



**INFORME FINAL**

Evaluación hidroacústica de  
merluza común, año 2008

FIP N° 2008-14 / Julio-2009



**INFORME FINAL**  
Evaluación hidroacústica de  
merluza común, año 2008  
FIP N° 2008-14 / Julio-2009

**REQUIRENTE**

**FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA**

Presidente Consejo de Investigación Pesquera:  
**Jorge Chocair Santibáñez**

**EJECUTOR**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP**

Jefe División Investigación Pesquera  
**Mauricio Braun Alegría**

Director Ejecutivo  
**Mauricio Braun Alegría**

**JEFE DE PROYECTO**

Sergio Lillo Vega



## **AUTORES**

### ***BIOMASA, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN***

Sergio Lillo Vega  
Esteban Molina Paredes  
Juan Saavedra Nievas

### ***ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA***

Juan Olivares Cayul  
Juan Saavedra Nievas

### ***DINÁMICA REPRODUCTIVA***

Eduardo Díaz Ramos

### ***FAUNA ACOMPAÑANTE***

Esteban Molina Paredes  
Sergio Lillo Vega

### ***OCEANOGRAFÍA FÍSICA***

Sergio Núñez Elías  
Eduardo Navarro Vallejos  
Sebastián Vásquez Pastene  
Rubén Alarcón Muñoz  
Aquiles Sepúlveda Oróstica

### ***ICTIOPLANCTON***

Mauricio Braun Alegría

### ***CARACTERÍSTICA DE LOS CARDÚMENES***

Álvaro Saavedra Godoy



## RESUMEN EJECUTIVO

---

Este documento contiene el Informe Final del proyecto FIP N° 2008-14 "Evaluaci3n hidroacústica de merluza común, ańo 2008".

El objetivo general del proyecto fue evaluar el stock de la merluza común (*Merluccius gayi gayi*) y estimar las características biológicas, pesqueras y oceanográficas relevantes del recurso. Metodológicamente, se realizó un crucero de prospecci3n entre el 01 de agosto y el 10 de septiembre del 2008, que cubri3 una zona de ~13.000 millas náuticas cuadradas que correspondieron al área de la plataforma continental comprendidas entre las latitudes 29°10'S y los 42°00'S y desde la costa hasta el veril de los 500 metros de profundidad. Dentro del crucero se efectuaron 78 transectas de muestreo acústico, 89 estaciones oceanográficas y 153 lances de pesca de identificaci3n.

De acuerdo a los resultados, se puede en términos globales, seńalar que el tamańo del stock de merluza común mostr3 una leve recuperaci3n, pero que a ún se encuentra dentro de los niveles m ás bajos de la última d écada, con una estructura demográfica deteriorada compuesta principalmente por ejemplares pertenecientes a la fracci3n juvenil del stock.

Un cambio importante en la estructura de la comunidad demersal de la zona centro-sur, lo constituy3 el hecho de que a pesar del estado del stock de merluza común, esta mantuvo su posici3n de especie mas importante dentro de la estructura de especies en la zona de estudio, lugar del que hab ía sido desplazada por la jibia durante los ańos 2004 y 2005.



Los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto se~alan biomasa de 313.778 toneladas que represent3 un aumento del 12,7% en comparaci3n al a~o 2007 y del 17,6% en relaci3n al a~o 2006, pero que a~n se ubica dentro de los niveles m3s bajos de las estimaciones efectuadas entre los a~os 1993 y 2007.

En t3rminos del tama~o del stock, la abundancia de merluza com~n se estim3 en 1.636.309.370 ejemplares de los cuales 651.466.531 (39,8%) correspondieron a machos y 984.842.838 (60,2%) a hembras. En t3rminos de las subzonas en que se dividi3 el 3rea de estudio, la subzona 1 (29°10'S-31°24'S) contribuy3 con 86.148.672 ejemplares y represent3 el 5,3% del stock evaluado, en tanto que las subzonas localizadas hacia el sur aportaron con 545.200.100 (31°25'S-35°30'S), 675.935.765 (35°31'S-38°40'S) y 329.024.832 (38°40'S-42°00'S) ejemplares que significaron el 33,3; 41,3 y 20,1 % del stock evaluado.

Estos bajos niveles de biomasa, estuvieron acompa~ados de una estructura demogr3fica compuesta por un rango estrecho de edades y que correspondieron a ejemplares que en el 79,9% de las hembras y el 96,7% de los machos a~n no hab3an alcanzado la talla media de primera madurez sexual estimada para el stock de merluza com~n.

El an3lisis de los indicadores reproductivos se sustent3 de 2.901 ejemplares muestreados en 138 lances de identificaci3n, de los cuales, 1.809 ovarios fueron sometidos a un procesamiento histol3gico. Los ejemplares presentaron una estructura de tama~os que fluctu3 entre 11 y 80 cm, correspondiendo el 91% a individuos de talla menor a los 46 cm de longitud total.

El estado reproductivo, a trav3s de la incidencia de los estadios de madurez sexual, mostr3 un aporte importante de ovarios inactivos (40%), principalmente juveniles,



mientras que el 60% restante se caracteriz3 por presentar actividad gonadal de maduraci3n ovocitaria y de desove. Esta actividad se reflej3 mediante el 3ndice gonadosom3tico, con un valor de 3,2% para todos los ejemplares en el 3rea de estudio, el que estuvo influenciado por la proporci3n de juveniles en la muestra, aumentando a 4,6% al considerar solo las hembras adultas (superior a 36 cm). Estos antecedentes evidenciaron el compromiso de la fracci3n parental al desarrollo del evento reproductivo principal, asociado a procesos de maduraci3n gonadal avanzada y de desove, sin presentar indicios de una disminuci3n de la intensidad reproductiva. Los ejemplares adultos entre los 30 y 49 cm de longitud, que tuvieron la mayor participaci3n en las capturas, representaron la componente de la poblaci3n de mayor aporte al proceso reproductivo. Las estimaciones de fecundidad modal y relativa, indicaron valores que se ubicaron en el rango inferior de los registros para esta especie, en tanto que la talla media de madurez (34 cm) fue similar a la obtenida para el 2007 y estuvo por debajo de las estimaciones en los 3ltimos a3os, siendo determinante en la tendencia de los registros de madurez, el incremento progresivo en la participaci3n de ejemplares de tama3os peque3os del sector centro norte en el proceso reproductivo.

En toda el 3rea de estudio los peces 3seos constituyen la mayor proporci3n de fauna acompa3ante, incluyendo la especie objetivo. Las principales especies capturadas durante el crucero correspondieron a merluza com3n y jibia, la cual present3 un aumento respecto del 2007. Los an3lisis de clasificaci3n y ordenaci3n muestran la presencia de comunidades faun3sticas, que se agruparon preferentemente por un gradiente batim3trico, adicionalmente, estos an3lisis permitieron diferenciar dos macro zonas, una ubicada al norte de los 38° sur caracterizada por una presencia importante de crust3ceos dec3podos y otra zona localizada al sur de los 38° sur en donde s3lo se observ3 fauna de tipo 3ctica. Por otro lado, los an3lisis de similitud realizados muestran que no se han producido



grandes alteraciones en la estructura de las comunidades bentodemersales de la costa centro sur, lo cual se sustenta en el hecho de que las principales especies que componen estas comunidades son siempre las mismas y se mantienen en el tiempo.

La abundancia y distribución del ictioplancton alcanzó su mayor relevancia hacia el sector sur del área de estudio. Durante el crucero se registraron bajos niveles de abundancia de huevos y larvas de merluza común como de biomasa zooplanctónica. En cuanto a la biomasa zooplanctónica, principal ítem alimentario de la merluza común, se observó un valor promedio de 229 ml por 1000 litros de aguas de mar.

La distribución de la temperatura superficial del mar (TSM) evidenció la presencia de aguas frías en toda el área de estudio, sin gradientes zonales de importancia y con una variación meridional máxima que alcanzó los 2°C. El sector oceánico al norte de los 34°S reveló aguas más cálidas (~13°C), el sector central estuvo dominado por las isotermas de 12 y 12,5 °C, y el sur mostró aguas comparativamente más frías, quedando bien caracterizado por la disposición espacial de la isoterma de 11°C. Por su parte, la distribución espacial superficial de salinidad reveló variaciones zonales y meridionales, siendo los primeros de mayor intensidad al sur de los 36 °S, y aguas menos salinas entre los 35 y 42°S debido a una mayor mezcla costera asociada a la descarga de aguas continentales provenientes de los principales ríos de la región centro-sur.

Los rangos ambientales determinados verifican la asociación de merluza común con las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales en gran parte del área de estudio, lo que sugiere la incursión de manera habitual del recurso en un ambiente caracterizado por bajas temperaturas, altas salinidades y bajo contenido de



oxígeno, alternando con aguas más oxigenadas y menos salinas de los estratos más superficiales, especialmente en el sector sur del área de estudio..

En el área de estudio, el análisis de rangos preferenciales reveló la asociación con un hábitat caracterizado por aguas frías y salinas características de la presencia de AESS, especialmente en la zona norte de la región de estudio. La temperatura mostró un rango significativo vinculado a aguas más frías en el norte y un rango levemente superior en la macrozona sur. La variable oxígeno disuelto reveló la ausencia de diferencias significativas y de preferencia ambiental salvo en la macrozona sur.

Finalmente, el stock de la merluza común continúa siendo crítico y aunque se observan señales positivas, como el hecho que la merluza común haya vuelto a ser la principal especie en la comunidad demersal de la zona centro-sur, el repunte tanto en el tamaño del stock como en indicadores de abundancia relativa, que podrían hacer pensar que la fase mas crítica pudiese haber pasado, sin embargo, mientras se mantenga el deterioro de la estructura demográfica y que las flotas continúen operando sobre ejemplares juveniles, la capacidad de recuperación del stock seguirá siendo baja y su estado de cuidado.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

---



## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> -----	<b>i</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> -----	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> -----	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> -----	<b>xxvii</b>
<b>1. OBJETIVO GENERAL</b> -----	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> -----	<b>1</b>
<b>3. ANTECEDENTES</b> -----	<b>2</b>
<b>4. METODOLOGÍA DE TRABAJO</b> -----	<b>7</b>
4.1 Aspectos generales -----	<b>7</b>
4.2 <b>Objetivo específico 1.</b> Estimación de la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio -----	<b>8</b>
4.2.1 Equipos -----	<b>8</b>
4.2.2 Muestreo acústico -----	<b>9</b>
4.2.3 Estimación de la abundancia, biomasa y su varianza -----	<b>14</b>
4.2.4 Distribución espacial de la merluza común -----	<b>20</b>
4.3 <b>Objetivo Específico 2.</b> Estimación de la composición de tallas, edad y sexo del stock de merluza común en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica -----	<b>24</b>
4.3.1 Muestreos -----	<b>24</b>
4.3.2 Distribuciones de longitud por zona y estrato de profundidad -----	<b>25</b>
4.3.3 Estimación de la abundancia por grupo de edad -----	<b>31</b>
4.3.4 Estimación de pesos promedios por grupos de edad -----	<b>32</b>



4.4	<b>Objetivo Específico 3.</b> Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación -----	33
4.4.1	Muestreo a bordo -----	33
4.4.2	Análisis de laboratorio -----	34
4.5	<b>Objetivo Específico 4.</b> Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período del estudio, con especial énfasis en la jibia ( <i>Dosidicus gigas</i> ) -----	40
4.5.1	Muestreo de fauna acompañante -----	40
4.5.2	Procesamiento de los datos -----	40
4.5.3	Análisis de la fauna acompañante -----	42
4.5.4	Caracterización de la presencia de merluza común en los estómagos de jibia -----	46
4.6	<b>Objetivo específico 5.</b> Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período del estudio -----	47
4.6.1	Toma de datos -----	47
4.6.2	Procesamiento de los datos -----	50
4.7	<b>Objetivo específico 6.</b> Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común -----	65
5.	<b>RESULTADOS</b> -----	68
5.1.	<b>Objetivo específico 1.</b> Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio y período de estudio.-----	68
5.1.1	Biomasa y abundancia de merluza común-----	68
5.1.2	Distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común ----	69



5.2	<b>Objetivo espec3fico 2.</b> Estimar la composici3n de tallas, de edad y sexo del stock de merluza com3n en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial y batim3trica. -----	71
5.2.1	Muestreos -----	71
5.2.2	Proporci3n sexual -----	72
5.2.3	Relaci3n longitud peso -----	72
5.2.4	Frecuencias de longitud de merluza com3n -----	72
5.2.5	Estructura de edades del stock -----	78
5.3	<b>Objetivo espec3fico 3.</b> Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza com3n a partir de los lances de investigaci3n. -----	80
5.3.1	3ndice gonadosom3tico (IGS)-----	80
5.3.2	Estadios de madurez sexual (EMS)-----	82
5.3.3	Variable 3ndice gonadosom3tico con relaci3n al EMS microsc3pico -----	87
5.3.4	Ojiva de madurez. -----	87
5.3.5	Fecundidad. -----	89
5.4	<b>Objetivo espec3fico 4.</b> Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante en la pesca dirigida a merluza com3n en el 3rea y per3odo de estudio, con especial 3nfasis en la jibia ( <i>Dosidicus gigas</i> ) -----	90
5.4.1	Principales taxas presentes en la captura-----	90
5.4.2	Importancia relativa -----	92
5.4.3	An3lisis comunitarios -----	98
5.4.4	Caracterizaci3n de la jibia ( <i>D. gigas</i> ) en los cruceros de evaluaci3n -----	105
5.5	<b>Objetivo espec3fico 5.</b> Determinar las condiciones bio-oceanogr3ficas asociadas a la distribuci3n espacial y batim3trica del recuso merluza com3n en el 3rea y per3odo del estudio -----	113
5.5.1	Condiciones meteorol3gicas -----	113
5.5.2	Variables hidrol3gicas: An3lisis horizontal -----	114



5.5.3	Análisis de imágenes satelitales -----	119
5.5.4	Variables hidrográficas: Análisis vertical-----	121
5.5.5	Transectas longitudinales-----	124
5.5.6	Perfiles verticales individuales-----	128
5.5.7	Diagramas Temperatura – Salinidad (T-S)-----	133
5.5.8	Profundidad de la capa de mezcla (PCM), base de la termoclina (PBT) y temperatura en la base de la termoclina (TBT) -----	135
5.5.9	Abundancia relativa y distribución espacial y de huevos y larvas de merluza común-----	136
5.5.10	Distribución vertical de huevos y larvas de peces -----	139
5.5.11	Biomasa zooplanctónica -----	140
5.5.12	Estimación del índice de abundancia de huevos y larvas de merluza común -----	149
5.5.13	Resultados históricos de la abundancia relativa y distribución de huevos y larvas de merluza común. -----	150
5.5.14	Relación entre el recurso merluza común y las variables físicas -----	151
5.6.	<b>Objetivo específico 6.</b> Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común-----	160
5.6.1.	Descriptores morfométricos y batimétricos y de energía en el área de estudio-----	160
5.6.2	Descriptores de las agregaciones por subzona-----	162
5.6.3	Descriptores de las agregaciones por rango batimétrico -----	164
5.6.4	Resultados análisis componentes principales-----	165
6.	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS -----</b>	<b>168</b>
7.	<b>CONCLUSIONES -----</b>	<b>185</b>
8.	<b>BIBLIOGRAFÍA -----</b>	<b>189</b>

**FIGURAS**

**TABLAS**

**ANEXOS**

**ANEXO 1.** Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico (HH).



## ÍNDICE DE FIGURAS

---

- Figura 1.** Area de estudio en achurado. Se señala la zona de reserva artesanal, isóbata de 500 metros y distancia de 60 millas náuticas de la costa.
- Figura 2.** Desembarques de merluza común entre 1940 y 2008 (Fuente: Aguayo, 1996; SubPesca, 2008).
- Figura 3** Red de arrastre utilizada por el B/C “Abate Molina”.
- Figura 4.** Localización de: a) transectas de muestreo acústico, b) lances de pesca de identificación por rango de profundidad y c) estaciones oceanográficas.
- Figura 5.** Descriptores morfológicos de una agregación.
- Figura 6.** Distribución espacial de la biomasa de merluza común. Agosto-Septiembre 2008.
- Figura 7.** Distribución espacial de la densidad local ( $t/mn^2$ ) de merluza común estimada a partir de los lances de identificación. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común (Agosto-Septiembre 2008).
- Figura 8.** A) Variograma ajustado a la distribución de los datos de prospección acústica del crucero 2008 y B) Variogramas estandarizados ajustados a la distribución de los datos de las prospecciones acústicas entre el año 1995-2008.
- Figura 9.** Localización latitudinal de los centros de gravedad de la distribución de la merluza común durante los cruceros de prospección. (O)= otoño.
- Figura 10.** Valores del Índice de Gini estimados para los cruceros de prospección realizados entre 1995 y 2007. (O)= otoño.



- Figura 11.** Proporci3n sexual de merluza com3n para los estratos de profundidad (< 200 m y > 200 m), las subzonas 1 a 4 y para el 3rea total prospectada, evaluaci3n hidroacustica a3o 2008. Los valores entre par3ntesis corresponden a los tama3os de muestra.
- Figura 12.** Dispersi3n de las variables pesos total (gr.) y longitud total (cm.), de merluza com3n, por zona en el 3rea de evaluaci3n durante el 2008.
- Figura 13.** Distribuci3n de la estructura de tallas de merluza com3n por rango de talla (cm), sexo y subzona de estudio. Crucero de prospecci3n hidroac3stica de merluza com3n, agosto-septiembre 2008.
- Figura 14.** Distribuci3n de la talla media de merluza com3n estimada a partir de los lances de pesca de identificaci3n (agosto-septiembre, 2008).
- Figura 15.** Distribuci3n de la estructura de tallas de merluza com3n por rango de talla (cm), sexo y subzona de estudio en profundidad inferior a 200 metros. Crucero de prospecci3n hidroac3stica de merluza com3n, agosto-septiembre 2008.
- Figura 16.** Distribuci3n de la estructura de tallas de merluza com3n por rango de talla (cm), sexo y subzona de estudio en profundidad superior a 200 metros. Crucero de prospecci3n hidroac3stica de merluza com3n, agosto-septiembre 2008.
- Figura 17.** Composici3n de tallas estimada de machos en la captura por categor3a de profundidad, separadas por zona, en el per3odo julio-agosto.
- Figura 18.** Ojiva estimada de talla para machos en la captura por a3o de evaluaci3n, separadas por zona en el periodo julio – agosto.
- Figura 19.** Composici3n de tallas estimada de hembras en la captura por a3o de evaluaci3n, separadas por zona en el periodo julio – agosto.



- Figura 20.** Ojiva estimada de talla para hembras en la captura por año de evaluación, separadas por zona en el periodo julio – agosto.
- Figura 21.** Composición de la estructura de edades del stock de merluza común por grupo de edad y sexo.
- Figura 22.** Distribución espacial de las densidades locales por grupo de edad estimado a partir de los lances de pesca de identificación.
- Figura 23.** Distribución batimétrica de las densidades locales por grupo de edad estimado a partir de los lances de pesca de identificación
- Figura 24.** Abundancia por grupos de edad de merluza común, cruceros de evaluación, período 2000 – 2002 y 2004-2008.
- Figura 25.** Índice gonadosomático y desviación estándar por grupo de tamaños, en hembras de merluza común en el área total, agosto-septiembre, 2008.
- Figura 26.** Variación del índice gonadosomático por grupo de tamaños y por zonas para hembras de merluza común (Z1: zona 1; Z2: zona 2; Z3: zona 3 y Z4: zona 4), agosto-septiembre, 2008.
- Figura 27.** Índice gonadosomático promedio en hembras igual y mayor a 37 cm LT, por subzonas, agosto-septiembre, 2008.
- Figura 28.** Incidencia de EMS macroscópicos en hembras de merluza común en el área total de estudio, 2008.
- Figura 29.** Incidencia de EMS microscópicos en hembras de merluza común en el área total de estudio, 2008.
- Figura 30.** Incidencia de EMS microscópico en hembras de merluza común, por subzonas de estudio, 2008.
- Figura 31.** Incidencia de EMS microscópico por grupo de tamaños en hembras, para el área total de estudio, 2008.



- Figura 32.** Incidencia de EMS microsc3picos en hembras, por grupo de tama1os, de la subzona de estudio, 2008.
- Figura 33.** Valor promedio del 3ndice gonadosom3tico m3s la desviaci3n est3ndar por EMS microsc3pico.
- Figura 34.** Ojiva de madurez sexual de la merluza com3n de la zona centro norte, 200-2008.
- Figura 35.** Ojiva de madurez sexual de la merluza com3n de la zona centro sur, 2001-2008.
- Figura 36.** Ojiva de madurez sexual de la merluza com3n para el 3rea total de estudio, 2001-2008.
- Figura 37.** Proporc3n de hembras maduras por grupo de edad y modelo ajustado.
- Figura 38.** Relaci3n entre la fecundidad modal y el peso corporal de la merluza com3n del 3rea centro norte, 2008.
- Figura 39.** Relaci3n entre la fecundidad modal y la longitud total de la merluza com3n del 3rea centro norte, 2008.
- Figura 40.** Relaci3n entre la fecundidad modal y el peso corporal de la merluza com3n del 3rea centro sur, 2008.
- Figura 41.** Relaci3n entre la fecundidad modal y la longitud total de la merluza com3n del 3rea centro sur, 2008.
- Figura 42.** Participaci3n porcentual respecto de la captura total crucero, de los principales grupos taxon3micos capturados como fauna acompa1ante. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, invierno 2008.



- Figura 43.** Participación porcentual respecto de la captura total por subzona, de los principales grupos taxonómicos capturados como fauna acompañante. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno 2008.
- Figura 44.** Participación porcentual respecto de la captura total por subzona, de los principales grupos taxonómicos capturados como fauna acompañante. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno 2008.
- Figura 45.** Distribución latitudinal de las principales especies capturadas durante el crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno de 2008.
- Figura 46.** Distribución en latitud y profundidad de las especies capturadas en toda el área de estudio. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno de 2008.
- Figura 47.** Distribución en latitud y profundidad de las especies capturadas preferentemente al norte de la latitud 38° sur. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno de 2008.
- Figura 48.** Distribución en latitud y profundidad de las especies capturadas preferentemente al sur de la latitud 38° sur. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno de 2008.
- Figura 49.** Resultado del análisis de clasificación de la abundancia relativa (CPUA) de las principales especies presentes por crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, 1993 a 2008
- Figura 50.** Resultado del análisis de ordenación (NMDS) de la abundancia relativa (CPUA) de las principales especies presentes por crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, 1993 a 2008.



- Figura 51.** Resultado del análisis de clasificación de la abundancia relativa (CPUA) de las principales especies presentes por crucero y subzona. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, 1993 a 2008.
- Figura 52.** Resultado del análisis de ordenación (NMDS) de la abundancia relativa (CPUA) de las principales especies presentes por crucero y subzona. Cruceros de evaluación hidroacústica de merluza común, 1993 a 2008.
- Figura 53.** Resultado del análisis de clasificación de la abundancia relativa (CPUA) por subzona y veril de las principales especies presentes durante el crucero de evaluación hidroacústica de merluza común 2008.
- Figura 54.** Resultado del análisis de ordenación (NMDS) de la abundancia relativa (CPUA) por subzona y veril de las principales especies presentes durante el crucero de evaluación hidroacústica de merluza común 2008.
- Figura 55.** Curvas de k-dominancia para la abundancia numérica y la abundancia en peso (biomasa) de las principales especies capturadas como fauna acompañante durante el crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno 2008.
- Figura 56.** Evolución del índice de diversidad de Shannon – Wiener ( $H'$ ) para cada subzona y por estrato de profundidad. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno 2008
- Figura 57.** Participación (%) respecto de la captura total por crucero de evaluación hidroacústica para la jibia y merluza común.
- Figura 58.** Captura por unidad de área (CPUA [ $t/mn^2$ ]) de jibia registrada durante las evaluaciones hidroacústicas de merluza común.
- Figura 59.** Participación (%) de la jibia respecto de la captura total registrada por subzona. Cruceros de evaluación hidroacústica de merluza común, 1993 a 2008.



- Figura 60.** Participaci3n (%) de la jibia respecto de la captura total registrada por estrato de profundidad. Cruceros de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, 1993 a 2008.
- Figura 61.** Distribuci3n de frecuencia para la longitud de manto de jibia capturada en los lances de evaluaci3n. Evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, 2008.
- Figura 62.** Relaci3n longitud de manto – peso para los ejemplares de jibia capturados durante los lances de identificaci3n. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, 2008.
- Figura 63.** Relaci3n longitud de manto – peso por sexo para los ejemplares de jibia capturados durante los lances de identificaci3n. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, 2008.
- Figura 64.** Relaci3n longitud del manto – peso por subzona para los ejemplares de jibia capturados durante los lances de identificaci3n. Crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, 2008.
- Figura 65.** Proporci3n sexual de jibia por subzona. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, 2008.
- Figura 66.** Proporci3n sexual de jibia por estrato de profundidad. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, 2008.
- Figura 67.** A) Proporci3n del contenido estomacal de jibia agrupada por intervalo de longitud de manto (T) y B) proporci3n del grado de digesti3n observado en los est3magos con merluza com3n por intervalo de longitud de manto (T). Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, invierno 2008.
- Figura 68.** A) Proporci3n del contenido estomacal de jibia agrupada por subzona en el 3rea de estudio y B) proporci3n del grado de digesti3n observado en los est3magos colectados por subzona en el 3rea de estudio. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, invierno 2008.



- Figura 69.** A) Proporción del contenido estomacal de jibia agrupada por estrato de profundidad (Veril) y B) proporción del grado de digestión observado en los estómagos colectados por estrato de profundidad. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno 2009.
- Figura 70.** Índice de importancia relativa (*IIR*) del contenido estomacal de jibia por: A) grupo taxonómico y B) por especie identificada. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno 2008.
- Figura 71.** Variabilidad de las condiciones meteorológicas durante el período de estudio: (A) presión atmosférica (mbar), (B) altura de olas (m), (C) dirección de olas. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).
- Figura 72.** Variabilidad de las condiciones meteorológicas durante el período de estudio: (A) temperatura del aire (°C), (B) rapidez del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ), (C) dirección del viento. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).
- Figura 73.** Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto (ml/l) en el estrato de 5 m. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).
- Figura 74.** Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto (ml/l) en el estrato de 50 m. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).
- Figura 75.** Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto (ml/l) en el estrato de 100 m. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).
- Figura 76.** Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto (ml/l) en el estrato de 200 m. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



- Figura 77.** Imágenes satelitales de temperatura superficial del mar (°C) de frecuencia semanal para el período de estudio. Crucero invernal (Agosto-Septiembre de 2008).
- Figura 78.** Imágenes satelitales de clorofila (mg/m<sup>3</sup>) de frecuencia semanal para el período de estudio. Crucero invernal (Agosto-Septiembre de 2008).
- Figura 79.** Imágenes satelitales de viento (m/s) de frecuencia semanal para el período de estudio. Crucero invernal (Agosto-Septiembre de 2008).
- Figura 80.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 2. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).
- Figura 81.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 3. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).
- Figura 82.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 4. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).
- Figura 83.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 5. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).
- Figura 84.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 6. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).
- Figura 85.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 7. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



- Figura 86.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 8. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).
- Figura 87.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 9. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).
- Figura 88.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 10. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008)
- Figura 89.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 11. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008)
- Figura 90.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 12. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).
- Figura 91.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 13. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008)
- Figura 92.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 14. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008)
- Figura 93.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 15. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).
- Figura 94.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 16. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).



