBJETIVO 3.6

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	
Alvaro Saavedra G.	0	270	60	40	370
Manuel Rojas G.	0	45			45
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>315</b>	<b>60</b>	<b>40</b>	<b>415</b>

## A N E X O 2

---

**CD contiene:**

- Informe Final (pdf)
  - Resumen Ejecutivo (word)
- Proyecto FIP N° 2007-13**
-





---

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

---