- Figura 95.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 17. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).
- Figura 96.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 18. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).
- Figura 97.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 19. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008)
- Figura 98.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 20. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).
- Figura 99.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 21. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008)
- Figura 100.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 23. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008)
- Figura 101.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 24. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008)
- Figura 102.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 25. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008)
- Figura 103.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 26. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008)



- Figura 104.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 27. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008)
- Figura 105.** Secciones verticales de (A) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (B) salinidad (psu), (C) densidad ( $\sigma_t$ ) y (D) ox3geno disuelto (ml/l) para la transecta latitudinal costera. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).
- Figura 106.** Secciones verticales de (A) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (B) salinidad (psu), (C) densidad ( $\sigma_t$ ) y (D) ox3geno disuelto (ml/l) para la transecta latitudinal oce3nica. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).
- Figura 107.** Perfiles verticales individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l) para las estaciones ubicadas en la zona norte ( $29^{\circ}00' - 32^{\circ}00'S$ ). Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).
- Figura 108.** Perfiles verticales individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l) para las estaciones ubicadas en la zona centro-norte ( $32^{\circ}00' - 35^{\circ}00'S$ ). Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).
- Figura 109.** Perfiles verticales individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l) para las estaciones ubicadas en la zona centro-sur ( $35^{\circ}00' - 38^{\circ}30'S$ ). Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).
- Figura 110.** Perfiles verticales individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l) para las estaciones ubicadas en la zona sur ( $38^{\circ}30' - 42^{\circ}00'S$ ). Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).
- Figura 111.** Diagrama T-S para: (a) regi3n norte, b) regi3n centro-norte, c) regi3n centro-sur y d) regi3n sur. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).



- Figura 112.** Distribuci3n horizontal de (a) profundidad capa de mezcla (m), (b) profundidad base de la termoclina (m), (c) espesor de la termoclina (m) y d) profundidad del m3nimo de ox3geno. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).
- Figura 113.** Abundancia promedio de huevos (a) y larvas (b) de merluza com3n, con respecto a la latitud. Crucero Invierno 2008.
- Figura 114.** Distribuci3n y abundancia de huevos de merluza com3n en invierno de los a3os 1993 - 2008.
- Figura 115.** Distribuci3n y abundancia de larvas de merluza com3n en invierno de los a3os 1993 - 2008.
- Figura 116.** Distribuci3n y abundancia promedio de huevos de merluza com3n por a) estrato de profundidad y b) por estaci3n Crucero merluza com3n Invierno 2007.
- Figura 117.** Distribuci3n de la abundancia promedio de los principales grupos zooplanct3nicos con respecto: a) la distancia de la costa y b) la latitud.
- Figura 118.** Distribuci3n espacial de valores porcentuales de los 3ndices: (A) Riqueza, (B) Diversidad de Shannon y Weaver y (C) Diversidad de Hill, correspondiente a los grupos zooplanct3nicos. Invierno 2008.
- Figura 119.** Distribuci3n espacial de valores porcentuales de los 3ndices:(A) Uniformidad de Pielou, (B) Uniformidad de Sheldon y (C) Dominancia 1-Pielou, correspondiente a los grupos zooplanct3nicos, Invierno 2008.
- Figura 120.** Distribuci3n de la biomasa zooplanct3nica promedio (a) con respecto a la latitud, (b) a la distancia de la costa y (c) distribuci3n de frecuencias y porcentaje acumulado por categor3as de densidad.



- Figura 121.** Distribuci3n y abundancia de la biomasa zooplanct3nica. Cruceros Merluza com3n invierno de los a3os 1993-2008.
- Figura 122.** Distribuci3n y abundancia de la biomasa zooplanctonica por estaci3n (a) y estrato de profundidad (b). Crucero merluza com3n invierno 2008.
- Figura 123.** Indice de abundancia de huevos y larvas de merluza com3n y la biomasa estimada por t3cnicas hidroac3sticas. Invierno 1993– 2008.
- Figura 124.** Densidad media estimada para el per3odo 1993-2008, a trav3s del estimador de la media de una distribuci3n delta (a) huevos (b) larvas.
- Figura 125.** Distribuci3n espacial de los centros de gravedad (CG) de a) huevos y b) larvas de merluza com3n. Cruceros Invierno 1993 - 2008.
- Figura 126.** Histograma de rangos de temperatura (°C), salinidad (psu) y concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) a los cuales se encontr3 asociado el recurso (prof. media del cardumen) para las zonas norte y sur del 3rea de estudio. Crucero invernal (Agosto-Septiembre de 2008)
- Figura 127.** Histograma de rangos de temperatura (°C), salinidad (psu) y concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) a los cuales se encontr3 asociado el recurso (prof. media del cardumen) para el per3odo 1997-2008.
- Figura 128.** Distribuci3n de frecuencias de las variables consideradas para los Modelos Aditivos Generalizados (GAMs). Crucero invernal Agosto-Septiembre de 2008
- Figura 129.** Relaci3n entre la densidad de merluza com3n y las variables de posici3n (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad, cruceros 1997 a 2007).



- Figura 130.** Relación entre la densidad de merluza común y las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad). Invierno 2008.
- Figura 131.** Relación entre la densidad de merluza común con las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad) y la temperatura. Período 1997-2007.
- Figura 132.** Relación entre la densidad de merluza común con las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad) y la temperatura. Invierno 2008.
- Figura 133.** Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales ( $f(t)$ ) y su ponderación con la variable pesquera ( $g(t)$ ). Crucero invernal (Agosto-Septiembre de 2008).
- Figura 134.** Distribución de frecuencia de las variables morfométricas de las agregaciones.
- Figura 135.** Distribución de frecuencia de las variables batimétricas de las agregaciones.
- Figura 136.** Distribución de frecuencia de las variables acústicas de las agregaciones.
- Figura 137.** Valores promedios e intervalos de confianza de los indicadores a) largo, b) alto y, c) elongación de agregaciones diferenciados por subzona.
- Figura 138.** Valores promedios e intervalos de confianza de los indicadores a) perímetro, b) área y, c) elongación de las agregaciones diferenciados por subzona.
- Figura 139.** Valores promedios e intervalos de confianza de profundidad de agregaciones, fondo e índice de altura por zona.



- Figura 140.** Valores promedios e intervalos de confianza de los indicadores de a) NASC ( $m^2/mn^2$ ) y, b) densidad de las agregaciones.
- Figura 141.** Valores promedios e intervalos de confianza de los descriptores de las agregaciones: a) largo, b) alto y c) elongación, por rango de fondo.
- Figura 142.** Valores promedios e intervalos de confianza de los descriptores de las agregaciones: a) perímetro, b) área y, c) dimensión fractal por rango de fondo.
- Figura 143.** Valores promedios e intervalos de confianza de a) profundidad de agregaciones y b) índice de altura por rango de fondo.
- Figura 144.** Valores promedios e intervalos de confianza de a) energía retrodispersada (NASC) y b) densidad de agregaciones por rango de fondo.
- Figura 145** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes, rotación Varimax.



## ÍNDICE DE TABLAS

---

- Tabla 1.** Estimaciones de biomasa (t) y abundancia (N°) de merluza común estimadas en las prospecciones acústicas efectuadas en el período 1993-2008.
- Tabla 2.** Principales características del B/C Abate Molina.
- Tabla 3.** Controles del sistema de ecointegración utilizados durante el crucero.
- Tabla 4.** Bitácora de pesca del crucero de evaluación hidroacústica de merluza común (agosto-septiembre 2008)
- Tabla 5.** Escala macroscópica para determinar el estadio de madurez sexual de hembras de *M. gayi* (Balbontín y Fisher, 1981).
- Tabla 6.** Escala microscópica para determinar el estadio de madurez sexual en hembras de *M. gayi* (modificada) (Herrera *et al.*, 1988).
- Tabla 7.** Estimados totales de biomasa, límites de confianza y densidad de merluza común.
- Tabla 9.** Número de ejemplares por subzona medidos en los muestreos de frecuencia de longitud y muestreos biológicos de merluza común. Crucero agosto-septiembre 2008.
- Tabla 10.** Parámetros de la relación peso - longitud de merluza común crucero agosto-septiembre de 2008
- Tabla 11.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y categorías de veriles sobre y bajo los 200 m.



- Tabla 12.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y categorías de veriles sobre y bajo los 200 m.
- Tabla 13.** Bondad de ajuste y p-seudo r-cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para machos y hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m.
- Tabla 14.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de machos, considerando las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m.
- Tabla 15.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de hembras, considerando las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m.
- Tabla 16.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.
- Tabla 17.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.
- Tabla 18.** Bondad de ajuste y p-seudo r-cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para machos y hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.
- Tabla 19.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de machos, evaluaciones hidroacústicas año 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008.



- Tabla 20.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de hembras, evaluaciones hidroacústicas año 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008.
- Tabla 21.** Clave edad talla de merluza común machos, crucero de evaluación, julio-agosto 2008
- Tabla 22.** Clave edad talla de merluza común hembras, crucero de evaluación, agosto-septiembre de 2008
- Tabla 23.** Composición de la abundancia por grupo de edad en merluza común machos. Zona 1, agosto-septiembre de 2008.
- Tabla 24.** Composición de la abundancia por grupo de edad en merluza común machos. Zona 2, agosto-septiembre de 2008.
- Tabla 25.** Composición de la abundancia por grupo de edad en merluza común machos. Zona 3, agosto-septiembre de 2008.
- Tabla 26.** Composición de la abundancia por grupo de edad en merluza común machos. Zona 4, agosto-septiembre de 2008.
- Tabla 27.** Composición de la abundancia por grupo de edad en merluza común hembras Zona 1, agosto-septiembre de 2008.
- Tabla 28.** Composición de la abundancia por grupo de edad en merluza común hembras Zona 2, agosto-septiembre de 2008.
- Tabla 29.** Composición de la abundancia por grupo de edad en merluza común hembras Zona 3, agosto-septiembre de 2008.
- Tabla 30.** Composición de la abundancia por grupo de edad en merluza común hembras Zona 4, agosto-septiembre de 2008.



- Tabla 31.** Abundancia total por grupo de edad y sexo. Crucero Invierno 2008.
- Tabla 32.** Valor promedio del IGS ponderado a la captura del lance para el 1rea total de estudio y por subzonas, agosto-septiembre 2008.
- Tabla 33.** Proporción de estadios de madurez ponderado a la captura del lance, por tipo de análisis, para el 1rea total de estudio y por subzonas, agosto-septiembre 2008.
- Tabla 34.** Proporción de hembras maduras por grupo de edad estimadas para los cruceros de invierno período 2002-2008.
- Tabla 35.** Resultados del análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total, en hembras recolectadas en la zona centro norte durante agosto-septiembre 2008.
- Tabla 36.** Resultados del análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total, en hembras recolectadas en la zona centro sur durante agosto-septiembre 2008.
- Tabla 37.** Especies capturadas como fauna acompañante durante el crucero de evaluación hidroacústica de merluza común 2008
- Tabla 38.** Listado de las especies capturadas por división y su participación porcentual en la captura total crucero. Zona total de estudio. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, 2008.
- Tabla 39.** Listado de las especies capturadas por división y su participación en la captura total Subzona 1 (29°10'S – 31°24'S). Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común 2008.
- Tabla 40.** Listado de las especies capturadas por división y su participación en la captura total Subzona 2 (31°25'S – 35°30'S). Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, 2008.



- Tabla 41.** Listado de las especies capturadas por divisi3n y su participaci3n en la captura total Subzona 3 (35°31'S – 38°39'S). Crucero de evaluaci3n hidroacústica de merluza común, 2008.
- Tabla 42.** Listado de las especies capturadas por divisi3n y su participaci3n en la captura total Subzona 4 (38°40'S – 42°00'S). Crucero de evaluaci3n hidroacústica de merluza común, 2008.
- Tabla 43.** Participaci3n porcentual, respecto de la captura total por crucero, de los principales componentes de la fauna acompaÑante presentes en los lances de identificaci3n realizados en los cruceros de evaluaci3n hidroacústica, entre 1993 y 2008.
- Tabla 44.** a) Listado de especies consideradas en el análisis por conglomerado y b) Agrupaciones observadas en el análisis de clasificaci3n por conglomerado.
- Tabla 45.** Resultado del análisis del contenido estomacal de jibia (*Dosidicus gigas*) capturada durante el crucero de evaluaci3n hidroacústica de merluza común, invierno de 2008.
- Tabla 46.** Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*, Cruceros de Invierno 2008
- Tabla 47.** Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*, Cruceros de Invierno. Período 1993/2008.
- Tabla 48.** Abundancia de huevos y larvas de peces recolectados en invierno de 2008 a diferentes estratos de profundidad.
- Tabla 49.** Grupos zooplanct3nicos presentes durante las pescas oblícuas entre 2 y 40 mn. (N° ind totales): número de individuos totales; (N°Est. (+)): número estaciones positivas; (Media (t)): media de las estaciones totales; (Min): mínimo; (Max): máximo; (DE): desviaci3n estándar.



- Tabla 50.** Promedio, desviaci3n est3ndar y valores extremos para los 3ndices comunitarios obtenidos a partir de las estaciones realizadas en invierno 2007 y 2008.
- Tabla 51.** Resultados de la Prueba de Kruskal - Wallis aplicada a la abundancia media de los grupos zooplanct3nicos registrada en el 3rea prospectada. Los valores significativos se indican en negrita (valor  $p < 0,05$ ).
- Tabla 52.** Hip3tesis nula o de igualdad, valor  $p$  y taxa que registr3 el mayor aporte a las diferencias significativas para el an3lisis por zonas (latitudinal), mediante la aplicaci3n secuencial de la prueba Chi-cuadrado para  $K$  muestras independientes en invierno 2008.
- Tabla 53.** Biomasa promedio y rangos del zooplancton cruceros merluza com3n. Per3odo 1993 – 2008
- Tabla 54.** Estimaci3n de la biomasa zooplanct3nica a diferentes estratos de profundidad.
- Tabla 55.** Estimaci3n del 3ndice de abundancia de huevos de merluza com3n, Zona centro sur en invierno de 1993 - 2008.
- Tabla 56.** Estimaci3n del 3ndice de abundancia larval de merluza com3n, Zona centro sur en invierno de 1993 – 2008.
- Tabla 57.** Estimaciones de la densidad media, varianza y coeficiente de variaci3n de la abundancia de huevos y larvas de merluza com3n. Cruceros Invierno 1993 - 2008.
- Tabla 58.** Rango de las variables ambientales en 3reas con presencia de recurso, medidas en superficie (5 m) y a la profundidad promedio del cardumen. Entre par3ntesis se destaca el promedio  $\pm$  la desviaci3n est3ndar y el n3mero de observaciones ( $n$ ) para cada una de las macrozonas consideradas en el estudio.



**Tabla 59.** Coeficientes de correlaci3n entre la profundidad media a la que se encontraba la merluza com3n (Prof. media), la profundidad de ecosonda (PCTD), la profundidad de la capa de mezcla (PCM) y la profundidad base de la termoclina (PBT) para las observaciones realizadas en la macrozona norte (29°40'S – 35°10'S) del 3rea prospectada.

**Tabla 60.** Coeficientes de correlaci3n entre la profundidad media a la que se encontraba la merluza com3n (Prof. media), la profundidad de ecosonda (PECOS), la profundidad m3nima de ox3geno (PMO), la profundidad de la capa de mezcla (PCM) y la profundidad base de la termoclina (PBT) para las observaciones realizadas en la macrozona sur (37°00'S – 42°00'S) del 3rea prospectada.

**Tabla 61.** Coeficientes de correlaci3n y nivel del significancia entre la densidad de merluza com3n (DMC ton/mn<sup>2</sup>) y las variables ambientales seleccionadas considerando las observaciones realizadas en toda el 3rea de estudio. PECOS= profundidad de ecosonda, DMC = densidad de merluza com3n, PMC = profundidad media del card3men, T5 = temperatura a 5m, S5 = salinidad a 5m, O5 = ox3geno a 5m, TPMC = temperatura a la profundidad media del card3men, SPMC = salinidad a la profundidad media del card3men, OPMC = ox3geno a la profundidad media del card3men, PECOS = profundidad de ecosonda, PCM = profundidad de la capa de mezcla, PBT = profundidad base de la termoclina, ET = espesor de la termoclina, PMO = profundidad del m3nimo de ox3geno disuelto y MINOX= concentraci3n de ox3geno disuelto en la PMO.

**Tabla 62.** Coeficientes de correlaci3n y nivel del significancia entre la densidad de merluza com3n (ton/mn<sup>2</sup>) y las variables ambientales seleccionadas considerando las observaciones realizadas en el 3rea norte de la zona de estudio. PECOS= profundidad de ecosonda, DMC = densidad de merluza com3n, PMC= profundidad media del cardumen, T5 =



temperatura a 5m, S5 = salinidad a 5m, O5 = oxígeno a 5m, TPMC = temperatura a la profundidad media del cardumen, SPMC = salinidad a la profundidad media del cardumen, OPMC = oxígeno a la profundidad media del cardumen, PECOS = profundidad de ecosonda, PCM = profundidad de la capa de mezcla, PBT = profundidad base de la termoclina, ET = espesor de la termoclina, PMO = profundidad del mínimo de oxígeno disuelto y MINOX= concentración de oxígeno disuelto en la PMO.

**Tabla 63.** Coeficientes de correlación y nivel del significancia entre la densidad de merluza común (ton/mn<sup>2</sup>) y las variables ambientales seleccionadas considerando las observaciones realizadas en el área sur de la zona de estudio. PECOS= profundidad de ecosonda, DMC = densidad de merluza común, PM = profundidad media del cardumen, T5 = temperatura a 5m, S5 = salinidad a 5m, O5 = oxígeno a 5m, TPMC = temperatura a la profundidad media del cardumen, SPMC = salinidad a la profundidad media del cardumen, OPMC = oxígeno a la profundidad media del cardumen, PECOS = profundidad de ecosonda, PCM = profundidad de la capa de mezcla, PBT = profundidad base de la termoclina, ET = espesor de la termoclina, PMO = profundidad del mínimo de oxígeno disuelto y MINOX= concentración de oxígeno disuelto en la PMO.

**Tabla 64.** Prueba estadística F para analizar la significancia estadística de las variables s en cada uno de los modelos ensayados (cruceros 1997 a 2007).

**Tabla 65.** Prueba estadística F para analizar la significancia estadística de las variables participantes en cada uno de los modelos ensayados. Crucero 2008.



- Tabla 66.** Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry y Smith, 1994) para el Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008), considerando las macrozonas norte y sur, y el total del área prospectada. S= distancia máxima entre las distribuciones de frecuencia acumulativas de f(t) y de g(t). P=significancia estadística ( $p < 0,05$ ). Rango máximo de la variable ambiental a la distancia entre las funciones.
- Tabla 67.** Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry y Smith, 1994) para el período 1997 – 2008, considerando toda el área de estudio y el período invernal (julio-agosto). S= distancia máxima entre las distribuciones de frecuencia acumulativas de f(t) y de g(t). P=significancia estadística ( $p < 0,05$ ). Rango de la variable ambiental a la distancia entre las funciones.
- Tabla 68.** Rangos ambientales para 1997 – 2008, considerando regiones norte ( $29^{\circ}40'S-37^{\circ}00'S$ ) y sur ( $37^{\circ}00'S-42^{\circ}00'S$ ). S= dist. máx. entre f(t) y de g(t).  $P < 0,05$ . Rango de variable ambiental a la distancia entre las funciones.
- Tabla 69.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza común.
- Tabla 70.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza común según zona de estudio.
- Tabla 71.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores por zona.
- Tabla 72.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza común, según rango de fondo.



**Tabla 73.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparaci3n de valores medios (normalizados) de los descriptores por rango de fondo.

**Tabla 74.** Matriz de correlaciones de las variables originales.

**Tabla 75.** Valores propios y proporci3n de la variabilidad explicada por los componentes.

**Tabla 76.** Correlaci3n de las variables originales con los componentes principales.



## 1. OBJETIVO GENERAL

---

Evaluar el stock de merluza común, a través del método hidroacústico, entre el límite norte de la IV Región y la X Región.

## 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

---

- 2.1 Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio.
- 2.2 Estimar la composición de tallas, de edad y sexo del stock de merluza común en el área y período de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.
- 2.3 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación.
- 2.4 Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período de estudio, con especial énfasis en la jibia (*Dosidicus gigas*).
- 2.5 Determinar las relaciones entre las condiciones bio-oceanográficas y la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período de estudio.
- 2.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común.



### 3. ANTECEDENTES

---

El marco oceanográfico del Pacífico Suroriental está determinado por la acción combinada de la corriente de Humboldt (SCH), que corresponde a la bifurcación hacia el norte de la Deriva del Oeste, transportando aguas de origen subantártico, los procesos de surgencias costeras y la presencia de aguas ecuatoriales subsuperficiales de flujo sur asociada a la Contracorriente de Perú-Chile de bajo contenido de oxígeno y alta concentración de nutrientes (Bernal y Ahumada, 1985; Bernal *et al.*, 1983; Silva y Sievers, 1981; Morales *et al.*, 1996). Este sistema se caracteriza por su extrema variabilidad relacionada a los eventos El Niño (Wyrski, 1975) y la presencia de cambios ambientales de largo plazo asociados a períodos fríos y cálidos, con un fuerte impacto sobre la abundancia de los recursos vivos (Barber y Chávez, 1986; Espino, 2001).

Al igual que los demás sistemas de margen oriental, en el ecosistema demersal del Pacífico suroriental hay un predominio del género *Merluccius*, lo que ha dado lugar a pesquerías con una producción de alto valor socio-económico (Alheit y Pitcher, 1996). En el caso del SCH, la especie predominante corresponde a *Merluccius gayi* de la cual se reconocen dos subespecies, una que domina el ecosistema demersal del centro-norte del Perú (*Merluccius gayi peruanus*) con una distribución que se extiende desde los 5° a 14° de latitud sur (Espino *et al.*, 1996) y la otra el ecosistema demersal del centro-sur Chile (*Merluccius gayi gayi*) que se localiza entre las latitudes 23°18'S y 47°08,5'S (Martínez, 1976; Ojeda *et al.*, 2000, Aguayo, 1996).

En el caso de Chile, la merluza común (*Merluccius gayi*) constituye, en términos de desembarque, el principal recurso pesquero demersal dando lugar a una unidad de



pesquería que se extiende administrativamente entre las latitudes 29°10'S y 41°28,6'S abarcando hasta una distancia de 60 millas náuticas de la costa (Figura 1).

Una reseña del desarrollo de la pesquería de la merluza común, reflejada a través de sus desembarques, señala que la explotación comercial se inició en 1938 (Yáñez *et al.*, 1985) con una rápida evolución de su desembarque que alcanzó las 60 mil toneladas a mediados de la década del 50. Luego siguió un período que se extendió hasta 1970 donde los desembarques fluctuaron entre 75 mil y un máximo histórico el año 1968 de 128 mil toneladas, sucediéndole un período de declinación con registros que cayeron a niveles de 30 mil t hacia 1976 los que se mantuvieron con poca variación hasta 1986, cuando se inició una recuperación de los mismos hasta alcanzar niveles de 110 mil t, esto es, a niveles comparables con los observados a fines de la década del 60. A partir del año 2004 nuevamente se ha registrado una etapa de disminución en los desembarques a niveles cercanos a las 50 mil toneladas entre los años 2005 y 2008 (Figura 2).

La declinación observada en la década del 70 ha sido atribuida a la conjunción de una serie de factores como la disminución progresiva de los reclutamientos de merluza común, una menor abundancia de sus principales presas como sardina común (*Strangomera bentincki*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), el aumento de competidores como el jurel (*Trachurus murphyi*) (Aguayo y Young, 1982; Aguayo y Robotham, 1984), sumado a una importante disminución en la intensidad de pesca durante el período 1971-1980 (Cubillos y Arancibia, 1992).

Hasta el año 2002 el stock de merluza común presentaba un estado adecuado, con una estructura poblacional robusta, pesos medios a la edad estables y una tendencia creciente de los indicadores de abundancia relativa (Payá, 2006). La declinación observada en el tamaño del stock durante los años 2004-2006, no ha



sido claramente explicada, postulándose como factores relevantes una alta predación de merluza común por parte de la jibia (*Dosidicus gigas*) (Payá 2006), un alto grado de canibalismo de la merluza común (Jurado-Molina *et al.* 2006) y sobreestimación del tamaño del stock (Arancibia y Neira, 2006), lo que llevó al stock a una condición crítica, caracterizada por una reducida fracción vulnerable a la pesca, de magnitud similar a la observada en la década del 70 e inicios de los ochenta (Payá 2006), una disminución de las tallas promedios de captura y una estructura demográfica deteriorada con predominio de ejemplares juveniles.

En lo referente a la dinámica del stock de merluza común, ella estaría estrechamente ligada a la magnitud e intensidad de sus reclutamientos los que serían altamente dependientes de las condiciones oceanográficas imperantes en el año del desove y que se reflejaría en la mayor intensidad de los reclutamientos asociados a ejemplares nacidos en años de condiciones oceanográficas bajo la influencia de ENSO. Es así como la recuperación de los desembarques experimentada por la pesquería a partir de 1987, respondería a un aumento a partir de 1984 de la biomasa y abundancia del stock provocado por reclutamientos exitosos de la clase anual 1982-83, 1990-93 y 1996-97, que habrían permitido aumentar el tamaño del stock a niveles muy superiores a los registrados en los años previos a 1993 (Cubillos y Arancibia, 1992, Payá, 2006). Esta situación también fue observada por Espino y Wosnitza-Mendo (1989) en la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*), quienes postulan que durante los eventos ENSO el recurso se dispersaría aumentando su área de distribución, disminuyendo los efectos de competencia y canibalismo que terminan favoreciendo los reclutamientos posteriores.

Las evaluaciones directas (métodos acústicos) del stock de la merluza común han reflejado las variaciones en el tamaño del stock anteriormente señalado, según el



detalle que se observa en la Tabla 1. También, las variaciones experimentadas en el tamaño del stock también se han reflejado en los rendimientos de pesca de las embarcaciones participantes en la pesquería. Para el caso de la pesquería industrial (Gálvez., 2006; Tascheri *et al.*, 2004) analizaron la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) expresada en toneladas por hora de arrastre (t/h.a) y clasificando las naves participantes en la pesquería en dos clases de tamaño, una que engloba a las naves de potencia superior a 1200 HP y otra en que participan las naves menores a 1200 HP. Sus resultados muestran que la CPUE estandarizada que había fluctuado entre 2 y 5,5 t/h.a en el período 1983-1993, aumenta a 6 t/h.a en 1994 y luego alcanza dos máximos históricos de 14 t/h.a en 1997 y 1999, disminuyendo en los años posteriores hasta llegar a 6 t/h.a en el 2003. Las embarcaciones menores también exhiben un aumento en su CPUE, de un promedio de 1,2 t/h.a en el período 1983-1993 a niveles que fluctuaron entre 2,8 y 3,5 t/h.a entre 1994-2001 y alcanzar el 2002 un máximo de 5,5 t/h.a y descender el 2003 a niveles de 3 t/h.a., tendencia que se ha mantenido hasta el año 2008.

Con respecto al subsector artesanal, durante la última década este había cobrado una importancia creciente en su participación al desembarque de merluza común, con un incremento en sus valores de 11 mil a 32,5 mil t en el período 1998-2001, duplicando su aporte en el desembarque total de merluza común, descendiendo levemente en los dos años siguientes a niveles de 28 y 27 mil t que representaron el 24% de los desembarques totales de este recurso y una drástica caída a 16 mil t el 2004 y a niveles inferiores a la 5 mil toneladas en los años 2005 a 2007, con una recuperación el 2008 a 12 mil toneladas (Subpesca 2009).

Desde el año 2002 la zona de distribución de la merluza común se ha visto afectada por una inusual presencia de jibia (*Dosidicus gigas*), reflejado en un desembarque que se incrementó de 15 mil toneladas el 2003 a niveles de 175 mil, 296 mil, 210 mil, 94



mil y 90 mil toneladas en el período 2004-2008 (SernaPesca 2008, SubPesca, 2009). Esta alta abundancia de jibia habría alterado el patrón normal de comportamiento de la merluza común afectando su disponibilidad y abundancia, que en una primera instancia impactó en la pesquería artesanal con una caída en los indicadores del rendimiento de pesca a partir del año 2002 y en el subsector industrial, desde el 2003, donde además de una caída en los rendimientos de pesca se observó un desplazamiento en el área de operación de la flota industrial (Gálvez 2006, Rebolledo, 2006).

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

El Consejo de Investigación Pesquera, consideró conveniente contar con información pertinente para evaluar las decisiones relevantes de administración pesquera relacionada con los niveles de explotación permisibles e incluyó dentro del programa de investigación pesquera del 2008 un proyecto de evaluación directa del stock de *M. gayi* mediante el uso de métodos acústicos. De acuerdo a los términos técnicos de referencia, corresponde la entrega del preinforme final que debe contener los resultados obtenidos en los diferentes objetivos específicos de que consta el proyecto.



## 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

---

### 4.1 Aspectos generales

#### a) Área y período de estudio

La zona de estudio abarcó el área de la plataforma continental comprendida entre la primera milla de la costa (habida consideración de las condiciones de seguridad de la nave) hasta el veril de los 500 m de profundidad o 7 millas náuticas de la costa cuando el veril de los 500 se ubicase a menos distancia de la costa (Figura 1).

Para los efectos de análisis de los datos, el área de estudio se dividió en cuatro zonas, tal como han sido definidas en las evaluaciones directas de merluza común realizadas a partir de 1993 y sus límites son los siguientes:

- Zona 1: 29°10' - 31°24'S
- Zona 2: 31°25' - 35 30'S
- Zona 3: 35°31' - 38° 39'S
- Zona 4: 38°40' - 42°00'S

El crucero de prospección se desarrolló entre el 01 de agosto y el 10 de septiembre del 2008, con direcci3n general de avance del crucero norte-sur.

#### b) Embarcaci3n

La embarcaci3n utilizada en la prospecci3n fue el B/C "Abate Molina" (Tabla 2) arrastrero con rampa, equipado para operar con redes de arrastre y dotado de un sistema de eointegraci3n y equipamiento oceanogr3fico pertinente a los objetivos del estudio.



## **4.2 Objetivo específico 1. Estimación de la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio.**

### **4.2.1 Equipos**

#### **4.2.1.1 Sistema de ecointegración**

Se utilizó un sistema de ecointegración marca Simrad modelo EK60 conectado a un transductor del tipo de haz dividido (split beam) de 38 Khz. de frecuencia. El sistema ecosonda - ecointegrador fue calibrado de acuerdo al procedimiento estándar indicado para el uso de este tipo de equipos (Foote *et al.*, 1987, Simrad, 2008) que se basa en determinar los ajustes en las ganancias de la señal de ecointegración que permitan igualar las intensidades teóricas y observadas del eco producido por un blanco estándar (esfera de cobre) de 60 mm de diámetro y fuerza de blanco conocida ( $TS_{(b)} \approx -33,6$  dB) posicionado en el haz acústico.

La calibración electroacústica del sistema de ecointegración EK60, se realizó en la bahía de Valparaíso.

#### **4.2.1.2 Red de arrastre**

Para la obtención de muestras biológicas de los recursos prospectados, se utilizó una red de arrastre de fondo de dos paneles, modelo Star balloon fabricada por Engel con una circunferencia de 666 mallas por 90 milímetros y cuyo plano de diseño se entrega en la figura 3. Con el objeto de disminuir su capacidad selectiva y obtener una mejor composición de la estructura específica y de tamaño de los



recursos presentes en el área y accesibles al sistema de pesca, el copo de la red fue armado con una malla interior de 40 mm (calcetín).

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

## **4.2.2 Muestreo acústico**

### **4.2.2.1 Diseño de muestreo**

En la prospección acústica se aplicó un diseño de muestreo de tipo sistemático homogéneo, el cual ha sido señalado como el más adecuado en estudios dirigidos a estimar la abundancia y distribución de un recurso pesquero (Rivoirard *et al.*, 2000; Petitgas, 1991; Harbitz y Aschan, 2003).

Durante el crucero de prospección, los datos acústicos fueron recolectados de manera georreferenciada y en forma continua durante las transectas. Los datos recolectados de manera georreferenciada correspondieron al coeficiente de dispersión por área náutica ( $s_A$ ), cuyo acrónimo es NASC por su nombre en inglés, los valores de intensidad de blanco ( $TS$ ) y la profundidad del fondo del mar. Los controles del sistema de eointegración se entregan en la tabla 3.



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

Se realizaron 78 transectas con orientación este-oeste y una distancia en latitud entre ellas de 10 millas náuticas. La extensión de las transectas varió entre 6 y 34 millas náuticas, con un promedio de 15 millas náuticas (Figura 4a).

Las transectas fueron realizadas entre las 19 horas de un día y las 07 horas del día siguiente. Este lapso corresponde al período de oscuridad en el cual la merluza común efectúa una migración nictemeral, en la cual se levanta desde el fondo al ocaso del sol y permanece en la columna de agua durante las horas de oscuridad, para experimentar el proceso inverso al inicio del período de luz solar y desplazarse hacia el fondo. Este comportamiento fue señalado para la merluza común por Vestnes (1964) y es el que hace posible su evaluación por métodos acústicos.

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

Para los efectos de identificación de especies, estimación de la proporción de especies y muestreos biológicos, la unidad muestral fue el lance de pesca de los que se efectuaron 153 lances de pesca de identificación, cuyo despliegue espacial y datos operacionales se entregan en la figura 4b y Tabla 4.

La captura obtenida en cada lance fue tratada de la siguiente manera:

- i)* Depositada la captura en la cubierta, fueron separados los individuos de merluza común de la fauna acompañante.



- ii)* Se llenaron con merluza común cajas plásticas de 42 litros y fueron pesadas en una balanza romana.
- iii)* El resto de la captura de merluza común fue encajonada en cajas similares, contabilizada y devuelta al mar.
- iv)* Se obtuvieron muestras para las mediciones de longitud, determinación del sexo y estadios de madurez sexual, recolección de otolitos y gónadas.
- v)* Para la fauna acompañante, en el caso de especies representadas por individuos grandes (congrios, jibia, raya volantín y tollos) o aquellas escasamente representadas, fueron separadas del resto de la fauna acompañante e identificados, contados y pesados, conjunta o individualmente.
- vi)* La captura en peso (y número de individuos) de cada especie por lance se obtuvo del cociente entre el peso (número de individuos) en las submuestras y la captura.

#### **4.2.2.2 Identificación de los ecotrazos de merluza común**

Los datos acústicos se analizaron utilizando los métodos estándares aplicados en eointegración (Simmonds y MacLennan, 2005). En primer lugar, los ecogramas se inspeccionaron visualmente y luego se aplicó un procedimiento de control de calidad para detectar y corregir en los datos los errores asociados a la posición geográfica, integración del fondo, interferencia, ruidos y zona muerta.



El procedimiento utilizado para corregir los datos de aquella secci3n del ecograma que mostraba interferencia o p3rdida de se1al, fue clasificarla como secci3n no integrable registr1ndose el n3mero de pulsos que ella abarcaba. Luego, se corrigi3 la secci3n correcta del ecograma mediante el factor ( $fc_1$ ):

$$fc_1 = \frac{PRI}{(PRI - PRNI)}$$

Siendo PRI el n3mero de pulsos que abarcaba la secci3n a integrar y PRNI el n3mero de pulsos de la secci3n clasificada como no integrable.

La correcci3n del eco proveniente del plancton, se efectu3 siguiendo el m3todo propuesto por Simmonds y MacLennan (2005), quienes para corregir la presencia de plancton en una regi3n a eointegrar ( $RI$ ), estiman la densidad ac3stica en una regi3n contigua pero sin la presencia de la especie objetivo ( $RP$ ), es decir, donde se registra s3lo la presencia de plancton. El factor de correcci3n ( $fc_2$ ) se estim3 como:

$$fc_2 = \frac{s_A(RI) - s_A(RP)}{s_A(RI)}$$

Para corregir por el efecto de zona muerta ( $fcf$ ) o ciega del haz ac3stico se aplic3 el m3todo propuesto por Ona y Mitson (1996), que lo estima como:

$$fcf = S_{A(T)} = S_{A(0)} + S_{A(0)} \left( \frac{h_{eq} + h_{bs} + h_{\tau}}{h_o} \right)$$

Siendo  $h_{eq}$  la altura equivalente 3 fracci3n no muestreada debido al 1ngulo del haz del ecosonda,  $h_{bs}$  la altura no muestreada debido al backstep y  $h_{\tau}$  la p3rdida de se1al debido a la longitud del pulso.



La ecointegración de la región con presencia de la especie objetivo corregida ( $S_{Ac}$ ) se estimó aplicando los factores de corrección ( $fc$ ,  $fc2$  y  $fcf$ ) sobre la ecointegración asignada a la región con presencia de peces ( $S_{AA}$ ) como:

$$S_{Ac} = S_{AA} * fc1 * fc2 * fcf$$

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

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

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



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

Merluza común	$TS = 20,0 \cdot \log(L) - 68,5$	(Lillo <i>et al.</i> , 1996)
Jibia:	$TS = 20,0 \cdot \log(LM) - 92,8$	(IMARPE, 2001)
Congrio	$TS = 18,5 \cdot \log(L) - 64,6$	(McClatchie <i>et al.</i> , 2003)
Granaderos	$TS = 21,2 \cdot \log(L) - 81,4$	(McClatchie <i>et al.</i> , 2003)
Merluza de cola	$TS = 20,2 \cdot \log(L) - 72,1$	(Lillo <i>et al.</i> , 2005)

En lo que se refiere a la resolución espacial y temporal utilizada para la estimación del coeficiente de dispersión acústica de las diferentes especies, se utilizaron las capturas en número de aquellos lances de pesca más cercanos al sector de la transecta en análisis, lo anterior llevó en promedio a una resolución espacial y temporal inferior a las cinco millas náuticas ni superior a las 24 horas.

#### 4.2.3 Estimación de la abundancia, biomasa y su varianza

La abundancia se estimó mediante el procedimiento planteado por Rivoirard *et al.* (2000) que comprende tres pasos como son: la estimación de la densidad numérica ( $N^\circ/mn^2$ ) local de merluza común ( $Z_{(x)}$ ) en cada unidad básica de muestreo, la estimación de la densidad promedio por subzona o área de estudio y la estimación de la abundancia o biomasa global.

La fuerza de blanco se estimó mediante la relación  $\overline{TS} = 20 \cdot \log(\text{talla}) - 68,5$  (Lillo *et al.*, 1996), utilizada en evaluaciones anteriores de este recurso. Esta relación se puede considerar como similar a las estimadas y empleadas para la evaluación de *M. capensis* (Svellingen y Ona, 1999), *M. productus* (Kieser *et al.*, 1998) y *M. g. peruanus* (MacLennan, 2000).



### a) Densidad local

La densidad local de merluza común en cada unidad básica se estimó como:

$$\hat{Z}_{(x)} = \frac{S_{A(x)}}{\bar{\sigma}_{mc}}$$

donde:

- $\hat{Z}_{(x)}$  : Densidad local (Nº/mn<sup>2</sup>) de merluza común en la UBM de posición (x)
- $S_{A(x)}$  : densidad acústica (m<sup>2</sup>/mn<sup>2</sup>) asignada a merluza común en la UBM de posición (x)
- $\bar{\sigma}_{(mc)}$  :  $4 * \pi * 10^{(0,1 * TS_{(mc)})}$ ,
- $TS(mc)$  : fuerza de blanco promedio de la merluza común estimada para la estructura de tallas en el lance más cercano

### b) Densidad media

El segundo paso correspondió a la estimación de la densidad media en cada una de las subzonas en que se dividió el área de estudio. En esta etapa se aplicaron dos tipos de estimadores, uno fue el estimador de razón (Cochran, 1977; Hansen *et al.*, 1954) y el otro estimado utilizando el método de variables regionalizadas o geoestadístico (Petitgas, 1991; Rivoirard *et al.*, 2000).



- Estimador de razón

La densidad promedio de la merluza común se estimó como:

$$\bar{Z}_R = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{Z}(x)_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

donde:

$\bar{Z}_R$  : densidad media de la merluza común en la subzona ( $N^0/mn^2$ )

$n$  : número de transectas en la muestra

$\hat{Z}(x)_i$  : densidad de la transecta  $i$ -ésima

$Y_i$  : número de intervalos básicos de muestreo en la transecta  $i$ -ésima

- Estimador geoestadístico

Un segundo estimador de la biomasa de la merluza común correspondió al método geoestadístico. En este método, las estaciones de muestreo (UBM) se asumen fijas y los valores de la variable estudiada (densidad local) son considerados variables aleatorias en cada punto del espacio (área de estudio), esto permite modelar su variabilidad espacial y efectuar estimaciones puntuales o globales (Petitgas, 1991).

La densidad media ponderada  $\hat{Z}_{gs}$  de merluza común se estimó mediante el uso del método de kriging. En primer se estimaron mediante una grilla de interpolación las densidades locales ( $Z_{x_0}^*$ ) en los diferentes nodos a partir de las densidades locales observadas ( $Z_{w(x)}$ ) como:



$$Z_{x0}^* = \sum_{i=1} w_i * Z_{w(x)i}$$

Donde  $w_i$  representan los factores ponderadores, que deben sumar uno para que la estimaci3n sea insesgada. Posteriormente, se estim3 la densidad media como el promedio de los valores estimados en los nodos correspondientes de la grilla de interpolaci3n como:

$$\hat{Z}_{gs} = \frac{1}{V} \int Z_{x0}^* dx = \frac{1}{m} \sum Z_{x0}^*$$

### c) Biomasa y abundancia

La abundancia y la biomasa se estimaron como:

$$\hat{A}_R = a_R * \hat{Z}_R$$

$$\hat{B}_R = \hat{A}_R * \bar{w}$$

donde,

$\hat{A}_R$  = abundancia (en n3mero).

$a_R$  = 3rea prospectada ( $mn^2$ ) que corresponde al 3rea de distribuci3n para el m3todo geoestadístico y al 3rea prospectada para el m3todo de raz3n.

$\hat{Z}_R$  = densidad promedio de merluza com3n en la subzona

$\bar{w}$  = peso promedio de merluza com3n (t).

$\hat{B}_R$  = biomasa (t).



#### d) Estimaciones de la varianza de la biomasa

La varianza de las estimaciones de la biomasa se estim3 mediante los m3todos de conglomerados (Hansen *et al.*, 1954) para el estimador de raz3n y mediante la teor3a intr3nseca para el m3todo geoestad3stico.

- **Estimador de raz3n**

##### M3todo por conglomerado (Hansen *et al.*, 1954)

La varianza de la biomasa ( $\hat{B}_R$ ) estimadas considerando las transectas como conglomerado se estim3 como:

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

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

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

$$\hat{V}(\hat{\sigma}) = \hat{V}\left(4\pi * 10^{\frac{7\hat{\sigma}}{10}}\right) = (4\pi)^2 \hat{V}\left(10^{\frac{7\hat{\sigma}}{10}}\right)$$



El estimador de la varianza de la densidad media se estimó como:

$$\hat{V}_1(\hat{Z}_R) = \frac{1}{n\bar{y}^2} (S_x^2 + \hat{Z}_R^2 S_y^2 - 2\hat{Z}_R S_{xy})$$

$$S_{xy} = \sum_1^n \frac{[Z(x)_i - \bar{Z}(x)](y_i - \bar{y})}{n-1}$$

$$S_x^2 = S_{xx} \quad ; \quad S_y^2 = S_{yy}$$

$$\bar{x} = \sum_1^n \frac{x_i}{n}; \bar{y} = \sum_1^n \frac{y_i}{n}$$

- **Estimador geoestadístico**

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

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

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

La varianza proveniente de la distribución espacial del recurso ( $\hat{V}(\hat{Z}_{gs})$ ), se estimó mediante el método propuesto por Petitgas (1991) y Rivoirard *et al.* (2000), quienes aplican los principios de variables regionalizadas ó geoestadística, a la estimación



de la varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

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

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

El algoritmo de kriging, estima los ponderadores que minimizan la estimación de la varianza, ponderando las muestras de acuerdo a su posición relativa y estructura espacial para generar un estimador insesgado mínimo de la varianza (Cressie, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000). Para la obtención de los estimadores geoestadísticos se utilizaron los programa computacional EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997) y GS+ (Geostatistics for environmental sciences).

#### **4.2.4 Distribución espacial de la merluza común**

La distribución espacial de la merluza común en el área prospectada, se presenta como una carta de contornos, en donde éstos representan curvas que unen puntos de igual densidad. Lo anterior, permite ver de manera clara las áreas de mayor concentración de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005).

La carta de distribución espacial de la merluza común, se confeccionó mediante el uso de los módulos de grillado y mapeo del paquete computacional GS+.



Como método de interpolación se utilizó el kriging, para lo cual se estimaron los variogramas, herramienta analítica que permite describir la estructura espacial de una variable y sus características como: tamaño, dirección y tipo de estructura (Rivoirard *et al.*, 2000).

En el método geoestadístico, los datos son interpretados como una representación muestral de un proceso aleatorio dentro del área de estudio, a través de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales  $(Z(x_i) - Z(x_i + h))^2$  como función de su distancia  $h$ , definida mediante la ecuación:

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

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

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

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

El ajuste del variograma experimental a un modelo matemático, se efectuó de acuerdo a la propuesta de Cressie (1993) de:



Modelo esférico:

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

Modelo exponencial:

$$\gamma(h) = c_0 + c_s \left( 1 - e^{-\frac{h}{a}} \right)$$

Donde,  $c_0$  corresponde a la variabilidad de microescala,  $c_s$  representa la varianza estructural del modelo de variograma y  $a_s$  el rango o distancia hasta la cual los datos presentan correlación. La suma de ambas variabilidades ( $c_0 + c_s$ ), representa el “sill” o nivel máximo de variabilidad de los datos.

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

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

Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo al número de datos ( $N(h_j)$ ) y al inverso de  $\gamma(h_j)$ , lo que tiene la propiedad de aumentar la ponderación de los puntos cercanos al origen del variograma permitiendo obtener un buen ajuste en las cercanías de su origen y disminuir la ponderación de los puntos no representativos (Cressie, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000).



Para estimar la posición de la distribución espacial de la merluza común, se estimó el centro de gravedad ( $CG$ ) y la inercia ( $I$ ) como indicadores de la posición media y la dispersión media de la distribución en el área de estudio como (Bez, 2002):

$$CG = \frac{\sum x_i \cdot z(x_i)}{\sum z(x_i)} ; I = \frac{\sum (x_i - CG)^2 \cdot z(x_i)}{\sum z(x_i)}$$

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

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

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



### **4.3 Objetivo Específico 2. Estimación de la composición de tallas, edad y sexo del stock de merluza común en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.**

#### **4.3.1 Muestreos**

Las muestras obtenidas de las capturas de los lances de pesca de identificación fueron sometidas a los siguientes muestreos biológicos:

- **Muestreo de longitudes:** Muestreo aleatorio, orientado a obtener la composición de talla por sexo. Se midió la longitud total de cada ejemplar de la muestra con una precisión de 1 cm y se determinó su sexo.
- **Muestreo biológico-específico:** Muestreo estratificado por clase de longitud, orientado a obtener las relaciones entre la longitud y el peso de los ejemplares por sexo y la estructura de edades de la captura. Se extrajeron los otolitos, se midió la longitud total y se determinó el sexo de los ejemplares, su peso total, su peso eviscerado y el estado de madurez sexual macroscópico según los criterios descritos por Balbontín y Fischer (1981).

De las cajas llenas, se seleccionaron un total de 6 cajas (las dos primeras, dos intermedias y las dos últimas) y a los ejemplares contenido en tres de ellas, se les realizó el muestreo de longitudes. Los ejemplares contenidos en las dos cajas restantes, fueron utilizados para el muestreo biológico-específico. Debido a que este último es un muestreo dirigido a construir la estructura de edad de la captura, se complementaron los estratos de talla no modales, con ejemplares observados *a priori* durante el llenado de las cajas u observados durante el muestreo de frecuencia de longitud. En las ocasiones en que la captura fue inferior a 6 cajas, se



privilegió el muestreo biológico-específico, registrándose en cualquier caso, la longitud total por sexo de todos los ejemplares de la captura.

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

#### **4.3.2 Distribuciones de longitud por zona y estrato de profundidad**

Las distribuciones de frecuencia de longitud fueron representadas y descritas en términos de las cuatro macrozonas empleadas para caracterizar la distribución de la abundancia: zona 1 (29°10' - 31°24'), zona 2 (31°25' - 35°30'), zona 3 (35°31' - 38°39') y zona 4 (38°40' - 42°00') y en relación a 5 estratos de profundidad (<100 m; 101-200 m; 201-300 m; 301-400 m y 401-500 m).

##### **4.3.2.1 Comparación de las estructuras de talla**

Para comparar las distribuciones de talla entre subzonas, años y dominio batimétrico, se utilizó un procedimiento estadístico diseñado para comparar distribuciones multinomiales que utiliza como base un modelo lineal generalizado (GLM), aplicando regresión logística ordinal.

En el modelo de distribución de longitudes la variable respuesta es de tipo categórica, entonces la teoría basada en GLM puede ser utilizada, realizando una generalización de la regresión logística para respuestas dicotómicas (Dobson, 2002). Con esta generalización es posible hacer uso de todas las herramientas de la inferencia existente para este tipo de modelo.



El modelo utilizado corresponde Modelo Logit de Razón Continua (Continuation ratio logit), que está definido como sigue:

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

donde se modela la proporción de la respuesta que está en la categoría  $k$ , condicionada a todas las superiores  $k+1, \dots, K$ . (Rindorf y Lewy, 2001; Dobson 2002).

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

#### **4.3.2.2 Estimación de la composición de longitudes de la captura**

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



## Notación

### Índices:

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

### VARIABLES Y PARÁMETROS:

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

Estimador de la composición de talla de la captura por estrato y sexo.

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



donde,

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

Estimador de la varianza del estimador  $\hat{p}_{hsk}$

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

donde,

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

con las varianzas de  $\left(\frac{\hat{X}_{hsj}}{\hat{X}_{hs}}\right)$  y  $\hat{p}_{hskj}$  dados por,

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

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

Estimador de la captura en número por estrato y sexo al lance.

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



donde,

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

Estimador de la varianza del estimador  $\hat{X}_{hsj}$

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

Estimador de la captura en peso por estrato y sexo al lance

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

Estimador de la varianza del estimador  $\hat{Y}_{hsj}$

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

Estimador de la proporción sexual en peso por estrato y sexo al lance

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



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

Estimador del peso medio por estrato y sexo al lance

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

$$\hat{W}_{hsk} = \hat{a}_{hs} L_{hsk}^{\hat{b}_{hs}} \hat{p}_{hsjk} = \frac{n_{hsjk}}{n_{hsj}}$$

Estimador de la varianza del estimador  $\hat{W}_{hsj}$

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

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



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

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

### 4.3.3 Estimación de la abundancia por grupo de edad

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

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

$$N_{ek} = p_{ek} \cdot N_k$$

$$N_e = \sum N_{ek}$$

donde:

$N_k$  : número estimado de individuos a la longitud “k”

$N_{ek}$  : número estimado de longitud “k” que pertenecen a la edad “e”

$N_e$  : número estimado de individuos a la edad “e”.

Haciendo referencia de  $N_e$  con respecto a la abundancia total se obtuvo la proporción relativa de cada GE en la estructura demográfica del stock.



El planteamiento metodológico señalado anteriormente, permitió obtener matrices completas las que presentaron explícitamente toda la estructura interna de la abundancia por clase de longitud y para cada grupo de edad.

#### 4.3.4 Estimación de pesos promedios por grupos de edad

La estimación del peso a partir de la longitud promedio tiene un sesgo sistemático, el que se incrementa con la variabilidad de la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958). Piennar y Ricker (1968) como Nielsen y Schoch (1980), abordaron este tema presentando métodos que permiten corregir en forma significativa este sesgo, entregando ambos resultados muy similares. En este estudio se optó por desarrollar las correcciones bajo la metodología de Piennar y Ricker (1968).

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ ,  $L \sim N(\mu, \sigma^2)$ , se pueden presentar dos casos, uno con crecimiento isométrico ( $b = 3$ ) y el otro con crecimiento alométrico ( $b \neq 3$ ).

El valor esperado de función de  $W$ ,  $\Psi(L)$  y su número de términos que dependerá del exponente  $b$ :

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



#### **4.4 Objetivo Específico 3. Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación.**

##### **4.4.1 Muestreo a bordo**

Para caracterizar la condición reproductiva de la merluza común, se tomaron muestras de cada uno los lances de identificación asociado al crucero de prospección. Las muestras fueron seleccionadas en forma aleatoria, dado que éstas debieron permitir estimar una serie de indicadores como es la proporción de estadios de madurez, el índice gonádico, la fecundidad y la ojiva de madurez, en un contexto global y por subzonas del área de estudio.

En cada lance de identificación con captura de merluza común se consideró realizar un muestreo al azar de 15 hembras como mínimo, atendiendo al comportamiento que presenta el índice de error en la estimación de la proporción de estados de madurez, donde un incremento de este número al interior del lance no contribuye a un aumento significativo de la precisión de la estimación, registrándose un total de 2.901 ejemplares muestreados para el análisis de indicadores macroscópicos, de los cuales, 1.809 ovarios fueron destinados para el procesamiento histológico de la condición de madurez.

A cada ejemplar se le registró la longitud total, el peso total, el 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 fijación es una etapa esencial de la técnica histológica, siendo de gran importancia la velocidad de penetración del fijador en



los diversos tejidos para conservarlo lo más parecido al estado vivo y protegerlo de la autólisis y del ataque bacteriano, evitando las distorsiones y retracciones que sobrepasen los límites compatibles con la obtención de cortes (Santander *et al.*, 1984 y Hunter, 1985).

#### 4.4.2 Análisis de laboratorio

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

La clasificación de madurez se determinó de acuerdo a las características macroscópicas y mediante el examen histológico de los ovarios. La clasificación macroscópica de las gónadas se hizo según la escala apreciativa de madurez sexual específica para *M. gayi* (Balbontín y Fischer, 1981), que consta de los estadios descritos en la tabla 5.

El método microscópico se basa en la observación interna de la gónada y resulta necesario para confirmar las apreciaciones macroscópicas del grado de madurez, dado que permite obtener una información precisa y detallada de las distintas transformaciones morfológicas que acontecen durante el ciclo de maduración sexual. El análisis microscópico se realizó de acuerdo al diagnóstico morfohistológico del parénquima gonadal, en base a los criterios básicos señalados para peces teleósteos por Wallace y Selman (1981) y Selman y Wallace (1989) y los descritos por Hunter y Macewicz (1985), apoyado además de una escala microscópica apreciativa de la madurez sexual específica para hembras de *M. gayi* reportada por Herrera *et al.* (1988) (Tabla 6).



## b) Estimación del índice gonadosomático ( $\hat{R}(IGS)$ )

Para la estimación del índice gonádico, primeramente se calculó un índice gonadosomático individual ( $\hat{IGS}_{ji}$ ) como una razón entre el peso de la gónada ( $Wg$ ) y el peso del pez ( $W$ ), luego el índice gonádico al lance ( $\hat{IGS}_j$ ) como el promedio de los ( $\hat{IGS}_{ji}$ ) estimados en cada lance y finalmente un índice gonádico total ( $\hat{IGS}$ ) estimado como un promedio ponderado de los índices por lance, donde el ponderador corresponde a la captura de la especie en cada lance.

$$\hat{IGS}_{ji} = \frac{Wg_{ji}}{W_{ji}} * 100 \quad ; \quad \hat{IGS}_j = \sum_{i=1}^n \frac{\hat{IGS}_{ji}}{n_i} \quad ; \quad \hat{IGS} = \sum_{j=1}^m \frac{C_j}{C} \hat{IGS}_j$$

La varianza del estimador del índice gonádico ( $\hat{V}(\hat{IGS})$ ) se estimó como:

$$\hat{V}(\hat{IGS}) = \left[ 1 - \frac{m}{M} \right] \sum_{j=1}^m \frac{C_j^2}{\hat{C}^2} \frac{(IGS_j - \hat{IGS})^2}{m(m-1)} + \frac{1}{mM} \sum_{j=1}^m \frac{C_j^2}{\hat{C}^2} \left[ 1 - \frac{n_j}{N_j} \right] \frac{1}{n_j} S_j'^2$$

siendo

$$\hat{Y} = \frac{\sum_{j=1}^m C_j}{m} \quad ; \quad \hat{S}_j'^2 = \frac{1}{n_j - 1} \sum_{i=1}^{n_j} (IGS_{ji} - \hat{IGS}_j)^2$$

## c) Estimación de estadios de madurez en la captura

El diseño de muestreo para estimar la proporción de estadios de madurez correspondió a un muestreo aleatorio bi-etápico, donde las unidades de primera



etapa correspondieron a los lances y de segunda etapa a la selección de ejemplares al interior del lance. Los estimadores utilizados fueron:

$$\hat{P}_{EM} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{Y_0} \cdot \hat{P}_{EMi} \quad \hat{P}_{EMi} = \frac{n_{EMi}^*}{n_i^*} \quad Y_0 = \sum_{i=1}^n y_i$$
$$\hat{V}[\hat{P}_{EM}] = \left[1 - \frac{n}{N}\right] \frac{1}{n} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{y_i^2}{\hat{Y}^2} [\hat{P}_{EMi} - \hat{P}_{EM}]^2 + \frac{1}{Nn} \sum_{i=1}^n \frac{y_i^2}{\hat{Y}^2} \left[1 - \frac{n_i^*}{N_i^*}\right] \frac{1}{n_i^* - 1} \hat{P}_{EMi} [1 - \hat{P}_{EM}]$$

Para los efectos de análisis de los resultados, además de la subdivisión del área de estudio, se consideró también una escala de grupos arbitrarios de longitud de: < 30; 30-39; 40-49; 50-59, 60-69 y > 70 cm, el que contempló el análisis del grupo 30-39 cm (30-34; 35-39), por estar contenido el estimado de la talla media de madurez sexual.

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

#### d) Ojiva de madurez y talla media de madurez (50%)

Se consideraron los diagnósticos histológicos del estadio de madurez del ovario para la clasificación de individuos maduros e inmaduros, teniendo como criterio el inicio de los procesos de vitelogénesis. Según la escala apreciativa propuesta, se clasificaron como sexualmente maduras las hembras en EMS III al IX y como inmaduras, aquellas en los EMS I y II.

Considerando que un ejemplar puede estar maduro o inmaduro, los datos de madurez sexual poseen una distribución binomial. Ellos fueron ajustados a un modelo logístico de madurez mediante el método de máxima verosimilitud, ya que



el tamaño de muestra de cada grupo de talla es considerado explícitamente en la función de máxima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988).

$$m(l) = \frac{\beta}{1 + \exp(\alpha_1 + \alpha_2 * l)}$$

donde  $m(l)$  es la fracción de individuos maduros en función de la talla,  $l$  es la talla (longitud total),  $\beta$ ,  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  son los parámetros que representan la asíntota, la posición y la pendiente, respectivamente. El parámetro  $\beta$  se fijó en 1, basándose en los antecedentes que indican que a medida que los ejemplares crecen la fracción de individuos maduros se aproxima a 1.

La función log de máxima verosimilitud corresponde a:

$$L(\beta, \alpha_1, \alpha_2) = \sum [(h) \ln(m(l)) + (1-h) \ln(1-m(l))]$$

donde  $h$  es la variable dicotómica que representa la condición de madurez ( $h=1$ ) o inmadurez ( $h=0$ ) y la sumatoria es a través de todas las longitudes.

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

La fecundidad se estimó de acuerdo al método gravimétrico descrito por Hunter y Goldberg (1980), Santander *et al.* (1984) y Hunter *et al.* (1985). Para este efecto se consideró analizar al menos 50 ejemplares por zona, para alcanzar un nivel de error del 5% en la estimación de la fecundidad promedio.



Para el cálculo de fecundidad modal se aplicó, al no disponer de un número óptimo representativo de hembras hidratadas, el método de la moda más avanzada, donde secciones de tejido ovárico preservados en solución Gilson fueron pesados con una precisión de 0,1 mg y los ovocitos disgregados del estroma se separaron por clase de tamaño a través de una batería de tamices, con un rango de 250 a 2000 micras, con un arrastre de agua en un sistema de vibración. Los registros del número de ovocitos retenidos en cada malla se utilizaron para la identificación de los diferentes grupos modales.

Para el cálculo de la fecundidad se utilizaron sólo los ovarios maduros, cuyas distribuciones de frecuencia mostraron al grupo modal más avanzado claramente identificable. El número de ovocitos hidratados o vitelados avanzados en la submuestra se utilizó para la estimación del número total de ovocitos maduros del ovario (fecundidad modal), de acuerdo a la expresión:

$$\hat{F}_j = \frac{1}{v} \sum_{v=1} \left[ \frac{H_{vi}}{WS_{vi}} \right] * PG_i$$

Donde, la fecundidad promedio y su varianza corresponde a:

$$\hat{\bar{F}} = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{F}_i}{n^*} \quad ; \quad \hat{V}(\hat{\bar{F}}) = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{F}_i - \hat{\bar{F}})^2}{n^* (n^* - 1)}$$



Donde:

$\hat{F}_i$  = Fecundidad modal de la hembra  $j$ .

$H_{\nu i}$  = Número de ovocitos en la submuestras  $\nu$  del ovario de la hembra  $i$ .

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

$PG_i$  = Peso del ovario de la hembra  $i$ .

$\nu$  = Número de submuestras del ovario

$n^*$  = Número de hembras analizadas.

La estimación de la fecundidad media poblacional o modal, representativa del total de la población de hembras maduras, requiere del ajuste de un modelo que explique los datos de la fecundidad parcial en función de un parámetro corporal (peso, talla). Aunque en merluza común la relación entre la fecundidad modal y el peso corporal de las hembras se ha ajustado a un modelo de regresión lineal simple; en tanto, la relación de la fecundidad y la longitud total a uno potencial, se probaron mediante análisis de regresión los siguientes modelos:

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

Siendo  $\hat{F}_{ij}^*$  la fecundidad parcial estimada de la hembra  $i$ ,  $\alpha$  y  $\beta$  los parámetros de los modelos y  $W_{ij}^*$  el peso corporal (peso total menos peso ovario) de la hembra  $i$  en el lance  $j$ . El modelo seleccionado fue el que mostró la mejor eficiencia estadística expresada en función de la menor suma de cuadrados residuales.



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

Este objetivo se dividió en los siguientes aspectos:

- Proporción en la captura de los diferentes componentes de la fauna acompañante.
- Comparación por zona geográfica entre las proporciones de los principales componentes de la fauna acompañante, observadas en las evaluaciones hidroacústicas de merluza común de los años 1993, 1995, 1997, 1999-2002 y 2004-2008.
- Caracterización biológica y presencia de merluza común en estómagos de *D. gigas*.

##### **4.5.1 Muestreo de fauna acompañante**

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

##### **4.5.2 Procesamiento de los datos**

Dado que el diseño de muestreo como el arte de pesca utilizado fueron dispuestos para la evaluación de merluza común, el análisis de la fauna acompañante buscó caracterizar la composición e importancia relativa de las especies representadas en la captura de los lances de identificación y los cambios que ésta ha experimentado entre los años en que se han realizado estos cruceros. Desde este punto de vista, se ha



evitado la estimación de la abundancia de fauna acompañante en el área de estudio, dado la incertidumbre involucrada en este tipo de extrapolación y a que los contrastes que este objetivo persigue, en rigor no la requiere.

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

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

- $\rho$  = proporción de la especie en la captura.  
 $C_{ekl}$  = captura de la especie *e* en el lance *l* del estrato *k*.  
 $n_l$  = número de lances en el estrato *k*.  
 $n_e$  = número de especies capturadas en el estrato *k*.

$$\overline{CPUA}_e = \frac{\sum_{l=1}^{nle} C_{l,i}}{Ab \cdot \sum_{l=1}^{nle} D_{l,e}}$$

- $CPUA_e$  = captura por unidad de área de la especie *e* de la fauna acompañante (kg/km<sup>2</sup>).  
 $Ab$  = promedio de la abertura de las alas.  
 $nle$  = número de lances con presencia de la especie *e*.  
 $D_{l,e}$  = distancia rastreada en millas náuticas.



### 4.5.3 Análisis de la fauna acompañante

Se comparó la importancia relativa de los principales componentes de la fauna acompañante registrados en las capturas de los lances de identificación del crucero de evaluación 2008 del stock de merluza común, con aquella observada en las evaluaciones de este recurso, realizadas en el marco de los proyectos FIP 1993-03; 1995-14; 1997-12; 1999-04; 2000-04; 2001-18, 2002-03, 2004-09, 2005-05, 2006-03 y 2007-16. El crucero de 1993 fue considerado a pesar que el área prospectada ese año no incluyó el sector que en cruceros posteriores se denominó como área 1 (29°10' - 31°24' L.S.).

Se consideró como principales componentes de la fauna acompañante, a aquellas especies que representaron una proporción mayor al 1% de la captura total en cada crucero de evaluación.

Los contrastes realizados consistieron en la comparación multivariada de las entidades de interés, cuyos atributos o variables consistieron en la proporción o *CPUA* de las especies seleccionadas. Inicialmente las entidades correspondieron a los 11 cruceros de evaluación, sin distinguir estratos al interior de cada vector de datos y posteriormente se realizó la comparación considerando 43 entidades (el proyecto FIP 93-03 comprendió sólo tres zonas) que resultan al distinguir al interior de cada crucero, las cuatro macrozonas latitudinales empleadas en la caracterización de la distribución de la abundancia de merluza común. En vista que en determinados proyectos se realizaron algunos lances de pesca con red de media agua, en la estructuración de los datos base se excluyeron todos los lances en donde el arte de pesca no correspondiera a red de arrastre de fondo.



Se comparó los vectores de medias del logaritmo de la *CPUA* por especie de cada crucero de evaluación directa, mediante un test de razón de verosimilitud (Manly, 1994).

$$\phi = \left[ n - 1 - \frac{1}{2}(p - m) \right] \cdot \log_e \left[ |T| / |W| \right]$$

$n$  = número total de observaciones.

$p$  = número de variables.

$m$  = número de muestras.

$|T|$  = determinante de la suma de cuadrados totales y la matriz de productos cruzados.

$|W|$  = determinante de la suma de cuadrados intra muestra y la matriz de productos cruzados.

El elemento en la fila  $r$  y la columna  $c$  de  $T$  se obtiene mediante la expresión:

$$t_{rc} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ijr} - \bar{x}_r)(x_{ijc} - \bar{x}_c)$$

El elemento en la fila  $r$  y la columna  $c$  de  $W$  se obtiene mediante la expresión:

$$w_{rc} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ijr} - \bar{x}_{jr})(x_{ijc} - \bar{x}_{jc})$$

$x_{ijk}$  = *CPUA* de la variable (especie)  $X_k$  en la  $i$ -ésima zona en la muestra  $j$ .

$\bar{x}_{jk}$  = la media de  $X_k$  en la muestra  $j$ .

$\bar{x}_k$  = media general de  $X_k$  para todos los datos tomados en conjunto.



La prueba de significancia de la estadística  $\Phi$  se realiza por comparación con una distribución chi- cuadrada con  $p(m-1)$  grados de libertad.

En una etapa siguiente se efectuó una clasificación de las entidades comparadas (cruceros y estratos zona-crucero), mediante un análisis de cluster que realizó una aglomeración de estos objetos en pasos sucesivos a partir de una matriz de distancias (Ludwig y Reynolds, 1988). La matriz de distancias se construyó en base a la proporción de las principales especies representadas en la captura, utilizando como medida de distancia la expresión sugerida por Manly (1994), para el caso particular en que los datos corresponden a proporciones:

$$d_1 = \sum_{i=1}^K |p_i - q_i| / 2$$

En el algoritmo de cluster se utilizó la modalidad de agrupación *UPGMA* (Unweighted pair – group method with arithmetic averages).

Para la identificación de grupos específicos o asociaciones, se utilizó el criterio cuantitativo propuesto por Strauss (1982), que considera la estimación de un valor crítico, a partir de la generación de una distribución empírica de distancias y tomando como referencia un nivel de significancia. La distribución empírica de distancias fue generada mediante la aleatorización de la matriz original de proporciones, manteniendo como restricciones el número total de especies por entidad, en este caso por crucero (o estrato zona – crucero) y la frecuencia relativa de cada especie a través de todas las celdas.

Posteriormente, se construyó un “mapa” de dos dimensiones a partir de las distancias  $d_1$ , calculadas sobre la base de la proporción de especies en las entidades mediante



la técnica de Escalamiento Multidimensional no Métrico (Manly, 1994), método iterativo que comienza con una configuración inicial de las entidades, comparados en un sistema de coordenadas, las que luego son movidas al interior de esta configuración de modo que el orden mediante rangos de los objetos, se aproxime lo más posible a las similitudes de la matriz de distancias. El propósito es detectar dimensiones significativas subyacentes que permitan explicar las distancias observadas. El algoritmo converge mediante la minimización de una función de estrés

$$Phi = \sum [(d_{ij} - d(\delta_{ij}))^2]$$

$d_{ij}$  = distancias reproducidas.

$\delta_{ij}$  = transformación monótona no métrica de los datos de distancia de entrada (observados).

Además del mapa de las distancias (disimilitudes) transformadas, se estimó un Diagrama de Shepard que representa las distancias reproducidas para un número particular de dimensiones v/s las distancias observadas (datos de entrada). Este diagrama muestra las distancias reproducidas en el eje vertical y las distancias originales en el eje horizontal y la “función escalada”, que es el resultado de la transformación no lineal de los datos de entrada. Si todas las distancias reproducidas están en la línea escalonada, entonces las distancias ordenadas por rangos, que el método trata de reproducir para un número particular de dimensiones, están reproducidas por la solución respectiva (modelo dimensional).



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

Se analiza el contenido estomacal en un total de 55 est3magos de jibias, fijados en formaldeh3do al 10%. Durante el proceso de an3lisis se trat3 de llegar al nivel taxon3mico m3s espec3fico posible para, posteriormente, realizar el an3lisis cuantitativo del contenido estomacal a partir de los m3todos:

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

Obtenidos cada uno de los m3todos se procedi3 a estimar la importancia relativa de cada tax3n presa, a partir del Índice de Importancia Relativa (IIR) (Pinkas *et al.*, 1971), definido por:

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

donde:

**N** : N3mero de ítem presa encontrado en cada est3mago, expresado como porcentaje en n3mero (%)

**P** : Peso de cada tax3n presa, expresado como porcentaje (%)

**F** : Frecuencia de aparici3n de cada tax3n presa expresado como porcentaje (%)



#### **4.6 Objetivo específico 5. Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período del estudio.**

Este objetivo dice relación con la entrega de información relativa a: *i*) las condiciones bio-oceanográficas (oceanografía física e ictioplancton) asociadas a la distribución de la merluza común y, *ii*) al análisis de las relaciones entre las condiciones oceanográficas y la distribución espacial y batimétrica de la merluza común.

##### **4.6.1 Toma de datos**

Durante el crucero, se evaluaron 89 estaciones oceanográficas distribuidas en 27 transectas dispuestas en forma perpendicular a la línea de costa y distanciadas entre sí por 30 mn (Figura 4c). Con propósitos operacionales, la región de estudio se dividió en cuatro subzonas: a) subzona 1, situada al norte de los 31°40'S compuesta por las transectas 1 a la 6, b) la subzona 2, situada entre los 32°10'S y los 34°40'S, vinculada con las transectas 7 a la 12, c) la subzona 3 situada entre los 35°10'S y los 38°40'S (transectas 13 a la 19) y, por último, d) subzona 4, situada entre los 39°10'S y los 42°00'S (transectas 20 a la 27).

##### **a) Perfiles verticales**

En cada una de las estaciones oceanográficas realizadas se obtuvieron perfiles verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), oxígeno disuelto (ml/l) y fluorescencia (volts) mediante un CTD marca SeaBird, modelo SBE-19, adosado a un muestreador tipo roseta equipado con 12 botellas Niskin de 5 litros de capacidad. Además, en cada una de las estaciones realizadas, se colectó agua de mar a las profundidades de 0, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400 y 500 m como profundidad máxima, para la



cuantificación de los niveles de oxígeno disuelto. Ocasionalmente se tomaron muestras de agua de mar para el análisis de salinidad, para la posterior corrección de la salinidad obtenida desde el sensor de conductividad.

## **b) Muestreo de zooplancton**

Se realizó mediante la utilización de una red Bongo de 0,60 m de diámetro de boca y 300  $\mu\text{m}$  de abertura de malla, complementada con medidores de flujo marca TSK previamente calibrados, lo cual permitió cuantificar el volumen de agua filtrada en cada uno de los lances.

El muestreo cuantitativo del zooplancton orientado a determinar la distribución y abundancia de huevos y larvas de merluza común, se realizó a través de 89 pescas oblicuas desde profundidades máximas de 225 m hasta la superficie. La red fue calada a una velocidad de 0,4 m/s e izada a 0,6 m/s, con un período de estabilización a la máxima profundidad de 45 segundos y con una velocidad de arrastre de 1,6 nudos que permite disminuir tanto el deterioro de los especímenes muestrados en velocidades altas como la evasión en velocidades bajas. El cable operó en un ángulo de  $45^\circ \pm 5^\circ$  con respecto a la vertical, lo que se controló a través de las lecturas del inclinómetro registrándose éstas cada 10 m de cable izado, obteniendo de esta manera la profundidad real de muestreo (Smith y Richardson, 1979).

Para la determinación de la distribución vertical de huevos y larvas de merluza común, en cada una de las transectas del muestreo bio-oceanográfico y en la línea de estaciones más próxima al veril de los 200 m, se practicó un muestreo cuantitativo estratificado con una red modelo WP-2 de 300  $\mu\text{m}$  de abertura de malla provista de un sistema de cierre por estrangulación el cual se activa mediante el envío de un mensajero. Este muestreo contempló un total de 25 estaciones en las que se



efectuaron pescas entre los rangos batimétricos de: 200 -150; 150 – 75 y 75 – 0 metros de profundidad.

Las muestras colectadas tanto con redes Bongo como WP-2 estratificadas, se fijaron inmediatamente después de extraídas de los copos colectores en una solución de formalina al 5% neutralizada con disodio tetraborato, para evitar de esta manera un posible deterioro de los ejemplares capturados.

### **c) Información meteorológica**

La información meteorológica fue registrada en cada una de las estaciones de muestreo y consistió en las siguientes variables: temperatura del aire (bulbo seco y húmedo), presión atmosférica, intensidad y dirección del viento y, altura y dirección de olas. Para su registro a bordo de la embarcación B/C Abate Molina, se utilizaron las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

### **d) Imágenes satelitales**

En la descripción oceanográfica del área de estudio durante el período del crucero también se utilizaron imágenes satelitales diarias disponibles de vientos, temperatura y clorofila para la región comprendida entre los 29°-42°S y los 80°-70°W. La información satelital de viento corresponde a los campos QuickScat de 0,25° de resolución espacial. La temperatura superficial del mar proviene de las imágenes nocturnas MODIS-Aqua de 4 km de resolución, las cuales poseen un mayor número de datos válidos respecto a las observaciones diurnas del mismo sensor. Las imágenes de clorofila utilizadas corresponden al producto combinado de los sensores MODIS-Aqua y MERIS, de ~4 km de resolución.



Utilizando las imágenes diarias de las variables descritas, se calcularon 6 promedios compuestos semanales (4-10, 11-17, 18-24, 25-31 de agosto y 1-7, 8-14 de septiembre de 2008) con el fin de describir la variabilidad temporal durante el periodo de realización del crucero. Igualmente se calculó el promedio compuesto para todo el periodo del crucero que se extiende entre el 4 de agosto y el 11 de septiembre de 2008. Durante el periodo comprendido entre julio 28 al 22 de Agosto, el sensor MODIS-A no se encontró operativo por lo cual no existen datos de temperatura superficial del mar para este lapso de tiempo. Debido a esto los promedios para las dos primeras semanas (4-10 y 11-17 de agosto) no pudieron ser calculados, además de que el promedio de la tercera semana solo fue calculado empleando las imágenes de dos días (23 y 24 de agosto), por lo cual se observa con mayores baches de información faltante respecto de las semanas siguientes. La inoperatividad del sensor satelital MODIS-A provocó también un mayor número de datos faltantes en el producto combinado de la clorofila satelital.

#### **4.6.2 Procesamiento de los datos**

##### **4.6.2.1 Datos de oceanografía física**

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

Las masas de agua presentes en el área y período de estudio se determinaron a través del análisis de diagramas TS de cada una de las estaciones de muestreo oceanográfico. La distribución horizontal de las variables oceanográficas medidas en este estudio se presenta a través de cartas horizontales, para los estratos de 5,



50, 100 y 200 m de profundidad. Además, se construyeron cartas horizontales de la profundidad de la capa de mezcla, la profundidad base de la termoclina, el espesor de la termoclina y la profundidad de la concentración mínima de oxígeno.

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

#### **4.6.2.2 Datos de Ictioplancton**

Una vez transportadas las muestras al laboratorio en tierra, el procesamiento de éstas contempló cuatro etapas, utilizándose en cada una de ellas, microscopios estereoscópicos marca Nikon y Zeiss con aumento de 8 a 40 veces, examinando la totalidad de la muestra.

- a.- Extracción de cada una de las muestras, la totalidad de estadíos tempranos de peces,
- b.- Identificación taxonómica de huevos y larvas de merluza común,
- c.- Cuantificación de huevos y larvas de la especie objetivo, y
- d.- Cuantificación y agrupación del resto del meroplancton.

La determinación taxonómica de la especie objetivo de este estudio, se realizó mediante la ayuda de descripciones de desarrollo embrionario publicadas por diversos investigadores, utilizando de preferencia las de: Bigelow y Schroeder, (1953); Fischer, (1958); Greenwodd *et al.*, (1966); Sauskan y Serebriakov,(1968); Moser y Ahlstrom, (1970); Moser *et al.*, (1984), Boltovskoy, (1981); Fahay, (1983); Pequeño, (1984), Zama y Cárdenas, (1984) y Matarese *et al.*,(1989), Neira (1994) y



Pool *et al.*, (1996), Bernal *et al.*, (1997), Vargas y Castro (2001), y Balbontín *et al.*, (2004).

### a) Estimación de la densidad local de huevos y larvas

Con el propósito de hacer comparable el número de huevos y larvas obtenidos en los diferentes lances de pesca “*l*”, se estandarizó en términos de número de huevos y larvas presentes en una unidad de área estándar de 10 m<sup>2</sup> mediante la expresión:

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

donde:

$\hat{C}_i$  = densidad local de huevos o larvas (Nº/10 m<sup>2</sup>).

$S_i$  = longitud de cable arriado (m).

$v_i$  = velocidad promedio de virado de la red (m/s).

$A_R$  = área de la boca de la red (m<sup>2</sup>).

$t_i$  = duración del arrastre (s)

$c_i$  = número de huevos o larvas en la muestra.

$\Theta$  = ángulo promedio entre la vertical y el cable de cala. En un lance oblicuo es medido a intervalos de 10 metros durante la fase de izado de la red, mientras que en los lances verticales se mide al inicio del virado de la red.

### b) Estimación de índices de abundancia de huevos y larvas

Con los datos de densidad local o por estación, se estimó la densidad promedio respecto de las estaciones totales y positivas. Además, se estimaron los índices comunitarios de constancia y dominancia numérica. La constancia utilizada como un



indicador de la intensidad del desove se estimó como la relación porcentual entre el número de muestras en que se encontraron huevos o larvas de merluza común y el total de muestras obtenidas. La dominancia numérica, expresión de la extensión del desove, se determinó como la relación porcentual entre el número de ejemplares (huevos o larvas) de la especie, respecto al total de los especímenes recolectados.

Se estimó además, el índice ( $L$ ) de abundancia de huevos y larvas de la merluza común, utilizando la metodología propuesta por Smith y Richardson (1979), indicadores que permiten apreciar variaciones en la magnitud del desove.

$$L = A \cdot \bar{c} .$$

El promedio sobre todas las estaciones ( $\bar{c}$ ) resulta de multiplicar la proporción ( $P$ ) de estaciones positivas por el promedio sobre las mismas estaciones, es decir:

$$\bar{c} = P \cdot \bar{c}^+ = \left( \frac{N^+}{N} \right) \left( \frac{\sum_{i=1}^{N^+} c_i}{N^+} \right)$$

Siendo

- $L$  = Índice huevos o larvas
- $A$  = Factor de área que representa el número de áreas de 10 m<sup>2</sup> en el área de estudio.
- $P$  = Proporción de estaciones positivas a huevos/larvas
- $\bar{c}^+$  = Densidad promedio de huevos/larvas de las estaciones positivas.
- $N$  = Número total de estaciones.
- $N^+$  = Número de estaciones positivas.



Para la confección de mapas de distribución, abundancia y asignación de categorías de densidad para huevos y larvas de merluza común, se utilizó una escala métrica  $\log^2$ , que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes Frontier (1980).

Para efectos comparativos, además de la estimación clásica de la densidad promedio de huevos y larvas, se incorporó la estimación de estos parámetros mediante la distribución log-normal delta (Pennington, 1986), de acuerdo a:

$$\bar{c}_i = \left(\frac{m}{n}\right) \exp(\bar{y}) G_m(s^2/2)$$

$$G_m\left(\left(s^2/2\right)\right) = 1 + \frac{(m-1)(s^2/2)}{m} + \frac{(m-1)^3(s^2/2)^2}{2!m^2(m+1)} + \frac{(m-1)^5(s^2/2)^3}{3!m^3(m+1)(m+3)} + \dots$$

Donde:

- $m$  : Cantidad de estaciones (observaciones) positivas
- $n$  : Total de estaciones
- $\bar{y}$  : Media de la variable transformada a logaritmo natural.
- $s^2$  : Varianza de la variable transformada a logaritmo

La varianza de la densidad media estimada viene dada por:

$$\hat{v}(\bar{c}_i) = \left[\frac{m}{n}\right] \exp(2\bar{y}) \left[ \left(\frac{m}{n}\right) G_m^2(s^2/2) - \frac{(m-1)}{(n-1)} G_m\left(\frac{(m-2)}{(m-1)} 2(s^2/2)\right) \right]$$



### c) **Biomasa zooplanctónica total**

La determinación del volumen del zooplancton se realizó con posterioridad a la extracción de los estadíos tempranos de peces, a objeto de evitar posibles daños a los huevos y larvas, que pudieran dificultar su identificación y/o clasificación. Para la medición de los biovolúmenes se utilizó el método de desplazamiento de volumen y los resultados se expresaron en ml de plancton húmedo por 1000 m<sup>3</sup> (Postel *et al.*, 2000). El volumen se determinó dos veces para cada muestra y el resultado es el promedio de ambas mediciones. Se excluyeron de la medición solamente los organismos cuyo volumen individual excediera los 5 ml. La abundancia relativa de la biomasa zooplanctónica se estimó como:

$$Y = 1.000 \left( \frac{X}{VF} \right)$$

Donde,  $Y$  son los mililitros de zooplancton por 1.000 m<sup>3</sup>,  $X$  los mililitros de zooplancton en la muestra y  $VF$  es el volumen de agua filtrada por la red (m<sup>3</sup>).

### d) **Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos**

A objeto de generar información para la descripción comunitaria existente en la zona, se estimaron los índices de riqueza, diversidad y uniformidad de los grupos zooplanctónicos (Ludwing y Reynolds, 1988).



- **Riqueza de especies**

Se utilizó el índice propuesto por Margalef (Ludwing y Reynolds, 1988):

$$R 1 = \frac{S - 1}{L n (n)}$$

Donde:

$S$  = número total de especies presentes en la muestra.

$n$  = número total de individuos de todas las especies presentes en la muestra.

El índice de riqueza de especies es cero, solo cuando el número de especies en la muestra es 1 y su valor será máximo cuando mayor sea el número de especies de la muestra.

- **Diversidad de especies**

Se estimó mediante los índices Shannon y Weaver ( $H'$ ) y Hill ( $N1$ ) como:

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

$$N1 = e^{H'}$$

Donde:

$p_i$  = abundancia proporcional

$S$  = número de especies presentes en la muestra.

El índice de Shannon y Weaver ( $H'$ ) es igual a 0, si y sólo si, el número de especies en la muestra es 1 y es máximo sólo cuando todas las especies están



representadas con el mismo número de individuos en la muestra (distribución uniforme).

El índice de Hill ( $H_1$ ) que se obtiene con el valor del índice de Shannon y Weaver, fluctúa entre 1 y un valor máximo, que depende del valor máximo del índice  $H'$ . En general, representa el número de especies en la comunidad y se interpreta como el número mínimo de especies de igual abundancia que entregan un valor similar del índice de diversidad  $H'$  (Ludwing y Reynolds, 1988)

- **Uniformidad de especies**

Se estimaron los índices de Pielou ( $E_1$ ) y Sheldon ( $E_2$ ) (Ludwing y Reynolds, 1988).

$$E_1 = \frac{H'}{\ln(S)}$$

$$E_2 = \frac{e^{H'}}{S}$$

Los índices de Pielou y Sheldon permiten estimar el grado de uniformidad o similitud presente en una comunidad biológica o en un hábitat. Estos índices tienden a cero cuando las abundancias relativas de las especies divergen de la uniformidad y existe una máxima dominancia de una especie o grupo y tienden a 1 cuando todas las especies en una muestra son igualmente abundantes.

**e) Comparación de estructuras zooplanctónicas por zonas**



Con el propósito de verificar la existencia de variaciones significativas en la distribución de los grupos zooplanctónicos por zonas tanto en sentido latitudinal como longitudinal, se realizó un análisis comparativo de la distribución de las proporciones observadas en cada zona del área explorada mediante la prueba no paramétrica Chi- cuadrado y su generalización Chi-cuadrado para K muestras independientes (Siegel 1972) en el caso longitudinal.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^R \sum_{J=1}^K \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} =$$

Donde:

$O_{ij}$  = Número observado de casos en la fila ( $i$ ) de la columna ( $j$ ).

$E_{ij}$  = Número de casos esperados conforme a  $H_0$  para ser clasificados en la fila ( $i$ ) de la columna ( $j$ ).

Las hipótesis a contrastadas fueron las siguientes:

Comparación longitudinal:

**H<sub>0</sub>:** Las proporciones de los grupos zooplanctónicos observadas en el sector costero (hasta 10 primeras millas náuticas de la costa) y el sector comprendido entre las 10 millas y el límite occidental del área de estudio no presentan diferencias significativas.

**H<sub>1</sub>:** Las proporciones observadas de los grupos zooplanctónicos entre ambos sectores presentan diferencias significativas.



### Comparación latitudinal:

**H<sub>0</sub>:** Las proporciones observadas de los grupos zooplanctónicos en las subzonas definidas para el área de estudio zona no presentan diferencias significativas.

**H<sub>1</sub>:** Las proporciones observadas de los grupos zooplanctónicos en las subzonas definidas para el área de estudio zona presentan diferencias significativas.

La comparación latitudinal de los valores de abundancia observados en los distintos taxas identificados en el área de estudio, se llevó a cabo mediante la aplicación secuencial de la prueba no paramétrica Chi-cuadrado para k muestras independientes, con el objeto de evitar el enmascaramiento de similitudes que pudiesen estar dados por la sensibilidad de la prueba (Angulo 2008). De forma complementaría a la comparación longitudinal se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis a la distribución observada en cada taxa identificado con un nivel alfa=5%.

#### **4.6.2.3 Relaciones recurso - ambiente**

La relación entre la distribución espacial de la densidad de merluza común ( $t/mn^2$ ) evaluada en el área de estudio versus las variables ambientales medidas, se indagó a través de:

- a) La identificación de rangos de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto en que se encontró merluza común en el espacio (variaciones latitudinales, longitudinales y batimétricas).
- b) El análisis bivariado y la correlación entre la densidad de merluza común y variables ambientales seleccionadas.



- c) El análisis de modelos aditivos generalizados (GAM) entre la densidad de merluza común en el espacio (horizontal y vertical) y variables ambientales seleccionadas, con el propósito de identificar probables relaciones no-lineales entre las variables.
- d) El análisis de rangos de preferencia ambiental para el hábitat de merluza común respecto de variables ambientales seleccionadas (Perry y Smith, 1994; Perry et al., 1994).

El análisis bivariado entre la densidad de merluza común y las variables que representan la variabilidad ambiental, así como la correlación entre estas variables al interior del área prospectada, se realizó sobre la base del Programa Statistica v 5.0. En el análisis estadístico se correlacionó la densidad de merluza común ( $t/mn^2$ ) versus las variables oceanográficas (i.e., temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto) asociadas al estrato superficial y a la profundidad media en que se encontraba el recurso. Además, se incorporó en el análisis a las estructuras oceanográficas: profundidad de la capa de mezcla, profundidad base de la termoclina, espesor de la termoclina, profundidad del mínimo de oxígeno, así como también la profundidad de ecosonda.

Para describir la relación entre la distribución espacial del recurso merluza común y variables ambientales relacionadas (i.e., temperatura, salinidad y oxígeno disuelto), se utilizó dos metodologías distintas:

Modelos aditivos generalizados (Hastie y Tibshirani, 1990).

Utilizados para analizar la relación entre las agregaciones de merluza común y las condiciones ambientales, con el objeto de identificar probables relaciones no-lineales entre las variables cuya forma general es dada por:



$$g(m) = Y = \alpha + \sum_{j=1}^p f_j(X_j) + \varepsilon$$

En esta ecuación  $m = E(Y|X_1, \dots, X_p)$ , constituye la esperanza de la variable respuesta  $Y$  como función de las variables predictoras  $X_1, \dots, X_p$ , a través de un predictor aditivo. La distribución de la variable respuesta, así como también el enlace entre esta distribución y los predictores dados por la función  $g(\cdot)$ , funcionan de forma análoga a los modelos lineales generalizados (GLM, McCullagh y Nelder, 1989). Un modelo GAM provee una forma flexible para definir la función predictor  $f_j(\cdot)$ , la cual es análoga a los coeficientes de regresión en los modelos lineales. Los términos  $f_j(\cdot)$  pueden ser modelados en forma no-paramétrica o paramétrica, o ambas formas se pueden combinar en un modelo semiparamétrico. Los términos no-paramétricos son ajustados utilizando suavizadores de dispersión (“scatterplot smoothers”), entre ellos el suavizador de regresión con ponderación local llamado loess (Cleveland *et al.*, 1992). Los términos paramétricos pueden ser definidos como coeficientes lineales, polinomiales de grado  $n$  ó polinomiales “piecewise” como b-spline y spline natural. La gran ventaja de modelos GAM sobre métodos de regresión tradicionales es la capacidad para modelar no-linealidad utilizando suavizadores de dispersión, constituyéndose en una herramienta poderosa para análisis exploratorios tales que permitan identificar las relaciones funcionales sugeridas por los datos (Hastie y Tibshirani, 1990).

La relación funcional entre la variable respuesta y cada predictor se analizó utilizando GAM no paramétrico, así, la forma de la función puede ser encontrada empíricamente de acuerdo con la distribución de los datos sin una asunción *a priori*. Luego, una versión más parsimoniosa del modelo puede ser evaluada incluyendo términos paramétricos. En casos marcadamente no lineales, “piecewise polynomials” pueden ser utilizados debido a la mayor flexibilidad para ajustar



curvas. El ajuste de los modelos y la parsimonia pueden ser evaluados utilizando test F aproximado y el criterio de Akaike (AIC, Chambers y Hastie, 1992). El estadístico AIC toma en cuenta simultáneamente los grados de libertad y utiliza la bondad de ajuste y modelos con más parsimonia tienen un AIC más bajo.

Debido a la distribución de tipo log-normal que muestra la densidad acústica de merluza común, ésta fue transformada usando logaritmo neperiano para normalizarla. Las demás variables se distribuyeron normales en su mayoría, excepto la concentración de oxígeno disuelto que sigue una distribución asimétrica.

Se modelaron relaciones entre la densidad de merluza común y una variable ambiental (e.g. temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y densidad), siempre en presencia de una o más variables relacionadas con el espacio físico (e.g. latitud, longitud, profundidad de la agregación). Los modelos evaluados consideraron la asociación no paramétrica entre las variables, basándose en la utilización de suavizadores de tipo “loess” (regresión no paramétrica). Debido a que la densidad acústica de merluza común fue valorada en el espacio, primero se analizaron las variables de posición latitud y profundidad (Modelo 0), incorporando luego la longitud geográfica (Modelo 1) y luego una variable ambiental acorde al esquema.

- Modelo 0    Latitud, profundidad media.
- Modelo 1    Latitud, longitud, profundidad media.
- Modelo 2    Latitud, longitud, profundidad media, temperatura.
- Modelo 3    Latitud, longitud, profundidad media, salinidad.
- Modelo 4    Latitud, longitud, profundidad media, oxígeno
- Modelo 5    Latitud, longitud, profundidad media, densidad (sigma-t)



La significancia estadística de cada variable incorporada en los modelos se evaluó determinando su contribución al modelo mediante su valor-F y, la significancia estadística asociada a cada modelo con respecto al modelo básico, fue estimada mediante un análisis de varianza que comparó el modelo estimado con el modelo básico, debiendo cumplir con el requisito de reducir las diferencias con respecto al modelo básico y explicar mayor varianza reduciendo la desviación.

Identificación del grado de preferencia o rechazo a rangos ambientales (Perry y Smith, 1994; Perry *et al.*, 1994).

Como primer paso, a cada estación oceanográfica se le asignó únicamente las ubm's más cercanas, considerando un radio de 2 mn alrededor de la estación, con el propósito de obtener los valores de densidad de cada especie con las variables oceanográficas (Páramo y Roa, 2003). La caracterización de la distribución de frecuencia de la variable del hábitat, se realizó a través de la construcción de una función de distribución acumulada empírica ( $f(t)$ ) con la función indicador ( $I(x_i)$ ).

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

donde,

$n$  = número de ubms próximas a cada estación oceanográfica.

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

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



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

donde,  $Y_i$  representa la densidad de merluza común en cada ubm ( $i = 1, \dots, n$ ) mientras que  $\bar{Y}$  es el estimado de la abundancia media de merluza común.

Si los valores grandes de  $Y_i / \bar{Y}$  están asociados consistentemente con una condición particular del hábitat, entonces esto sugiere una fuerte asociación entre la especie con la condición del hábitat.

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

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

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



#### **4.7 Objetivo específico 6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común**

En la caracterización de las agregaciones se utilizaron descriptores que fueron estimados a partir de observaciones acústicas verticales realizadas mediante el sistema de ecointegración (Scalabrin, 1997).

La agregación se definió como un conjunto de muestras acústicas que poseían una continuidad vertical y horizontal y además excedían un umbral predeterminado de energía y tamaño. El algoritmo de análisis debe encontrar muestras contiguas a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) y muestras contiguas desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal correspondió a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical sobre el mismo pulso, a la distancia relativa correspondiente a la semilongitud del pulso.

Los descriptores utilizados pueden ser clasificados en tres tipos: los morfológicos que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones, los batimétricos que definen su posición en la columna de agua y los de energía que reflejan el nivel de agregación de los peces (Scalabrin y Massé, 1993; Freón *et al.*, 1996).

Dentro de los descriptores morfológicos se consideraron el área transversal, altura, extensión, elongación y perímetro, mientras que la distancia al fondo, profundidad e índice de profundidad como descriptores batimétricos (Figura 5).

El área de una agregación se obtuvo asociando un rectángulo a cada muestra  $S$  con un valor de amplitud sobre el umbral de ecointegración. La superficie del rectángulo  $S_e$  es calculada como el producto de la distancia horizontal cubierta



desde el pulso precedente ( $d_j$ ) y desde el pulso precedente y la distancia vertical cubierta desde la muestra anterior e por lo tanto:

$$Se = d_j * e$$

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

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

A partir de las estimaciones básicas, se derivan otros descriptores que permiten definir otras características de la agregación, como la dimensión fractal (*DFrt*) empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación, éste corresponde a la relación entre la superficie de un cuadrado con un perímetro equivalente al de la agregación y la superficie de la agregación, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociaría al grado de cohesión entre los peces que constituyen la agregación, especialmente en la frontera o borde de la agregación (Scalabrin, 1997):

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

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



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

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

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

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

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

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



## 5. RESULTADOS

---

**5.1 Objetivo específico 1. Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio.**

### 5.1.1 Biomasa y abundancia de merluza común

En la tabla 7 se presentan los resultados de las estimaciones de biomasa, coeficiente de variación e intervalos de confianza obtenidos mediante los diferentes métodos utilizados. La biomasa estimada por el método geoestadístico alcanzó a 313.778 toneladas con un intervalo de confianza que fluctuó entre 268.786 y 361.297 toneladas, con un coeficiente de variación total del 10%. por el método geoestadístico. Por el estimador de razón, la biomasa estimada alcanzó a 309.060 toneladas con un coeficiente de variación del 13,2% y un intervalo de confianza desde 241.747 a 376.373 toneladas por el método de conglomerados. De acuerdo a estos niveles de precisión, las estimaciones de biomasa se pueden considerar como estadísticamente similares.

Mediante la estimación por método geoestadístico, la abundancia de merluza común se estimó en 1.636.309.370 ejemplares de los cuales 651.466.531 (39,8%) correspondieron a machos y 984.842.838 (60,2%) a hembras (Tabla 8). En términos de las subzonas en que se dividió el área de estudio, la subzona 1 contribuyó con 86.148.672 ejemplares y representó el 5,3% del stock evaluado, en tanto que las subzonas localizadas hacia el sur aportaron con 545.200.100, 675.935.765 y 329.024.832, aportando respectivamente el 33,3; 41,3 y 20,1 % del stock (Tabla 8).



La biomasa estimada desagregada longitudinalmente de acuerdo a las subzonas en que se dividió el área de estudio, señala que la fracción mayoritaria se concentró en el sector central y sur del área de estudio ( $31^{\circ}24'S - 38^{\circ}40'S$ ), representando el 75,2% de la biomasa evaluada (Tabla 8).

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

La distribución espacial de la merluza común (Figura 6) abarcó la mayor parte de la superficie del área de estudio y caracterizada por sus bajos niveles de densidad, con un valor global de  $30,7 \text{ t/mn}^2$ . Las mayores concentraciones del recurso se registraron entre el límite sur de la V región hasta la VIII región, con los sectores de mayor relevancia ubicados entre San Antonio e isla Mocha. Longitudinalmente, las densidades promedios estimadas para las diferentes subzonas del área de estudio fueron de 47,4; 28; 43,7 y  $18,7 \text{ t/mn}^2$ , niveles que fueron, a excepción de la subzona 2, superiores a los observados durante el año 2007.

En el plano batimétrico, la mayor proporción de la biomasa (83,1%) del stock evaluado se registró entre los 100 y 400 metros de profundidad.

En lo que respecta a la distribución del stock de merluza común estimada a partir de los lances de pesca de identificación, muestra su presencia a través de toda la zona de estudio con presencia en 150 (98%) de los 153 lances realizados. En términos de densidad local por lance, predominó el nivel de baja densidad ( $<31 \text{ t/mn}^2$ ) que representó el 55% de los lances (Figura 7) y donde los lances con densidades mayores a  $31 \text{ t/mn}^2$  se localizaron hasta los 400 metros de profundidad. Latitudinalmente, se puede observar un cierto gradiente batimétrico por cuanto hacia el sector norte del área de estudio la merluza común alcanza rangos batimétricos más profundos en comparación al sector más austral.



El análisis estructural de la distribución de la merluza común efectuado mediante el ajuste de las densidades locales a un variograma, resultó en un variograma de modelo exponencial, con una distribución altamente estructurada donde el modelo dió cuenta del 98% de la variabilidad y con estructura de un rango de 12 millas náuticas e sólo el 2% restante puede ser atribuido al efecto pepita o variabilidad de microescala en la dirección este-oeste y estructuras de 8,4 millas náuticas, en tanto que en la dirección norte sur se obtuvo un modelo también exponencial que dió cuenta del 90% de la variabilidad y estructuras de 12 millas náuticas ((Figura 8a).

En lo referente a la estructura de las distribuciones espaciales analizadas a través del variograma relativo, los parámetros de los variogramas estimados para los diferentes cruceros han mantenido una estructura relativamente estable (Figura 8b), con valores para el rango que han variado entre 4,1 y 12 millas náuticas alcanzándose los valores máximos en los estudios realizados en los 1993 y 1995, en tanto las menores se registraron para los estudios del año 1999 y 2000. La variabilidad de microescala o efecto pepita (nugget), ha registrado valores en un rango que abarca desde el 0,11 y 0,55 (15%-55%) de la varianza total, con los mayores niveles en los años 1993 y 2000-2001. Estos valores en los parámetros de los variogramas llevan a calificar a la distribución de la merluza común como estructurada y espacialmente dependiente (Robertson y Freckman, 1995).

En términos espaciales, la posición del centro de gravedad o posición media de la distribución de la merluza común experimentó entre 1993 y 2001 un desplazamiento hacia el norte trasladándose de la latitud 36°24'S (1993) hasta alcanzar los 34°21'S (2001), tendencia que se rompe en el 2002 cuando se sitúa levemente más al sur (35°36'S) y que durante el presente estudio se localizó en la latitud 35°54'S, levemente mas al sur que lo observado durante el año 2007 y mas al norte en comparación al período 2004-2006 (Figura 9). Teniendo en



consideración la gran amplitud latitudinal en la distribución de la merluza común, reflejado en un valor de Inercia o dispersión media de la distribución de  $8,1^\circ$ , estos movimientos se pueden considerar como moderados, no obstante, que pueden provocar impacto en la actividad pesquera especialmente en los sectores extremos de su distribución.

El índice de Gini se estimó en 0,7, manteniéndose en el rango de los valores observados en los estudios efectuados con anterioridad, a excepción del año 2004, cuando alcanzó un valor superior a 0,8. Estos resultados, indican un comportamiento de agregación consistente con el proceso reproductivo en desarrollo del recurso durante el período del crucero (Figura 10).

## **5.2 Objetivo específico 2. Estimar la composición de tallas, de edad y sexo del stock de merluza común en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.**

### **5.2.1 Muestreos**

Las muestras biológicas de merluza común (Tabla 9) fueron obtenidas a partir de los lances de pesca efectuados para identificación de ecotrazos. En cada lance de pesca se realizaron los siguientes muestreos:

- **Muestreo de longitudes:** Durante el crucero se midió la longitud total y clasificó por sexo un total de 26.648 ejemplares correspondientes a 9.207 machos, 13.588 hembras y 3.853 ejemplares a los cuales no se les pudo determinar su sexo.



- o **Muestreo biol3gico-específico:** Orientado a obtener las relaciones entre longitud y peso de los ejemplares. Se midi3 la longitud y peso de 4.203 ejemplares.

### 5.2.2 Proporción sexual

Para el área de estudio se estimó una proporción sexual compuesta por un 60% de hembras. Especialmente, las hembras dominaron en todas las subzonas con valores estimados de 65, 55, 67 y 51% para las subzonas 1 a 4 y del 60% para el área total. Al considerar el dominio batimétrico se estimaron valores de 49% para el rango más somero (< 200 m) y de 74% en el más profundo (> 200 m) (Figura 11).

### 5.2.3 Relación longitud peso

Los parámetros biológicos, obtenidos de la relación peso-longitud para cada subzona y sexo se presentan en la Tabla 10 y la dispersión de los datos de la relación longitud-peso observada para cada estrato se aprecia en la figura 12. La talla máxima observada en la data biológica empleada en el ajuste de las funciones correspondió en el caso de machos a un ejemplar de 49 cm. de longitud total con un peso de 614 gramos y de 80 cm. de longitud total y peso de 3.728 gramos en las hembras.

### 5.2.4 Frecuencias de longitud de merluza común

Las tallas de los ejemplares de muestrados a partir de las muestras obtenidas en los lances de pesca de identificación presentaron un rango de tamaños comprendido entre los 10 y 80 cm de longitud total y distribuciones multimodales en todas las subzonas (Figura 13).



Aunque los resultados de las tallas medias de madurez sexual han mostrado una disminución en los últimos años, se consideró pertinente mantener la clasificación como ejemplares juveniles a aquellos de longitud inferior a 37 cm, valor estimado en base a los resultados de los estudios de selectividad (Pavéz, 1981), de reclutamiento de merluza común (Payá *et al.*, 1996; Gálvez *et al.*, 1999) y las estimaciones de la talla media de madurez sexual (Lillo *et al.*, 2007). En este escenario, la zona de estudio se encontró bajo un fuerte predominio de ejemplares juveniles y cuyo aporte constituyó el 79,9% de las hembras y el 96,7% de los machos. En el sector centro-norte (29°10'S - 35°30' S), la componente juvenil de la composición de tallas representó el 74,1% de las hembras y el 95,8% de los machos, situación que se mantuvo en la zona centro-sur (35°31'S - 42°00'S) con aportes del 83,2% y 97,4% en hembras y machos, respectivamente.

La distribución longitudinal y batimétrica de las tallas medias estimadas a partir de los lances de pesca de identificación (Figura 14) muestra el predominio de ejemplares juveniles (< 37 cm) a lo largo del toda el área de estudio y en particular en los niveles batimétricos superiores.

#### **5.2.4.1 Frecuencias de longitud por sexo y subzona**

##### **a) Machos**

La subzona 1 (29°10' - 31°24'), presentó un rango que se extendió entre los 18 y 46 cm, con las mayores frecuencias relativas ubicadas en los rangos de 30-34 cm y 28-30 cm (Figura 13). El porcentaje de machos bajo una talla de 37 cm, alcanzó en esta subzona a un 98,7 de los ejemplares.



En la subzona 2 (31°25' - 35°30'), el rango de tallas comprendió longitudes entre los 17 y 44 cm, registrándose las mayores frecuencias relativas entre los 28 y 35 cm (Figura 13). La contribución de los ejemplares juveniles alcanzó al 95,7%.

En la subzona 3, (35°31' - 38°39') el rango observado fue de 19 cm a 45 cm y las mayores frecuencias relativas correspondieron a los individuos de 27 a 29 cm (Figura 13). El aporte de la fracción juvenil se ubicó en 96,4%.

En la subzona 4 (38°40' - 41°29') el rango de longitudes se extendió entre los 19 cm y 50. La estructura las mayores frecuencias relativas en el rango de 25 a 30 cm (Figura 13). El porcentaje de machos bajo los 37 cm en esta subzona fue de 95,6%.

## **b) Hembras**

La subzona 1 presentó un rango de tallas de 18 a 65 cm, distinguiéndose en su estructura. En su estructura una moda centrada en los 34 cm (Figura 13). El porcentaje de hembras bajo los 37 cm alcanzó en esta subzona un 58%.

En la subzona 2 presentó un rango extendido entre los 18 y 70 cm, ubicándose las mayores frecuencias relativas en el intervalo comprendido entre los 33-39 cm (Figura 13). El porcentaje de hembras reclutas en esta subzona alcanzó el 77%.

En la subzona 3, el rango observado estuvo comprendido entre los 19 cm y los 67 cm, con una moda principal centrada en el intervalo de 33-38 cm (Figura 13). En esta subzona el porcentaje de hembras bajo los 37 cm correspondió a 81%.



En la subzona 4 se observó un rango de 19 cm a 66 cm, con las mayores frecuencias relativas correspondiendo a ejemplares de entre 26 y 33 cm de longitud total (Figura 13). El porcentaje de ejemplares bajo la talla de reclutamiento fue 91 %.

#### **5.2.4.2 Frecuencias de tallas por estrato de profundidad**

En ambos sexos, la frecuencia de longitudes por rango batimétrico mostraron estructuras polimodales y asimétricas. Los ejemplares de menor tamaño (< 24cm) registraron su mayor importancia relativa en profundidades menores a 200 metros (Figura 15 y 16), mientras que los individuos de mayor tamaño cobraron mayor relevancia hacia el rango batimétrico más profundo (> 200 m).

#### **5.2.4.3 Comparación de las estructuras de tallas de merluza común**

##### **a) Por subzona y veril de profundidad**

En las Tablas 11 y 12 se presenta el ajuste para los modelos de machos y hembras respectivamente, considerando tallas, el factor subzonas y veriles de profundidad. Los resultados muestran coeficientes estadísticamente significativos, lo que se corrobora con la prueba de bondad de ajuste medida a través del  $\chi^2$ -pseudocuadrado con valores de 6 % y 13 % para machos y hembras respectivamente (Tabla 13). Los resultados indican en general diferencias significativas en las estructuras de talla de machos y hembras por subzona y veril de profundidad ( $p$  value < 0,001), a excepción de la composición de tamaños de machos entre las subzonas 2 y 3 y en ambas profundidades, mientras que para hembras las subzonas 2, 3 y 4 en el veril sobre los 200 m (Tablas 14 y 15).



El análisis por subzona para hembras indica diferencias entre veriles, mientras que en machos estas diferencias se dan solo en las subzonas 1 y 4 (Tablas 14 y 15). En ambos sexos y donde las diferencias son significativas, éstas se dan particularmente en aquellas subzonas con mayor proporción de adultos en profundidades superiores a los 200 m.

Los resultados del análisis para ambos sexos y veriles muestran en general diferencias entre subzonas, salvo las estructuras de la subzona 2 y 3 en machos y las subzonas 2, 3 y 4 en hembras a veriles superiores a los 200 m (Tablas 14 y 15). Las diferencias, en las estructuras de tamaño para machos en profundidades menores a los 200 m, se explica en parte por una marcada presencia de ejemplares con una talla menor a los 23 cm en la subzona 1, mientras que para la subzona 2, 3 y 4 la moda se encuentra entorno a los 28 cm (Figura 17). Para el estrato de profundidad sobre los 200 m, las estructuras de machos se caracterizan por ser polimodales, y al igual que para el veril hasta los 200 m, no se encuentran diferencias significativas entre las subzonas 2 y 3 (Figura 18).

Para la composición de longitudes en hembras en veriles menores a los 200 m ocurre el mismo efecto que en machos, estructuras caracterizadas por longitudes menores a los 23 cm para la subzona 1 mientras que para las demás subzonas las modas se encuentran entorno a los 28 cm. Para el veril superior a los 200 m, la subzona 1 muestra una marcada moda entorno a los 34 cm en contraste con modas entorno a los 30 cm para las demás subzonas (Figura 19 y 20).

#### **b) Por subzona y año**

El ajuste del modelo para tallas, que considera el factor subzona y año de evaluación para el periodo julio-agosto en machos y hembras, muestra que los



coeficientes son estadísticamente significativos (Tabla 16 y 17). Los resultados de la prueba de bondad de ajuste son significativos y los p-seudo r-cuadrados alcanzaron un 60 % y un 50 % para machos y hembras respectivamente (Tabla 18).

### **Machos**

Los resultados del análisis por subzona indican diferencias en las estructuras de talla entre casi todos los años, con excepción de los años 2005-2006 y 2005-2008 (Tabla 19). Estas diferencias se explican por la presencia de un mayor número de individuos de menor tamaño a partir del año 2004, existiendo una marcada diferenciación entre la composición de tallas de los años anteriores y posteriores a éste. No obstante lo anterior, a partir del año 2007 y para este último año, la composición de longitudes para la subzona 1 presenta un aumento en el calibre de los individuos, situándose en una distribución intermedia respecto a los periodos anterior y posterior al año 2004 (Figura 17 y 18).

Se observa para los años 1997 al 2002 en la subzona 1 una moda principal entre los 33 y 40 cm y en la subzona 2, 3 y 4 entre los 38 y 50 cm, mientras que a partir del 2004, los valores de talla modal han fluctuado en el rango de 24-27 cm, 24-30 cm, 24-32 cm y 26-34 cm en las subzonas 1 a 4, respectivamente (Figura 17).

### **Hembras**

El análisis por subzona, al igual que lo observado en machos, indica diferencias en las estructuras de talla entre casi todos los años, con excepción de los años 2005 y 2006 (Tabla 20). Estas diferencias se explican principalmente por la multimodalidad de las distribuciones y la presencia de un mayor número de individuos hacia longitudes menores los últimos cinco años en relación a los años previos (Figura



19). Particularmente las subzonas 2, 3 y 4 presentan claramente esta última característica, mientras que la subzona 1 se observa solo para el 2005 y 2006 (Figura 19 y 20).

## **5.2.5 Estructura de edades del stock**

### **5.2.5.1 Claves edad talla.**

Para construir las claves edad tallas (CET) para machos y hembras se analizaron 993 muestras de otolitos provenientes del muestreo biológico del crucero de investigación realizado durante el período agosto y septiembre del 2008 (Tablas 21 y 22).

El submuestreo para la edad se realizó de acuerdo a un criterio proporcional a la distribución de tallas ponderadas por la captura, el cual ha demostrado posibilitar una mayor precisión de las matrices a un mismo tamaño de muestra general.

Las claves edad talla del crucero, se procesaron por intervalos de clase de edad-tallas cada 2 cm, para un total de 14 grupos de edad. Los grupos de edad (GE) mayores o iguales a catorce años, se agrupan en el GE 14+ al presentarlos en la matriz, dado que históricamente los GE sobre GE +14 se encuentran con baja representación, manteniéndose estandarizado el formato en que se han analizado las series históricas de esta pesquería. El grupo 14+ está representado por las hembras que son quienes alcanzan mayores tallas y longevidades.



### **5.2.5.2 Estructura demográfica del stock**

En las Tablas 23 a 30 y figura 21 se muestra la estructura etérea por subzona y por sexo, en ellas se aprecia que los grupos etéreos más importantes lo constituyeron los grupos de edades I a IV que representaron el 95,4% de la fracción de machos y el 94,1% en hembras.

En los machos, los grupos etéreos más relevantes correspondieron a los grupos de edad I al III, destacando el GE III en la subzona 1, mientras que en las subzonas 2 a 4, el grupo de edad más representativo correspondió al GE II. En las hembras fueron los GE I a IV los de mayor importancia relativa, siendo el GE III en las subzonas 1 a 3 y el GE I en la subzona 1, los que efectuaron la mayor contribución a la estructura demográfica del stock evaluado (Figura 21).

En lo que se refiere a la distribución espacial y batimétrica de la estructura demográfica del stock, estimada a partir de los lances de pesca de identificación y considerando ambos sexos en conjunto, los grupos etéreos I a V aparecen en todo el rango latitudinal y batimétrico de la zona de estudio, con las mayores densidades localizadas en el sector comprendido entre los 33° y 41°30' de latitud sur, mientras que los grupos de edades mayores se manifestaron con menor frecuencia y de preferencia hacia los niveles batimétricos más profundos (Figuras 22 y 23).

De acuerdo a los resultados expuestos, la estructura demográfica del stock de merluza común continúa con una estructura demográfica deteriorada y compuesta por una gran proporción de ejemplares juveniles, en tanto que la fracción adulta se encuentra en los niveles más bajos de la última década (Figura 24, Tabla 31).



### **5.3 Objetivo específico 3. Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación.**

Para el estudio del estado reproductivo se procesaron 2.775 ejemplares de merluza común muestreados a partir de 138 lances de identificación, de los cuales 1.809 ovarios fueron sometidos a un procesamiento histológico para un análisis microscópico de la condición reproductiva. La amplitud de tamaños de los ejemplares para el análisis reproductivo en el área de estudio abarcó de 11 a 80 cm de longitud total, lo que permitió una buena cobertura de la incidencia de estadios de madurez sexual de la estructura poblacional, así mismo, de hembras virginales y maduras sexualmente. En la subzona 1, las tallas de los ejemplares fluctuaron de 11 a 69 cm, y en la subzona 2, entre 12 y 74 cm, mientras que en la subzona 3, entre 11 y 80 cm y en la subzona 4, entre 15 y 71 cm de longitud total.

#### **5.3.1 Índice gonadosomático (IGS)**

El índice gonadal promedio (IGS) para el total de ejemplares muestreados en el área de estudio correspondió a 3,2% (d.s. = 3,2), valor que está influenciado por la proporción de juveniles en la muestra. Así, el IGS promedio por grupos de tallas indicó valores inferiores a 3,0% en aquellas hembras menores a 39 cm de longitud total, mientras que las hembras pertenecientes a los grupos de tamaños mayores o iguales a 40 cm presentaron un IGS promedio que fluctuó entre 4,6% y 8,5% (Figura 25). La dispersión en los valores de IGS individuales se explica por la coexistencia tanto de ejemplares inactivos como en actividad de maduración, próximos a desovar y en desove.



El IGS calculado por grupos de tamaños y por subzonas (Figura 26) mostró, en términos generales, una tendencia al incremento hacia tallas superiores, con mayores fluctuaciones del estimado en las zonas 1 y 2. En todas las áreas, el mayor aporte al IGS se visualiza desde los 40 cm, con valores máximos en los grupos desde los 60 cm de longitud total. En las subzonas 3 y 4, el comportamiento del IGS fue similar, con un aumento gradual hasta alcanzar el valor más alto en el grupo desde los 70 cm, en cambio en la subzona 1, el indicador cae significativamente en el grupo 50-59 cm, para incrementar notoriamente en el grupo siguiente (60-69 cm). En la subzona 2, el IGS se caracterizó por el registro más alto en el grupo de 60-69 cm, con valores relativamente estables en los grupos 40-49 cm y 50-59 cm y por un descenso en los ejemplares desde los 70 cm. En todas las zonas, el grupo de tallas de ejemplares adultos con mayor aporte en las capturas de identificación (40 – 49 cm) presentó un IGS que indicaba actividad reproductiva.

El índice gonadosomático promedio para las hembras adultas en el área de estudio (mayores o iguales a 37 cm de longitud total de acuerdo a la talla media de madurez sexual reportada por Lillo *et al.* 2003), fue de 4,6% (d.s. = 3,5), mientras que por subzonas, el IGS promedio varió de 3,6% en la subzona 3 a 5,6% en la subzona 2 (Figura 27). El análisis de varianza teniendo como factor las zonas, indicó que existían diferencias significativas entre las distribuciones de los índices (KW= 104,1 ( $p < 0,0001$ )). El test Dunn's para diferencias significativas, reveló que todas las subzonas eran diferentes entre si ( $p < 0,001$ ).

Estos resultados permiten indicar que durante el crucero de evaluación en agosto - septiembre, las hembras adultas de merluza común en el área de estudio se caracterizaron por presentar un proceso reproductivo en desarrollo.



A modo de evaluar el aporte del lance al estimado del índice gonadosomático de la fracción adulta en el período de estudio, los valores promedios de cada lance fueron ponderados por la captura correspondiente, indicando un estimado de 5,7% (d.s.= 0,19) (Tabla 32).

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

#### **a) Análisis macroscópico**

El análisis de los estadios de madurez macroscópico a partir de los lances de identificación, indicó que las gónadas inactivas (I y II) representaron el 42% (CV= 8% y 2%) de las hembras muestreadas. De los estadios más avanzados de desarrollo ovárico, el EMS III (en maduración) predominó con un 55% (CV= 1,5%). Los estadios indicadores de procesos de desove activo (EMS IIIA y IV), más las hembras que habían desovado (EMS V) alcanzaron el 3% (CV= 16,8%, 31,5% y 15,7%) (Figura 28). Esto indicó que durante los lances de muestra (agosto-septiembre) una fracción importante de las hembras se encontró con actividad reproductiva, principalmente de maduración gonadal.

#### **b) Análisis microscópico**

El análisis de la incidencia de estadios microscópico de madurez sexual (Figura 29), indicó un aporte importante de ovarios inactivos (40%), con un 29% (CV= 3%) de hembras virginales (EMS I) y un 11% (CV= 7%) con características de inmadurez (EMS II). De los estadios más avanzados de desarrollo ovárico, el EMS IV (vitelado) predominó con un 32% (CV= 3%), mientras que los estadios indicadores de procesos de desove activo (EMS V a EMS VIII) representaron el 18% (CV= 5%, 14%, 54% y 14%), sin observarse hembras con indicios de



regresión gonadal que indican el término reciente del desove (EMS IX). El 10% (CV= 7%) de los ovarios se encontró en un estado temprano de la maduración ovocitaria (EMS III).

De este análisis se desprende que durante el período de estudio (agosto-septiembre), una fracción importante de los ejemplares muestreados se encontró en un proceso reproductivo en desarrollo, con el predominio de hembras en maduración avanzada y un aporte importante de ovarios con evidencia de desove. Además, no se encontraron hembras desovadas (EMS IX), lo que asociado al menor registro de atresia (2%) de las hembras adultas, permiten señalar que no se observaron indicios recientes que indiquen la declinación de la actividad y el término próximo del período de desove, aunque una menor fracción de ejemplares adultos se encontraron con inactividad gonadal (EMS II).

Para considerar el aporte de cada lance en el estimado de la proporción de estadios de madurez, se utilizó como factor de ponderación los valores de captura correspondientes a cada lance, cuyos resultados por área total y subzonas se presentan en la tabla 33. De aquí se destaca el peso que tuvieron los ejemplares con actividad de maduración gonadal, reflejando el proceso reproductivo en desarrollo.

Entre subzonas, la incidencia de estadios microscópicos de madurez presentó variaciones. Así, el EMS I incrementó de norte a sur, con un aporte importante de ejemplares virginales en los lances de la zona 3 (35%) (CV= 5%) y de la zona 4 (50%) (CV= 4%). Los EMS II y III, presentaron similar ocurrencia en todas las zonas, con un predominio en la zona 1 de 20% (CV= 13%) y 15% (CV= 16%), respectivamente, mientras que en las otras zonas estuvieron en torno al 10% (CV= < 16%). El EMS IV (madurez tardía), correspondió al estado gonadal avanzado que destacó en las zonas de norte a centro-sur (34%; 43% y 30%) (CV= < 9%), en



cambio en la zona más al sur se encontró en un porcentaje menor (13%) (CV= 13%). De los estadios indicadores de actividad de desove (EMS V a VIII), el EMS V (próximo a la hidratación) presentó la mayor participación en toda el área, con porcentajes mas altos en las zonas 1 y 2 (20%) (CV= < 14%) y un mínimo en la zona III (10%) (CV= 12%). Los estadios VI al VIII (desove inminente y reciente), se caracterizaron por estar débilmente representados (< 4%) en las zonas 2 a la 4 (CV= > 17%), evidenciando el proceso de desove en este sector (Figura 30). De este análisis se deduce el desarrollo de un evento reproductivo principal que comprende toda la zona de estudio (> 40% de actividad entre subzonas), con un aporte principal de hembras en maduración gonadal y en menor frecuencia ovarios en desove inminente y reciente. En todas las subzonas, los lances estuvieron representados por la variabilidad de estadios de madurez, caracterizándose los muestreos de las zonas 1 y 2 por un mayor aporte a la actividad reproductiva, mientras que los muestreos de las zonas 3 y 4, se destacaron por una alta incidencia de inactividad gonadal, principalmente por ejemplares virginales no participantes del evento reproductivo. De los resultados de la prueba de igualdad de distribuciones aplicada a los datos de EMS se concluyó que las diferencias observadas en la estructura de los estados de madurez entre subzonas fueron estadísticamente significativas ( $X^2_{\text{calculado}} = 258,40$ ;  $X^2_{\text{crítico}} = 36,45$  ( $P < 0,05$ )), donde la subzona 4 fue la que más contribuyó con las diferencias observadas ( $X^2_{\text{subzona 1}} = 50,20$ ;  $X^2_{\text{subzona 2}} = 75,37$ ;  $X^2_{\text{subzona 3}} = 33,85$ ;  $X^2_{\text{subzona 4}} = 98,98$ ), concordante con la importante incidencia de ejemplares virginales.

La distribución de los EMS de acuerdo a grupos de tamaños de las hembras (Figura 31), permiten indicar que el EMS I correspondió principalmente a hembras menores a 34 cm de longitud total (> 48%), aunque se visualizaron en menor fracción hasta el grupo de 50-59 cm. El EMS II se observó en todos los grupos de tamaños, excepto en el grupo 60-69 cm, con un porcentaje menor al 19% en los



grupos con mayor participación en los muestreos (< 60 cm). Los EMS más avanzados, aunque se visualizan en el grupo de tamaño inferior a 30 cm, estos presentan un mayor aporte y variabilidad a partir del grupo de talla 30 – 34 cm LT, incrementándose la actividad gonadal y de desove, con predominio de EMS avanzados, a partir de los 35 cm de longitud total. Estos resultados son concordantes en que la talla media de madurez sexual se ubicaría en el rango de 30 a 39 cm de longitud total.

La distribución de los EMS según grupos de tamaños y por subzonas (Figuras 32), mostró que el EMS I se presentó en todas las zonas hasta el grupo 40 - 49 cm, caracterizándose las zonas 1 y 2 por un predominio en los ejemplares menores a 30 cm, mientras que en las zonas 3 y 4 la mayor incidencia se extendió hasta el grupo 30 - 34 cm, en que una fracción importante fueron virginales (> 67%). El EMS II estuvo presente en todas las áreas con porcentajes menores a 23% en los grupos de tamaños con mayor participación en los lances (< 49 cm), visualizándose hasta el grupo de 50 - 59 cm en las subzonas 1, 3 y 4, mientras que en la subzona 2 abarcó con un ejemplar al grupo superior a 70 cm, destacando en esta zona el mayor aporte en el grupo 50 – 59 cm. Los EMS más avanzados de actividad ovárica se presentaron en toda el área desde el grupo 30 – 34 cm LT, observándose también en ejemplares < 30 cm en las zonas 1, 2 y 4.

En las subzonas al norte (1 y 2), la mayor variabilidad e incidencia de EMS avanzados se manifestó en hembras desde el grupo 30 – 34 cm, con predominio en los grupos de tamaños con mayor participación (30 a 49 cm), a diferencia de las subzonas al sur (3 y 4), donde la mayor participación y predominio de ovarios activos correspondió en ejemplares desde el grupo 35 – 39 cm LT. Los EMS IV y V fueron importante en todos los grupos de tamaños adultos en las cuatro subzonas, mientras que el aporte al desove activo (EMS VI a VIII) se observó en las zonas



centro norte al sur en hembras de grupos de tamaños desde los 30 cm, con valores más altos en la zona 3 en tamaños entre 50 y 69 cm.

Al comparar la estructura de los EMS por grupo de tamaños entre las subzonas mediante la décima de igualdad de distribuciones se concluye que las diferencias observadas en las distribuciones de los EMS fueron estadísticamente significativas para los grupos de tamaños de 30 cm a 49 cm LT que tuvieron una importante participación en todas las subzonas ( $P < 0,05$ ), mientras que las diferencias no fueron significativas ( $P > 0,05$ ) para los ejemplares menores a 30 cm, con el predominio importante de la fracción juvenil, y para los grupos desde los 50 cm, caracterizados por la similitud en la composición de los EMS y por estar débilmente representados. Al considerar los estadios más avanzados de desarrollo ovárico (EMS III a VIII), en los grupos con mayor participación, desde 30 – 34 cm en las zonas al norte (1 y 2) y desde 35 – 39 cm en las zonas al sur (3 y 4), se destaca un aporte sobre el 60%, señalando el estado reproductivo de la merluza común en toda la zona de estudio.

De este análisis se desprende una condición de actividad reproductiva en las hembras de los distintos grupos de tallas adultas de cada subzona, destacando el predominio de hembras en actividad gonadal desde el grupo 30 – 34 cm en las zonas 1 y 2, mientras que en las zonas 3 y 4, el aporte mayoritario al proceso reproductivo se evidenció desde el grupo 35 - 39 cm LT. En concordancia, la mayor fracción de ejemplares con gónadas inactivas se visualizó en los grupos menores a 34 cm en las zonas 3 y 4, a diferencia de las zonas 1 y 2, en que se presentó en los ejemplares menores a 30 cm LT. En la zona global de estudio, la mayor incidencia y variabilidad de estados avanzados de madurez se presentó en los grupos desde los 30 cm, con porcentajes mayores a partir de los 35 cm de longitud total, lo que considerando la baja participación de las hembras mayores o iguales a 50 cm en el



área, permiten indicar que los ejemplares adultos entre 30 cm y 49 cm de longitud total representan la fracción de la población que mayormente aportan al evento reproductivo.

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

La figura 33 grafica de que manera el IGS promedio se vio influenciado por el EMS de la hembra, así en los ejemplares con gónadas virginales e inmaduras (EMS I y II) el IGS promedio fue inferior a 1,4%, mientras que en los EMS mas avanzados, el IGS incrementa de 2,0% en el EMS III a 12,7% en el EMS VI (hidratado), decayendo a 4,8% en las hembras que experimentan el desove parcial (EMS VIII). El mayor aporte en los lances correspondió a hembras entre los estados I a V, lo que es concordante al valor promedio de IGS precitado para la zona de estudio.

### **5.3.4 Ojiva de madurez**

Para el ajuste de la ojiva de madurez se tomó en cuenta sólo la clasificación microscópica de los EMS, debido a la imprecisión que presenta la observación macroscópica para diferenciar gónadas inmaduras de aquellas en reposo (inmaduras reincidentes). Para el ajuste y estimación de la talla media de madurez, se consideraron agrupadas en subzona centro norte (subzonas 1-2) y subzona centro sur (subzonas 3-4), como también una estimación para el área total de estudio.

Los registros de madurez para el ajuste de la ojiva abarcaron las clases de tallas entre 17 cm y 74 cm de longitud total para las zonas centro norte y de 19 cm a 78 cm LT para las zonas centro sur. Se realizó un ajuste no lineal de los parámetros



del modelo y se estimó el intervalo de confianza del punto medio de madurez ( $L_{50\%}$ ) de acuerdo a Roa *et al.* (1999).

Para las zonas 1-2, la proporción de hembras sexualmente maduras por intervalo de longitud para los datos del 2008 y el ajuste no lineal de la ojiva de 2001 al 2008 se grafica en la figura 34, estimándose una talla media de madurez sexual de 30,8 cm, con un intervalo de confianza al 95% del  $L_{50\%}$  de 29,58 cm y 31,95 cm de longitud total. Para las zonas 3-4, la proporción de hembras maduras por intervalo de longitud para el 2008 y el ajuste no lineal de la ojiva de 2001 al 2008 se grafica en la figura 35, con una talla media de madurez de 36,0 cm de longitud total y un intervalo de confianza de 35,46 cm y 36,86 cm de longitud total.

Para el área total de estudio (Figura 36), la talla media de madurez sexual correspondió a 34,0 cm de longitud total, con un intervalo de confianza de 33,52 cm y 34,6 cm de longitud total.

Además de la estimación de la ojiva de madurez a la talla, se estimó una ojiva de madurez a la edad considerando los datos de aquellos ejemplares cuya edad fue estimada mediante la lectura de otolitos y su ovario analizado y clasificado microscópicamente. En la figura 37 y tabla 34 se presentan los datos de proporción de hembras maduras correspondientes al período 2002-2008 y en ellas se puede apreciar una disminución en la edad media de madurez con posterioridad al año 2004, situación que se corresponde con el deterioro de la estructura demográfica observada en el último quinquenio



### 5.3.5 Fecundidad

El análisis de fecundidad modal se realizó por zonas agrupadas, la zona centro norte y la zona centro sur. En la estimación se consideró el desplazamiento modal de tamaño de los ovocitos, al no disponer de un número óptimo representativo de hembras hidratadas, representando la fecundidad parcial al número total de ovocitos contenidos en la moda más avanzada.

En la zona centro-norte se analizaron 74 hembras, las que se encontraron aptas para el cálculo de fecundidad con tallas entre 35 cm y 69 cm de longitud total y con un peso corporal que abarcó entre 262 y 2.392 gramos. En la zona centro sur, se analizaron 55 hembras, cuyos tamaños variaron entre 35 cm y 77 cm de longitud total, con un peso corporal entre 284 y 3.112 gramos.

El ajuste de la fecundidad modal en función del peso corporal y de la longitud total, y que fueron analizadas para diferentes modelos, para las zonas centro norte y centro sur, se entregan en las tablas 35 y 36, respectivamente. En la zona centro norte el modelo de tipo potencial fue el que mejor explicó los datos de fecundidad con el peso corporal y la longitud total, mientras que en la zona centro sur, ambas variables corporales fueron mejor ajustadas a un modelo exponencial (Figuras 38 a 41). Según, Hunter *et al.* (1985) el modelo de tipo lineal entre la fecundidad y el peso corporal es preferible debido a: 1) explica mejor la variación que los curvilíneos; 2) sus coeficientes de regresión tiene significado biológico; 3) para estimación de producción de huevos, la fecundidad de los ejemplares en los extremos (grandes y pequeños) no es tan crítica como en la de los rangos medios, los que son bien explicados por el modelo lineal simple.



Para las hembras de la zona centro norte la fecundidad modal varió entre 14.933 y 284.868, con un promedio de 73.035 ovocitos (d.s. 58.586). En la zona centro sur, la fecundidad modal promedio correspondió a 85.796 (d.s. 143.403), con un rango entre 8.452 y 854.793 ovocitos.

La fecundidad relativa promedio en la zona centro norte fue de 133 (d.s. 64) ovocitos por gramo de peso corporal (menos el peso del ovario), con un mínimo de 38 y un máximo de 299 ovocitos, mientras que en la zona centro sur, el promedio fue de 99 (d.s. 71) ovocitos, con un mínimo de 18 y un máximo de 368 ovocitos. El análisis de varianza indicó diferencias significativas en las distribuciones de la fecundidad relativa entre ambas zonas (Test Mann Whitney ( $P=0,0007$ )).

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

La captura total de fauna acompañante durante la realización del crucero, alcanzó a 34.919 kg que correspondió al 26,9% de la captura total del crucero (130.069 kg). De la captura total de fauna acompañante, la jibia representó el 20,2% (7.063 kg), mientras que las restantes especies componentes de la fauna representaron el 79,8% (27.856 kg).

##### **5.4.1 Principales taxas presentes en la captura**

En el transcurso del crucero se realizaron un total de 153 lances de pesca, donde se capturaron e identificaron un total de 48 especies (Tabla 37), las que fueron agrupadas en cuatro niveles jerárquicos superiores de clasificación taxonómica



(Clases). La participación porcentual de cada clase, respecto de la captura total registrada en el crucero, indica que los peces óseos (clase Osteichthyes) registraron la mayor captura representando el 82,6% de ésta (88.021 kg), le siguieron en importancia los cefalópodos (clase Cephalopoda) con un registro de captura que representó el 9,7% (10.392 kg), mientras que para los crustáceos (clase Crustacea) la captura fue de 7.805 kg, lo que representó el 7,3% de ésta. Por su parte los peces cartilagosos (clase Chondrichthyes) sólo representaron el 0,4% (387 kg) respecto de la captura total del crucero. Las especies agrupadas en la categoría “Otras”, reúne aquellas especies que no son consideradas en las cuatro categorías (clases) anteriores, considerando principalmente mixínidos e invertebrados inferiores como, gastrópodos, equinodermos, actinias, medusas y algunas especies no identificadas. En el presente crucero, esta categoría estuvo compuesta sólo por medusas (clase Scyphozoa) con un registro de captura de 9 kg lo que representó menos del 0,1% de la captura total (Tabla 38 y Figura 42).

Dentro de la categoría de los peces óseos (clase Osteichthyes), merluza común constituyó la principal especie capturada, representando el 74,6% de la captura total del crucero, seguida en importancia por chancharro (3,5%) y granadero chileno (1,4%), por otra lado, especies como sierra, lenguado de ojo grande, merluza de cola, besugo y blanquillo presentaron niveles de captura, dentro de la categoría, que variaron entre un 0,9% y un 0,1%, mientras que las restantes especies pertenecientes a la categoría presentaron niveles de captura inferiores al 0,1% (Tabla 38). Para la categoría peces cartilagosos (clase Chondrichthyes) se observa que sólo raya volantín y pejegallo se constituyeron como especies principales representando el 0,2% y el 0,1%, respectivamente. La captura dentro de la categoría crustáceos (clase Crustacea) se constituyó principalmente de camarón nailon (3,0%) seguido en importancia por langostino amarillo (2,6%) y langostino colorado (1,7%), las restantes especies de la categoría se presentaron con niveles



de captura inferiores al 0,1%. La captura de la categoría cefalópodos (clase Cephalopoda) estuvo constituida casi en su totalidad por jibia, la representó el 9,7% de la captura total del crucero. Por su parte, la categoría otras estuvo representada sólo por la captura de medusas (clase Scyphozoa), las que presentaron una captura inferior al 0,1%, respecto de la captura total crucero.

#### **5.4.2 Importancia relativa**

##### **a) Por subzona**

La figura 43 muestra la división por subzona y la participación porcentual de cada categoría, respecto de la captura total obtenida en cada subzona. Los peces óseos (clase Osteichthyes) constituyen la principal captura dentro de cada subzona, observándose que la mayor participación de la categoría se localiza en las subzonas 2, 3 y 4, siendo esta última subzona donde se presenta la mayor participación en términos de captura y número de especies, dentro de la categoría. En la categoría de peces cartilaginosos (clase Chondrichthyes), los niveles de captura por subzona no superan el 1%, sin embargo, se observa que las subzonas 3 y 4 presentaron los mayores niveles de participación en términos de captura, respecto de las subzonas 1 y 2. Para la categoría crustáceos (clase Crustacea) se observa que los mayores registros captura se localizaron en las subzonas 1 y 2, observándose un fuerte descenso de la participación de esta categoría a partir de la subzona 3, con participación mínima de la categoría en la subzona 4. En los cefalópodos (clase Cephalopoda) se observa que los mayores niveles de participación, respecto de la captura total por subzona, se registran en la subzona 1 y subzona 3, mientras que los menores niveles de participación se tienen en las subzonas 2 y 4 del área de estudio. Es preciso es tener presente que esta categoría estuvo compuesta casi en un 100% por jibia. La categoría otras especies,



se present3 exclusivamente en la subzona 3 y 4, con niveles de participaci3n m3nimos, respecto de la captura total dentro de estas subzonas. Esta categor3a se caracteriz3 s3lo por la presencia de medusas (clase Scyphozoa).

El detalle de la participaci3n porcentual de las especies que componen cada categor3a se presenta en las tablas 39 a 42. En 3stas se puede observar que en cada subzona la principal categor3a correspondi3 a los peces 3seos, los que fueron encabezados por merluza com3n como principal especie, lo cual tambi3n se observ3 para las dem3s categor3as y especies presentes en cada subzona.

- Para la subzona 1 (29°10'S – 31°24'S) la categor3a peces 3seos (clase Osteichthyes) represent3 el 65,7% de la captura en la subzona, de esta captura, merluza com3n represent3 el 63,8%, seguida en importancia por lenguado de ojo grande (1,3%), besugo (0,4%), merluza de cola, granadero cola de látigo y granadero chileno con participaci3n de 0,1% respectivamente. Los peces cartilaginosos (clase Chondrichthyes) representaron el 0,3% de la captura en la subzona con tres especies capturadas, encabezadas por tollo pajarito (0,3%) como principal especie, mientras que la raya espinuda y tollo negro representaron menos del 0,1% de la captura en la subzona. Los crust3ceos (clase Crustacea) representaron el 16,4% de la captura en la subzona, con camar3n nailon como especie principal con participaci3n en el 9,3% de la captura, seguido en importancia por langostino amarillo y langostino colorado los que representaron el 6,2% y 0,9% de la captura en la subzona, respectivamente. La clase Cephalopoda represent3 el 17,6% de la captura en la subzona, la que fue aportada exclusivamente por la jibia. (Tabla 39).



- En la subzona 2 (31°2'S – 35°30'S) los peces óseos (clase Osteichthyes) representaron el 83,4% de la captura en la subzona, merluza común constituyó el 78,5% de esta captura, seguida en importancia por granadero chileno (1,6%), sierra (1,4%), lenguado de ojo grande (1%), besugo (0,6%), blanquillo y pampanito con 0,1%, respectivamente. Los condriictios (clase Chondrichthyes) representaron sólo el 0,1% de la captura, con raya volantín como especie principal. Los crustáceos capturados en esta subzona constituyeron el 11,1% de la captura en la subzona, la especie con mayor participación fue langostino amarillo (4%), seguida en importancia por camarón nailon (3,8%), langostino colorado (3,1%) y la gamba (0,2%). La clase Cephalopoda registró el 5,4% de la captura en la subzona, ésta estuvo representada casi exclusivamente por jibia (5,4%) (Tabla 40).
- En la subzona 3 (35°31'S – 38°39'S) la categoría de peces óseos presentó una captura que correspondió al 81,2%, respecto de la captura total en la subzona, de esta captura, merluza común participó en el 77,6%, seguida en importancia por granadero chileno (1,6%), sierra (1%), besugo (0,4%), lenguado de ojo grande (0,3%) y merluza de cola (0,1%). Los peces cartilaginosos clase Chondrichthyes representaron sólo el 0,6% de la captura en la subzona con raya volantín como especie principal. Los crustáceos aportaron el 1,2% de la captura registrada en la subzona, las principales especies correspondieron a langostino colorado, camarón nailon y gamba, con niveles de captura menores al 1%. La categoría de los cefalópodos (clase Cephalopoda) aportó el 17% de la captura total en la subzona, la que estuvo representada casi en el 100% por jibia. En la subzona la categoría otras, representó un 0,1% de la captura total subzona, la que estuvo representada principalmente por la captura de medusas (Tabla 41).



- En la subzona 4 (38°40'S – 42°00'S) el 94% de la captura obtenida en la subzona estuvo representada por peces óseos (clase Osteichthyes), además, esta subzona se caracterizó por presentar un mayor número de especies, respecto de las subzona precedentes (Tabla 42). Las principales especies de la categoría correspondieron a merluza común (67,7%), chancharro (19,9%), merluza de cola (3,3%), granadero chileno (1,3%), lenguado de ojo grande (0,3%) y blanquillo (0,2%). La categoría de peces cartilaginosos (clase Chondrichthyes) representó el 0,8% de la captura en la subzona, pejegallo (0,4%) y raya volantín (0,3%) fueron las principales especies capturadas. La categoría cefalópodos representó el 5,2% de la captura, la cual estuvo representada casi en el 100% por jibia. En esta subzona la categoría crustáceos (clase Crustacea) presentó una captura inferior al 0,1%, observándose que las especies presentes en la categoría obtuvieron registros de captura inferiores al 0,1%. Similar situación se observó para la categoría otras, para la cual se estimó una participación, dentro de la captura total subzona, inferior al 0,1%.

En términos generales, la captura de fauna acompañante en el área total de estudio alcanzó a 27.050 kg representando el 25,4% de la captura total crucero. La captura de jibia alcanzó a 10.379 kg lo que significó el 38,4% de la captura de la fauna acompañante, mientras que las restantes especies registraron una captura de 16.671 kg (61,6%) (Figura 44).

#### **b) Distribución latitudinal y batimétrica**

En cuanto a la distribución latitudinal de las principales especies capturadas, es posible evidenciar la presencia de tres grupos (Figura 45), el primer grupo conformado por especies como merluza común, jibia, granadero chileno, lenguado



de ojo grande y merluza de cola que se distribuyen latitudinalmente a lo largo de toda la zona de estudio (29°00'LS a 42°00'LS), el segundo grupo compuesto por especies como besugo y los principales componentes del grupo de los crustáceos como camarón nailon, langostino amarillo, langostino colorado y gamba, que se localizan preferentemente al norte de la latitud 38° LS y un tercer grupo que se localiza mayoritariamente en la zona ubicada al sur de la latitud 38° sur en el que tiene una presencia importante especies como chancharro, raya volantín, blanquillo y pejegallo. Es importante destacar que el grupo de especie que se distribuyó preferentemente en el área norte de la latitud 38° sur, estuvo compuesta principalmente por crustáceos, mientras que para el área total de estudio como la zona localizada al sur de la latitud 38° sur la composición específica estuvo dominada por peces.

En cuanto a la distribución batimétrica de las especies que se distribuyen en toda la zona de estudio (Figura 46), se observa que la merluza común, jibia y lenguado de ojo grande muestran un patrón similar, localizándose en una amplia franja batimétrica que abarca desde los 100 m hasta profundidades mayores de 400 m, pero se concentran de preferencia entre los veriles de 100 y 400 m de profundidad. El granadero chileno y merluza de cola presentaron una distribución batimétrica más profunda, estableciéndose en profundidades mayores de 250 m y observándose al mismo tiempo un rango de distribución más acotado, esta situación también se refleja en la frecuencia de ocurrencia, que alcanza los mayores valores entre los veriles de 200 m y 400 m.

Para las especies que se localizaron preferentemente al norte de la latitud 38° sur (Figura 47), es posible observar que besugo y camarón nailon muestran una distribución en un rango batimétrico entre los 200 y 400 y sus profundidades medias por sobre los 250 m de profundidad. El langostino amarillo y langostino



colorado, se distribuyen en condiciones similares, observándose que en la zona comprendida entre las latitudes 29° y 30° sur, ambas especies se distribuyen en los niveles batimétricos mas profundos y en aguas mas someras a partir de la latitud 31°S. El langostino amarillo muestra un mayor rango de distribución batimétrica en el sector norte (29°-32°S), mientras que langostino colorado lo hace en la zona localizada al sur de los 32°S. Para la gamba, present3 un estrecho rango de distribución localizándose por debajo de los 300 m de profundidad con un leve desplazamiento hacia menor profundidad a partir de la latitud 34°S al sur.

Para el grupo de especies que se localiz3 preferentemente en el área ubicada al sur de la latitud 38° (Figura 48), se observa que el chancharro present3 dos rangos de distribución, el primero localizado por debajo de los 200 m de profundidad, mientras que el segundo se estableci3 sobre los 200 m de profundidad, se observa, adem3s, que la mayor amplitud de franja batimétrica que ocupa esta especie se localiza al sur de los 39° de latitud sur, respecto de la frecuencia de ocurrencia por veril de profundidad, esta especie se concentra preferentemente entre los veriles de 100 m y 300 m, con mayor ocurrencia entre 100 m y 200 m. En raya volantín se observa una distribución batimétrica que se extendi3 entre los 250 y 300 m, ocupando una franja relativamente constante en toda la zona y concentrando su presencia entre los veriles de 200 y 400 m de profundidad. El blanquillo y pejegallo fueron las especies que se localizaron a menor profundidad, en el caso de blanquillo, las profundidades medias de distribución se establecieron por sobre los 150 m de profundidad, mientras que para pejegallo estas profundidades fueron inferiores a 100 m, la frecuencia de ocurrencia en blanquillo muestra que se distribuye entre profundidades menores de 100 m y el veril de 200 m, mientras que para pejegallo el 100% de los casos se presentan en profundidades menores al veril de los 100 m.



En términos generales, se observa que la distribución batimétrica de las especies tiende a presentar un gradiente norte-sur, desplazándose hacia aguas menos profundas hacia el sur de la zona de estudio.

### **5.4.3 Análisis comunitarios**

#### **a) Abundancia relativa (CPUA) entre cruceros**

En el análisis de clasificación por conglomerados efectuado sobre la matriz de abundancia relativa de las principales especies (Tabla 43) registradas durante los cruceros de evaluación realizados entre 1993 y 2008 (otoño e invierno incluidos), es posible observar la presencia de dos grupos principales con niveles de similaridad superiores al 85%. El primer grupo está compuesto por los cruceros efectuados entre los años 1999-2002, mientras que el segundo grupo lo integran los cruceros realizados durante los años 2004, 2005 (otoño), 2006 (otoño e invierno), 2007 y 2008 (Figura 49). Por otro lado, se observa que el crucero realizado durante 1995 presenta también alto niveles de similaridad, situación que permite incluirlo dentro de las dos agrupaciones principales. En el caso de los cruceros efectuados durante los años 1993, 1997 e invierno de 2005, aparecen como entidades individuales con niveles de similaridad inferiores al 80%. En cuanto al análisis de ordenación (NMDS), efectuado sobre la misma matriz de abundancia relativa de las principales especies, se observa con mayor claridad la presencia de los dos grupos principales a los cuales se incluiría el crucero realizado durante 1995. También se observa la segregación de los cruceros identificados como entidades individuales durante el análisis de clasificación (Figura 50a).



En cuanto a la fauna asociada a cada una de las agrupaciones resultantes (Figura 50b), la primera agrupación se caracteriza por una alta incidencia de merluza común, merluza del sur y merluza de cola, esta última particularmente abundante durante los cruceros 2002 y 2000, chancharro, pejegallo y sierra también caracterizaron esta agrupación. La segunda agrupación (2004, 2005 (otoño), 2006 (otoño-invierno), 2007 y 2008), se caracteriza por la fuerte influencia de la jibia durante estos cruceros, situación que fue particularmente notoria durante el crucero realizado el 2004, granadero chileno y camarón nailon también fueron significativos en esta agrupación. Para el crucero realizado en 1995 se observa la influencia significativa de especies como blanquillo, congrio dorado, congrio negro y jurel. El crucero realizado en invierno de 2005 se caracteriza por la fuerte incidencia de la jibia en cuanto a su abundancia relativa, respecto de los demás integrantes de la fauna asociada registrada durante éste crucero. Para el crucero 1997, se observó una incidencia significativa de congrio negro, congrio dorado y blanquillo, mientras que para el crucero 1993 las especies más significativas fueron el langostino colorado, langostino amarillo, besugo, lenguado de ojo grande y la raya volantín. Es importante tener presente que merluza común esta presente en todos los cruceros analizados, como también en todas las agrupaciones resultantes, sin embargo, la influencia más significativa de esta especie se localiza entre los cruceros 1999 a 2002 donde se presentaron las mayores abundancias relativas de esta especie.

#### **b) Abundancia relativa (CPUA) entre cruceros – subzonas**

El análisis de clasificación por conglomerados, realizado a partir de la matriz de abundancia relativa de las principales especies (Tabla 43) muestra la presencia de cinco agrupaciones, las que presentaron niveles estimados de similitud superiores al 70% (Figura 51 y Tabla 44)



Además, es posible observar la presencia de entidades individuales con niveles de similitud menores al 70%, estas entidades fueron la subzona 1 de los cruceros 1993 y 1995, la subzona 2 y 3 del crucero 1997 y subzona 4 del crucero efectuado en invierno de 2005 (Figura 51). Del análisis de ordenación (NMDS) se observa el alto grado de correlación que existe entre las entidades crucero-subzona de las cinco agrupaciones resultantes (Figura 52a) lo que pone en evidencia el elevado nivel de similitud obtenido para cada una de las entidades crucero-subzona, al mismo tiempo que se observa el menor grado de similitud que existe entre las entidades crucero-subzona que se clasificaron de manera individual, respecto de las agrupaciones principales obtenidas del análisis de clasificación.

En cuanto a las características faunística de cada agrupación (Figura 52b), la agrupación 1 se caracterizó sólo por la presencia de merluza común como componente faunístico. La agrupación 2, localizada principalmente en la subzona 4 ( $38^{\circ}40'S - 42^{\circ}00'S$ ), se caracterizó por una influencia significativa de especies como chancharro, pejegallo, sierra, raya volantín y merluza de cola, la jibia también caracterizó esta subzona, particularmente, durante los cruceros realizados en los años 2002, 2004, 2005 (otoño), 2006 (otoño e invierno) y 2008 (Figura 52b). La agrupación 3, que se compone de las subzonas 2 y 3, se caracteriza en términos de fauna por una presencia significativa de especies como besugo, congrio negro, langostino amarillo, granadero chileno, lenguado de ojo grande y jibia, esta última importante en la subzona 2 y 3 de los crucero efectuados entre los años 2004 y 2007. Para la agrupación 4 se tiene que las principales especies lenguado de ojo grande y el congrio dorado. Mientras que para la agrupación 5, la composición específica estuvo representada principalmente por lenguado de ojo grande, besugo, jibia, camarón nylon, langostino amarillo y langostino colorado. Es preciso tener presente que merluza común esta presente en todas las agrupaciones y en cada una de las distintas entidades crucero subzona componentes de cada agrupación,



como también en aquellas entidades que se presentan como entidades individuales.

Las entidades individuales que resultaron de ambos tipos de análisis, clasificación y ordenación, presentaron características propias en cuanto a su composición de fauna. En este sentido, la subzona 1 del crucero 1993 presentó merluza común y lenguado de ojo grande como únicas especies, en la subzona 3 del crucero de invierno de 2005 se tiene un importante de raya volantín, mientras que en la subzona 4 del mismo crucero, la merluza de cola presentó un aporte significativo, por otro lado, en ambas subzonas (2 y 3) del crucero de invierno de 2005 la jibia presentó un aporte significativo. La subzona 1 del crucero 1995 y las subzonas 2 y 3 del crucero 1997, se caracterizaron por la alta abundancia de langostino amarillo y langostino colorado.

### **c) Análisis de clasificación y ordenación**

El resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados (**Figura 53**) permite establecer la formación de 4 asociaciones principales con una estimación del nivel de similitud superior al 50%. La primera asociación, agrupa un total de 10 entidades subzona-veril, localizándose latitudinalmente entre los 29°10's hasta los 38°39'S (subzonas 1 a 3). El rango batimétrico para esta agrupación se ubicó entre los 100 m y los 500 m de profundidad, observándose que en la subzona 3 la distribución batimétrica de esta asociación fue un poco menos profunda, localizándose entre los veriles de 100 m y 400 m. La segunda asociación se localiza en la subzona 4 (38°40'S – 42°00'S) entre los 200 m y los 400 m de profundidad, mientras que la tercera asociación se localiza de igual manera en la subzona 4, pero en profundidades menores de 100 m y el veril de los 200 m. La cuarta asociación que se establece en el área de estudio, comprende las subzonas



2 y 3 ( $31^{\circ}25'S$  y los  $38^{\circ}39'S$ ), localizándose en profundidades menores de 100 m. Dos entidades se presentan de manera individual, presentando niveles de similitud levemente inferiores al 50%. La primera entidad se localiza en la subzona 3 ( $35^{\circ}31'S - 38^{\circ}39'S$ ) y se distribuye en profundidades mayores de 400 m, mientras que la segunda entidad individual se ubica en la subzona 1 ( $29^{\circ}10'S - 31^{\circ}24'S$ ), ocupando la franja batimétrica localizada entre los 100 m y los 200 m. Por otro lado, el análisis de ordenación (*NMDS*) realizado sobre la misma matriz de entidades subzona-veril (Figura 54a), muestra equivalencia en la formación de las 4 asociaciones principales obtenidas previamente en el análisis de clasificación por conglomerados, además, se observa de manera más clara el menor grado de similitud que existe entre las cuatro asociaciones principales y las entidades que se clasificaron de manera individual.

Respecto de las características de fauna asociada a cada una de las agrupaciones resultantes (Figura 53 y 54b), se observa que la primera asociación (subzonas 1 a 3; profundidad 100 m hasta 500m) se caracterizó por el aporte significativo de crustáceos, particularmente, langostino amarillo, langostino colorado, camarón nailon, gamba y jaiba paco. El grupo de peces óseos también aportó a esta agrupación, destacando la presencia de granadero chileno, granadero cola de látigo, besugo y lenguado de ojos grandes, mientras que el grupo de los cefalópodos estuvo representado únicamente por la jibia (Figura 54b). Para la segunda agrupación (subzona 4; profundidad 200 m a 400 m), las características de fauna estuvieron asociadas principalmente a los peces, siendo las especies más significativas raya volantín, congrio dorado, chancharro, merluza de cola y brótula, por otro lado, esta agrupación también presentó un aporte significativo de jibia. Para la tercera agrupación (subzona 4: profundidad  $<100$  m y los 200 m), las características de fauna estuvieron asociadas a la presencia significativa de peces, principalmente, chancharro, lenguado de ojo grande, blanquillo, tollo de cacho y



pampanito, mientras que la cuarta asociación (subzona 2 y 3; profundidad > 100 m) se caracterizó sólo por el aporte de dos especies peces, congrio negro y pampanito (Figura 54b). Para las entidades individuales, se tiene un escaso aporte de fauna, destacando la entidad ubicada en la subzona 1 (profundidades < 100 m), donde se presentó un aporte levemente significativo de langostino amarillo y langostino colorado, mientras que la entidad ubicada en la subzona 3 (profundidad > 400 m) sólo se registra un leve aporte de merluza común. En el caso particular de merluza común (recurso objetivo de la evaluación), se debe destacar que esta especie se encontró asociada a todas las agrupaciones resultantes (subzonas y veriles), sin embargo, el aporte más significativo de merluza común estuvo asociado a las agrupaciones 1, 3 y 4 (Figura 54b).

A partir de las agrupaciones resultantes, obtenidas por los métodos de ordenación y clasificación, se efectuó un análisis de similitud (ANOSIM) de una vía, como método estadístico para verificar si las agrupaciones resultantes presentan o no diferencias entre sí, respecto de la abundancia relativa (CPUA) de las especies presentes. El análisis de similitud, estimó un valor global de  $R = 0,866$  ( $p\text{-value} = 0,001$ ), valor que verifica la existencia de diferencias significativamente estadísticas entre las asociaciones obtenidas, de manera tal que cada asociación presenta una estructura de abundancia relativa de las especies componentes, distinta a la de las otras asociaciones resultantes. Al mismo tiempo se efectúa la comparación entre pares de asociaciones (1-2, 1-3, 1-4, 2-3, 2-4 y 3-4), estimándose valores globales para el estadístico  $R$  superiores a 0,8. Estos valores muestran que se presentan diferencias estadísticamente significativas entre pares de grupos, estableciendo que cada una de las agrupaciones resultantes es distinta de las otras, ya que presentan características propias respecto de la abundancia relativa de las especies que la componen.



Adicionalmente, se comparan las agrupaciones resultantes, obtenidas de los análisis de agrupación y clasificación, por medio del método gráfico de comparación abundancia biomasa, por medio de la construcción de curvas de k-dominancia y la estimación del estadístico  $W$ . Del análisis, es posible evidenciar que las cuatro agrupaciones resultantes no muestran grandes diferencia respecto de sus abundancias numérica y relativa (CPUA), respecto de las especies presentes dentro de cada agrupación, lo cual se observa en la similitud que existe entre ambos tipos de curvas (Figura 55). La estimación del estadístico  $W$  para cada una de las cuatro agrupaciones, varía entre un valor mínimo de  $-0,036$  en la agrupación 4 y un valor máximo de  $0,036$  en la agrupación 3. Estos valores son cercanos a cero, lo que indica que las comunidades localizadas dentro de las agrupaciones identificadas en el área de estudio, son relativamente estables y diversas en cuanto al contenido específico, por lo que muestran un grado avanzando de perturbación.

#### **d) Diversidad**

Para cada subzona establecida en el área de estudio y sus respectivos veriles de profundidad, se estimó el índice de diversidad ( $H'$ ) específica. La evolución del índice de diversidad (Figura 56), pone en evidencia que las subzonas 1, 2 y 3 presentan una evolución positiva del índice de diversidad a medida que aumenta la profundidad de muestreo, mientras que para la subzona 4 se observa un descenso en la diversidad. Para las subzonas 1 y 2 los menores valores de diversidad se observan en profundidades menores de 100 m y en una franja batimétrica que corre entre los 200 m y 400 m, veriles 4 y 3 respectivamente. En este sentido, los bajos valores de diversidad que se registran en profundidades menores de 100 m están directamente relacionados con la presencia fuerte de merluza común como especie dominante, mientras que para la franja de profundidad que se ubica entre los veriles de 200 m y 300 m se agrega la presencia dominante de la jibia en conjunto con



merluza común. Para el caso de la subzona 3, donde se observa de mejor forma el aumento de la diversidad hacia los veriles más profundos, se observa que para los veriles ubicados en profundidades menores de 100 m la especie dominante es merluza común con escasa presencia de otras especies, esta situación se revierte a medida que aumentamos la profundidad, donde se observa un aumento en el número de especies dominantes, en conjunto con merluza común y jibia, destacando especies como granadero chileno, besugo, lenguado de ojo grande y la raya volantín. En la subzona 4 se observa una situación contraria a las subzonas precedentes, ya que se tiene que el mayor índice de diversidad se localiza en los veriles localizados en profundidades menores de 100 m, donde se observa un mayor número de especies dominantes, destacando merluza común, tollo pajarito, tollo de cachos, pejegallo, lenguado de ojo grande, jurel y jibia. Por otro lado, en esta subzona el menor valor de diversidad se registró en la franja de profundidad ubicada entre los veriles de 100 m y 200 m, donde sólo dos especies fueron dominantes, merluza común y chancharro, mientras que entre los veriles localizados entre los 300 m y profundidades mayores de 400 m se tiene un aumento de la diversidad, similar a lo observado en las subzonas 1 a 3, producto de un aumento en el número de especies dominantes, entre las que se destacan raya volantín, merluza de cola, merluza común, jibia, granadero chileno, chancharro y congrio dorado.

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

En la figura 57 se presenta la participación porcentual de jibia y merluza común respecto de la captura total obtenida en cada crucero de evaluación realizado entre los años 1993 y 2008. Para los cruceros efectuados entre 1993 y 2002 la participación de jibia, en el contexto de fauna acompañante, fue marginal respecto de la captura total no sobrepasando niveles del 3,5%. Sin embargo, el año 2004 la



captura de jibia en los lances de identificación presenta un aumento explosivo registrando el 56% de la captura total crucero, con el consecuente descenso en la captura de merluza común. En el crucero efectuado en otoño de 2005 la captura de jibia participa sólo en el 16% de la captura total crucero. Para el crucero efectuado en invierno de 2005 la jibia registró casi el 60% de la captura total del crucero. A partir de los cruceros realizados durante el 2006 (otoño e invierno), se observa una disminución progresiva de la captura de jibia, respecto de los años 2004 y 2005, con niveles que en los cruceros de invierno no han sobrepasado el 10% de la captura total.

Por otro lado, la captura por unidad de área ( $t/mn^2$ ) (Figura 58) muestra igual comportamiento que el observado para la captura. En este sentido, entre 1993 y el 2001 la captura por unidad de área de jibia no superó las  $2 t/mn^2$ , pero a partir del año 2002 y 2004 se observa el mayor aumento en la CPUTA de jibia, lo que coincide con el aumento de la captura de esta especie. El 2004 registra la mayor CPUTA de jibia, la que llega a  $53 t/mn^2$ . A partir del crucero realizado en otoño de 2005 y el presente crucero (2008), la CPUTA de jibia disminuye respecto de los registros obtenidos durante el 2004. Durante el presente crucero (invierno de 2008) se registra un aumento en el valor de la CPUTA de jibia en el área de estudio, respecto del crucero realizado en invierno de 2007, pero sin alcanzar los niveles observados durante los cruceros de invierno de 2004 y 2005.

Por subzonas, se observa una situación similar a lo descrito anteriormente, con participación marginal ( $<1\%$ ) entre los años 1993 al 2000 respecto de la captura total obtenida en cada subzona (Figura 59). En el 2001 se comienza a observar un aumento en la participación de jibia en la captura, principalmente en la subzona 1, situación que se repite el año 2002 sumándose esta vez la subzona 4 y que se mantiene durante los cruceros efectuados el año 2004 e invierno del 2005, cuando



se registraron las mayores capturas de jibia por subzona. A partir del crucero realizado en otoño de 2006, se comienza a observar una disminución gradual en la captura de jibia por subzona, pero manteniéndose las mayores capturas de jibia en la subzona 1.

Con respecto a la participación de la jibia en la captura total por veril de profundidad (Figura 60), los principales aportes a la captura corresponden a las efectuadas en los rangos batimétricos más profundos (> 200 m).

#### **a) Estructura de tallas (longitud de manto)**

La distribución de longitud de manto para el total de individuos capturados y muestreados presentó una estructura unimodal, con un rango de tallas de 67 cm variando entre un mínimo de 31 cm y un máximo de 98 cm y una moda principal centrada entre los 70 y 75 cm (Figura 61). Los machos presentaron una longitud de manto que varió entre un mínimo de 42 cm y un máximo de 97 cm, con una variación en el rango de tallas de 35 cm, la longitud de manto promedio fue de 73 cm, la distribución de tallas en los machos fue unimodal, centrándose la moda principal en el rango 70 cm a 75 cm, sugiriéndose una moda secundaria en el rango de los 85 cm a 90 cm. Las hembras presentaron una amplitud en la longitud de manto de 67 cm, la que varió entre una longitud de manto mínima de 31 cm y una longitud máxima de 98 cm, la talla media en la longitud de manto de las hembras fue de 71 cm y una moda principal centrada en el rango 70 a 75 cm.

En la figura 62 se observa la relación que se obtuvo a partir de todo los pares de datos longitud del manto (LM) y peso total (g) de los ejemplares de jibia muestreados. Para los pares de datos disponibles, se estableció la relación entre longitud del manto y el peso total, la que se ajustó mediante en modelo de tipo



lineal, considerando como variable independiente la longitud del manto y como variable dependiente el peso total de los individuos, sin considerar diferencias por sexo o geográficas.

Del modelo lineal, se observa el buen grado de ajuste para todo los pares de datos disponibles, el valor de  $R^2=0,895$ . De este modo, se establece que la variable peso total de los individuos esta explicada satisfactoriamente por la variable longitud del manto ( $p\text{-value}<0.05$ ).

Por otro lado, se consideró dentro del modelo lineal las variables sexo de los individuos y subzona (Figuras 63 y 64). El análisis de varianza (ANOVA) para el modelo lineal, incorporando la variable sexo, indica que para esta variable no existen diferencias significativas en las pendientes de los dos modelos ( $p\text{-value}>0.05$ ). Mientras que para la variable subzona, el análisis de varianza (ANOVA) indica que si existen diferencia significativas en las pendientes de los modelos ( $p\text{-value}<0,05$ ).

## **b) Proporción sexual**

En términos generales, el área de estudio presenta el dominio de las hembras, las que representan el 61% de los casos, mientras que los machos el 39%. Este dominio de las hembras se presenta en las subzonas 2, 3 y 4, mientras que en la subzona 1 se observa la situación contraria con dominio de los machos (Figura 65). Por otro lado, se observa que la mayor proporción de hembras se localizó en las subzonas 3 y 4, con proporciones superiores al 70% en ambos. Respecto de la proporción sexual por veril de profundidad (Figura 66), las hembras fueron predominaron en todos los rangos de profundidad, observándose la menor proporción (35%) en profundidades mayores de 400 m, mientras que la mayor



proporción se registró en el veril ubicado entre 100 m y 200 m (74%). Cabe señalar que no se capturaron ejemplares de jibia en profundidades menores de 100 m.

### **c) Presencia de merluza común en estómagos de jibia**

Durante el crucero se revisó un total 354 estómagos de jibia, de los cuales 291 (82,2%) presentaron contenido estomacal, mientras que en 63 (17,8%) no se tuvo presencia de contenido. En aquellos estómagos que se presentó contenido estomacal, se observó que el 61% de éstos presentaron merluza común como ítem alimentario en el contenido. Adicionalmente, se realizó una observación macro del grado de digestión de los estómagos que presentaron merluza común dentro del contenido. Esta observación evidenció que el 60% de los estómagos presentó avances en el proceso de digestión, mientras que el 40% restante no mostró grado de digestión del contenido.

La clasificación del contenido estomacal según la longitud de manto de los individuos (Figura 67a), evidencia un aumento del consumo de merluza común en individuos de mayor tamaño, en este sentido, se observa que en individuos con longitud de manto superior a 65 cm la presencia de merluza común, como ítem presa dentro del contenido estomacal, supera en promedio el 60%. Por otro lado, al observar el grado de avance del proceso digestivo, se tiene que alrededor del 78% de los individuos con longitud de manto superior a 90 cm, presentaron proceso digestivo avanzado, situación que también se observó en individuos con longitud de manto inferior a 65 cm (Figura 67b), mientras que para los individuos que se localizaron entre 65 cm y 90 cm de longitud de manto, se observó una disminución del grado de avance proceso digestivo.



Respecto del contenido estomacal por subzona, se observa que los individuos capturados en las subzonas 1, 2 y 3 fueron los que presentaron la mayor proporción de merluza común (alrededor del 65%) dentro del contenido estomacal, mientras que la subzona 4 mostró la menor proporción de merluza común (23%) dentro del contenido estomacal de los individuos (Figura 68a). Según el grado de avance del proceso digestivo, se observó que las subzonas 1 y 4 presentaron el mayor número de estómagos sin evidencia de éste proceso, el que en promedio superó el 85% de los casos. Por otro lado, las subzonas 2 y 3 presentaron una mayor proporción de estómagos con evidencia de proceso digestivo avanzado, sin embargo, esta proporción no superó el 50% de estómagos (Figura 68b).

En cuanto a la clasificación del contenido estomacal según los veriles de profundidad, se observa que entre los 100 y 400 m de profundidad la proporción de merluza común dentro del contenido estomacal supera el 60%, mientras que en profundidades mayores de 400 m, esta proporción disminuye alrededor del 40% (Figura 69a). Por otro lado, la observación del grado de avance del proceso digestivo, muestra una fuerte disminución de este proceso a medida que aumenta la profundidad de captura de los individuos, encontrándose que en profundidades mayores de 400 m este proceso no superó el 10% de los casos (Figura 69b).

#### **d) Contenido Estomacal de jibia**

Se revisaron 55 estómagos de jibia encontrándose en 50 de ellos (91,4%) en que su contenido estomacal presentaban algún grado de digestión y en los cinco restantes no se observaron indicio de algún avance en el proceso digestivo. Del total de estómagos revisados en 27 de ellos se registró como ítem presa a la merluza común y todos con avance en su proceso digestivo. Los estómagos que no



mostraron señales de proceso digestivo, representaron un 8,6% y estuvieron asociados a la presencia de jibia como ítem presa.

De la totalidad estómagos revisados en el área de estudio, se logró la identificación de ocho ítems presas hasta el nivel de especie, un ítem hasta el nivel taxonómico de familia y dos ítem que fueron clasificado como no identificados (Tabla 45). Del análisis de contenido estomacal, se tiene que por los métodos numérico (*N*) y de frecuencia (*F*) la merluza común constituye el principal ítem alimentario para la jibia, representando el 40,7% y el 30%, respectivamente, seguida en importancia por peces de la familia macrouridae (*N*=22,8% y *F*=21%), mientras que del grupo de los crustáceos el principal ítem presa, considerando ambos métodos, fue el camarón nailon (*N*=11,1% y *F*=14%), seguido en importancia por la gamba (*N*=1,6% y *F*=6%). Por el método numérico, la ictiofauna identificada como ítem presa constituyó 78,3%, mientras que los crustáceos representaron el 14,3% (Tabla 45). Para el método de frecuencia, los peces y crustáceos identificados como presas representaron el 64% y 21%, respectivamente (Tabla 45).

Respecto del método gravimétrico (*P*), merluza común y los peces pertenecientes a la familia macrouridae se mantienen como las principales presas consumidas por la jibia, representando el 60,6% y el 19,7% del contenido gástrico, respectivamente, mientras que por el grupo de los crustáceos camarón nailon representó el 3,4% del contenido gástrico (Tabla 45). Por este método el conjunto de fauna íctica representó el 81,9% del contenido estomacal, mientras que el grupo de los crustáceos representó el 7,2% del contenido gástrico.

De los estómagos colectados durante el presente crucero, y la estimación del índice de importancia relativa (*IIR*) para los distintos ítems presa, se evidencia claramente que la jibia es un depredador activo, depredando principalmente sobre peces, en



este sentido, se observa que merluza común ( $\%IIR=60,6$ ) constituye la presa preferida por parte de jibia, seguida en importancia por peces de la familia Macrouridae ( $\%IIR=20,2$ ). En términos generales, el índice de importancia relativa para la fauna íctica encontrada como ítem presa en los estómagos de jibia revisados representa el 90% del espectro alimentario de esta especie. Por otro lado, los crustáceos identificados como ítem presa constituyeron un índice de importancia relativa global de 5,3% con camarón nailon ( $\%IIR=4,6$ ) como la principal presa (Tabla 45 y Figura 70a y 70b).

En el caso particular de la presencia de jibia como ítem presa, se observa que para el método numérico y de frecuencia, se posiciona como la cuarta presa en importancia después de merluza común, peces de la familia Macrouridae y camarón nailon, mientras que para el método gravimétrico ocupa el segundo lugar (Tabla 45). Respecto del índice de importancia relativa para jibia ( $\%IIR=4,6$ ), la posiciona como la tercera especie en importancia dentro del espectro alimentario, junto con camarón nailon (Tabla 45 y Figura 70a y 70b). Sin embargo, es necesario tener presente que durante la revisión del contenido estomacal, la presencia de jibia dentro de éste, no mostró señales de proceso digestivo, lo cual indicaría que estos restos fueron consumidos dentro de la red.

Por otra parte, cabe señalar que de los estómagos se recuperaron otolitos correspondientes uno a merluza común (GE II) y otro de merluza de cola (GE III). Ambos otolitos fueron obtenidos de dos ejemplares de jibia de 84 y 94 cm de longitud del manto, respectivamente.



## **5.5 Objetivo específico 5. Determinar las condiciones bio-oceanográficas-asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período del estudio.**

### **5.5.1 Condiciones meteorológicas**

La fluctuación de las variables atmosféricas medidas en el crucero, esto es: presión atmosférica (mbar), temperatura del aire (°C), intensidad y dirección del viento, altura y dirección de olas, son presentadas en las Figuras 71 y 72.

La presión atmosférica a nivel del mar (Figura 71a) mostró un rango de variación entre los 1010 y los 1029 mbar, con un valor promedio de  $1019,9 \pm 3,64$  mbar ( $n=90$ ). Durante el crucero se registraron datos de presión atmosférica fluctuando entre los 1015 y los 1023 mbar. La altura de olas fluctuó entre los 2,0 y los 6,0 m (Figura 71b), con un valor promedio de  $3,88 \pm 0,99$  m ( $n= 89$ ). La representación espacial de la dirección de olas en el área de prospección (Figura 71c) evidencia el claro predominio de vientos NNE y NE en la zona de estudio.

Durante el período de estudio, la temperatura superficial del aire fluctuó entre los 6,5 y los 13,0 °C, con un valor promedio de  $9,6 \pm 1,55$  °C ( $n= 90$ ) (Figura 72a), mientras que la intensidad del viento (Figura 72b) evidenció un rango entre los 0,0 y los 33,0 nudos, con un valor promedio de  $14,98 \pm 6,86$  nudos ( $n= 88$ ), con vientos predominantes desde el NNE con una frecuencia que alcanzó el 62,4% seguido por vientos provenientes desde el NE (Figura 72c).



### 5.5.2 Variables hidrográficas: Análisis horizontal

La distribución horizontal de las variables oceanográficas temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t) y concentración de oxígeno disuelto (ml/l) en las profundidades de 5, 50, 100 y 200 metros de profundidad fueron las siguientes:

#### a) Registros a 5 m de profundidad

Al considerar toda el área prospectada, el estrato superficial (5 m de profundidad) presentó un rango de temperatura que fluctuó entre los 10,85 y los 13,22 °C, con un valor promedio de  $11,10 \pm 0,57$  °C (n = 85 datos). La distribución horizontal de la temperatura superficial del mar no presentó gradientes zonales (costa-océano) de importancia, pero sí una variación meridional de aproximadamente 2,0 °C. El sector oceánico situado al norte de los 34°S evidenció las mayores temperaturas, quedando bien representado por la isoterma de 13°C, en tanto que el sector central situado entre los 34°WS y 38°S evidenció el dominio de la isoterma de 12 y 12,5 °C; en tanto que hacia el sur, se registraron las temperaturas más bajas (en torno a los 11 °C) (Figura 73a).

Por su parte, la salinidad superficial presentó un amplio rango de variación, fluctuando entre los 31,374 y los 34,668 psu (promedio=  $33,539 \pm 0,79$  psu, n= 85 datos) considerando la totalidad del área prospectada. A diferencia de la temperatura superficial del mar, la distribución espacial superficial de la salinidad (Figura 73b) reveló una importante variación tanto zonal como meridional, siendo los gradientes costa-océano de mayor intensidad hacia el sur de los 36 °S. Las aguas superficiales situadas al norte de Valparaíso-San Antonio presentaron



salinidades superiores a 34,0 psu, especialmente al norte de los 32 °S (>34,4 psu). En el sector centro-sur del área de estudio (entre los 35° y 42°S) se observó un importante gradiente zonal por la presencia superficial de aguas más salinas hacia el tramo occidental de las transectas (> 34,0 psu) especialmente entre los 35 y 38 °S) y la presencia de aguas menos salinas (<33,6 psu) en la zona costera asociada a la descarga de aguas continentales provenientes de los principales ríos de la región centro-sur.

La densidad del agua de mar fluctuó superficialmente entre los 23,760 y los 26,290  $\sigma_t$  (promedio=  $25,433 \pm 0,567 \sigma_t$ , n= 85 datos). La Figura 73c muestra la presencia de aguas de mayor densidad (>26,0  $\sigma_t$ ) al norte de Valparaíso, sin evidenciar variaciones zonales. Al igual que lo reseñado para la salinidad, en el sector central y sur del área de estudio, se observó un importante gradiente zonal positivo al océano debido a la presencia de aguas menos densas (< 25,0  $\sigma_t$ ) al interior de las 20 mn desde la costa.

La distribución superficial de la concentración de oxígeno disuelto en el área de estudio reveló un muy leve gradiente zonal, con valores en torno a los 2 ml/l en el extremo norte del área prospectada. En general el estrato superficial verificó un ambiente de aguas bien oxigenadas caracterizadas por el dominio de las isolíneas de 5 y 5,5 ml/l (Figura 73d). La concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar, considerando todas las estaciones realizadas, tuvo un rango de variación entre los 2,34 y los 5,99 ml/l, con un valor promedio de  $5,13 \pm 0,85$  ml/l (n= 84 datos).



## **b) Registros a 50 m de profundidad**

A los 50 m de profundidad, la temperatura del agua de mar presentó un rango de fluctuación entre los 10,63 y los 13,10 °C, con un valor promedio de  $11,84 \pm 0,95^{\circ}5$  (n=82 datos). La distribución espacial de la temperatura en este estrato de profundidad reveló un gradiente meridional de aproximadamente 2°C, con valores de 13°C en el sector oceánico al norte de los 36 °S y de 11°C en el límite sur del área de prospección. Sólo entre Valparaíso y Talcahuano se apreciaron gradientes zonales de temperatura con aguas más frías (< 12 °C) en la costa y comparativamente más cálidas (>13 °C) en el extremo occidental de las transectas de este sector; en tanto al sur de Punta Lavapié (37°20'S) no se apreciaron gradientes zonales de consideración (Figura 74a).

La salinidad superficial varió entre los 33,079 y los 34,774 psu (promedio=  $34,076 \pm 0,427$  psu, n= 82). Al igual que para el caso de la salinidad superficial (5 metros), en este estrato la distribución espacial de la salinidad mostró un gradiente meridional importante entre las aguas más salinas (> 34,6 psu) situadas en el extremo norte y la distribución homogénea de aguas menos salinas bien caracterizada por la isohalina de 33,7 psu al sur de puerto Saavedra. Asimismo, hacia el norte del puerto de Talcahuano, se observó un claro gradiente zonal (costa-océano) con aguas más salinas (>34,3 psu) en las primeras 20 mn desde la costa y aguas de menor salinidad (<34,0 psu) hacia el sector oceánico (Figura 74b).

La densidad del agua de mar a los 50 metros de profundidad presentó un rango de variación entre los 25,080 y los 26,433  $\sigma_t$  y un valor promedio de  $25,899 \pm 0,335 \sigma_t$  (n= 82 datos). La distribución espacial de esta variable presentó una distribución similar a la reseñada para la salinidad, con aguas de densidad mayor a 26,2  $\sigma_t$  asociadas a la región costera situada entre Constitución y Coquimbo, y aguas de



menor densidad y distribución homogénea hacia el sur Talcahuano. Sólo al norte de los 36 °S se verificó un gradiente zonal positivo a la costa evidenciando aguas de menor densidad ( $<26,6 \sigma_t$ ) hacia el extremo occidental de los transectos (Figura 74c).

Por su parte, la distribución espacial de la concentración de oxígeno disuelto en este estrato evidenció dos situaciones distintas, a saber: a) el sector situado al norte de Talcahuano presentó un claro gradiente zonal debido a la presencia de aguas costeras menos oxigenadas ( $< 3 \text{ ml/l}$ ) en comparación con las concentraciones registradas en las estaciones más oceánicas de los transectos ( $>5-6 \text{ ml/l}$ ) y, b) la presencia de aguas bien oxigenadas ( $>5 \text{ ml/l}$ ) en todo el sector sur (al sur de los 37°S), con un leve gradiente zonal (Figura 74d). En este estrato, la concentración de oxígeno disuelto tuvo un rango de variación entre los 0,27 y los 5,80 ml/l, con un valor promedio de  $3,96 \pm 1,807 \text{ ml/l}$  (n= 81 datos).

### c) Registros a 100 m de profundidad

A los 100 m de profundidad la temperatura del agua de mar presentó un rango de fluctuación entre los 10,07 y los 12,39 °C (promedio=  $11,22 \pm 0,53 \text{ °C}$ , n= 65 datos). La temperatura del mar tuvo un comportamiento espacial homogéneo en toda el área de estudio, sin gradientes zonales y con una variación meridional de aproximadamente 1,5°C, quedando bien caracterizada por distribución espacial de la isoterma de 11 °C (Figura 75a).

Por su parte, la salinidad fluctuó entre los 33,891 y los 34,827 psu ( $34,448 \pm 0,248 \text{ psu}$ , n=65 datos). La distribución espacial de la salinidad mostró un gradiente zonal positivo a la costa al norte de los 36 °S, con aguas más salinas asociadas a una estrecha banda costera con valores superiores a 34,6 psu evidenciando la



presencia de las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en este estrato de profundidad; en tanto, al sur de Talcahuano no se verificó este gradiente zonal si no más bien una distribución homogénea (sin gradientes zonales ni meridionales de importancia) de aguas menos salinas bien caracterizadas por las isohalinas de 34,2 y 34,3 psu (Figura 75b). Por su parte, la densidad del agua de mar en este estrato presentó un rango de variación entre los 26,893 y los 26,506  $\sigma_t$  y un valor promedio de  $26,305 \pm 0,144 \sigma_t$  ( $n= 65$  datos) considerando toda el área prospectada. La distribución espacial de esta variable mostró una distribución muy similar a la de la salinidad, con la presencia de aguas más densas en una estrecha banda costera situada al norte de Talcahuano, y aguas levemente menos densas ( $<26,2 \sigma_t$ ) situadas al sur de Lebu (Figura 75c).

La concentración de oxígeno disuelto reveló la presencia de aguas pobres en oxígeno ( $<1$  ml/l) asociada a la zona costera entre Coquimbo y puerto Saavedra, verificando la presencia de AESS en este sector y estrato. Al sur de los 39 se constata la ausencia de mínimas de oxígeno, y la presencia de aguas más oxigenadas ( $> 3$  ml/l; Figura 75d). En este estrato, la concentración de oxígeno disuelto tuvo un rango de variación entre los 0,16 y los 5,00 ml/l, con un valor promedio de  $1,77 \pm 1,361$  ml/l ( $n= 64$  datos).

#### **d) Registros a 200 m de profundidad**

En este estrato, la temperatura del agua de mar presentó un rango de fluctuación entre los 8,62 y 11,85 °C ( $10,57 \pm 0,672$  °C,  $n= 35$  datos). La distribución espacial de la temperatura evidenció un comportamiento homogéneo, sin la presencia de gradientes costa-océano y una variación meridional de aproximadamente 1,5 °C, caracterizándose por el dominio de la isoterma de 11 en gran parte del área prospectada (Figura 76a).



Por su parte, la salinidad fluctuó entre los 34,143 y los 34,808 psu ( $34,620 \pm 0,131$  psu) para 35 estaciones de muestreo. La distribución espacial de la salinidad mostró la ausencia de gradientes zonales y meridionales reseñados para estratos más someros. Gran parte del área de estudio estuvo caracterizada por las isohalinas de 34,5 y 34,7 psu (Figura 76b). Por su parte, el campo horizontal de la densidad en este estrato presentó una distribución homogénea en toda el área de estudio, quedando bien caracterizado por las isopicnas de 26,5 y 26,6  $\sigma_t$  (Figura 76c). La densidad del agua de mar fluctuó entre los 26,224 y los 26,688  $\sigma_t$  ( $26,554 \pm 0,074 \sigma_t$ , para 35 datos).

La concentración de oxígeno disuelto a los 200 metros de profundidad fluctuó entre los 0,12 y los 2,51 ml/l, con un valor promedio de  $0,53 \pm 0,519$  ml/l (n=34 datos). En este estrato, un gran porcentaje del área de estudio (a excepción del extremo austral) evidenció concentraciones mínimas de oxígeno (<1 ml/l), características de la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES) (Figura 76d).

### **5.5.3 Análisis de imágenes satelitales**

#### **a) Temperatura superficial del mar**

Durante el periodo comprendido entre julio 28 al 22 de Agosto, el sensor MODIS-A no se encontró operativo por lo cual no existen datos de temperatura superficial del mar para este lapso de tiempo. Debido a esto los promedios para las dos primeras semanas (4-10 y 11-17 de agosto) no pudieron ser calculados, además de que el promedio de la tercera semana solo fue calculado empleando las imágenes de dos días (23 y 24 de agosto), por lo cual se observa con mayores baches de información faltante respecto de las semanas siguientes. En base a la información parcial de la tercera semana y la de las tres semanas siguientes es posible



observar una tendencia al incremento de la temperatura superficial del mar en toda la región, provocado por un desplazamiento de la región con temperaturas superiores a 15°C desde el noroeste hacia el suroeste, lo que causa temperaturas en la costa superiores a 12°C durante la sexta semana (Figura 77).

### **b) Clorofila**

La inoperatividad del sensor satelital MODIS-A durante las dos primeras semanas provocó también un mayor número de datos faltantes en el producto combinado de la clorofila satelital. En las semanas siguientes se observa un incremento en la concentración de clorofila sobre la zona costera principalmente al sur de los 37°S, que se expande fuera de la costa hasta alrededor de los 76°S (Figura 78). Este incremento en la clorofila costera hacia la sexta semana puede estar vinculado al incremento de los vientos a lo largo de la costa favorables a la surgencia descritos previamente ocurriendo durante esta semana.

### **c) Viento**

Durante la primera semana del 4-10 de agosto en el campo de vientos se observa dos regiones de vientos intensos; una cerca de la costa al norte de los 35°S con dirección sur favorables a la surgencia, y otra en la región oceánica entre 39°-42°S con dirección oeste. Durante las dos semanas posteriores este patrón de vientos se debilita paulatinamente y en la cuarta semana los vientos al sur de los 36°S cambian a dirección noroeste intensificándose en cercanías de la costa. Durante la 5ª semana se presenta de nuevo una relajación en el campo de vientos y durante la sexta semana se observa nuevamente una intensificación en cercanías de la costa de los vientos sur desde alrededor de los 40°S (Figura 79).



#### **5.5.4 Variables hidrográficas: Análisis vertical**

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas en este crucero, consideró las secciones oceanográficas correspondientes a todas las transectas realizadas para las 4 zonas que desde un punto de vista operacional, componen el área de estudio. Además, se realizó el análisis de dos transectas dispuestos en forma paralela a la línea de costa, uno caracterizando el sector nerítico sobre la plataforma continental y el otro al sector oceánico.

##### **a) Zona Norte: Transectas 1 a 6)**

Las transectas de la región norte (Figuras. 80-84) evidenciaron una muy estrecha plataforma continental (menor a 10 mn), y se caracterizaron por presentar temperaturas superficiales en torno a los 12 °C y densidades menores a 26,4  $\sigma_t$ . Por su parte, la salinidad superficial en las transectas de este sector fue menor a 34,7 psu, mostrando asimismo niveles de oxígeno disuelto mayores o iguales a 3 ml/l (salvo en la Transecta 2 que presentó concentraciones levemente inferiores a 3 ml/l).

En general, las transectas de este sector no mostraron gradientes térmicos zonales de consideración. En el campo vertical, la temperatura evidenció ausencia de estratificación y el dominio de la isoterma de 12°C en gran parte de los transectos y desde la superficie (Transecta 6) hasta los 180 metros (transectas 2 y 3). Por su parte, la salinidad y la densidad presentaron haloclinas y picnoclinas leves. La distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto mostró una oxiclina desarrollada en los primeros 150 m de profundidad, presente a lo largo de todos los transectos a excepción de la Transecta 2, que presentó una oxiclina asociada solo a los primeros 50 metros de profundidad. Asimismo, se verificaron aguas pobres en oxígeno disuelto (< 1 ml/l) extendidas en un estrato amplio de profundidad, entre los 50 y los 420 m, evidenciando la presencia de las AESS en este sector.



### **b) Zona Centro-Norte: Transectas 7 a 12**

Las transectas representativas del sector centro-norte (Figuras. 85-90) presentaron también una estrecha plataforma continental, exceptuando la Transecta 10, la que superó las 15 mn desde la costa. Estas secciones mostraron aguas levemente más frías que el sector norte y un comportamiento térmico muy similar. En las transectas 7, 8 y 9 se aprecia un leve gradiente zonal con aguas levemente más cálidas hacia el sector oceánico, en tanto que la salinidad y la densidad presentaron mayor estratificación en las transectas 10, 11 y 12 dispuestas hacia el límite sur de esta región, estratificación probablemente asociada a dilución superficial que generó haloclinas y pycnoclinas en los primeros 130 metros de profundidad. Subsuperficialmente, se verificaron aguas más salinas entre los 100 y los 350 metros de profundidad, caracterizando la presencia de las AESS.

Por su parte, la distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto reveló un estrato superficial bien oxigenado (entre 3 y 5 ml/l) y una oxiclina bien desarrollada situada entre la superficie y los 110 metros de profundidad. Frecuentemente, se identificó aguas pobres en oxígeno disuelto (<1 ml/l) entre los 60 y 400 metros de profundidad, las que caracterizan la presencia de AESS y que son coincidentes con la ubicación vertical del máximo salino en este estrato.

### **c) Zona Centro-Sur: Transectas 13 a la 19**

Las transectas de este sector (Figuras 91-97) estuvieron emplazadas sobre una plataforma continental significativamente mayor, alcanzando en promedio extensiones mayores a 15 mn, incluso detectándose en la Transecta 15 una plataforma superior a las 30 mn. Todas las transectas de este sector se caracterizaron por un estrato superficial de aguas frías (<12°C), ausencia de gradientes zonales de temperatura y de estratificación térmica (Figuras 24 a la 30).



Por otra parte, se observó aguas superficiales más oxigenadas ( $> 4$  ml/l) y menos salinas comparadas con las transectas del sector norte, esto último debido a la dilución superficial por efecto de la descarga de los ríos locales, especialmente los ríos Maule ( $35^{\circ}10'$  S) y el complejo Itata-Bíobío ( $36^{\circ}30'$ - $37^{\circ}$ S). La haloclina se encontró bien desarrollada a lo largo de todos los transectos del sector, situada entre la superficie y los 100 metros de profundidad. El núcleo subsuperficial de aguas con altas salinidades ( $> 34,5$  psu) y bajo contenido de oxígeno ( $< 1$  ml/l) que evidencian la presencia de AESS, se situó verticalmente entre los 100 y los 400 metros de profundidad. Se aprecia un leve gradiente zonal en la concentración de oxígeno, con concentraciones mayores hacia la zona oceánica. A partir de la Transecta 17, se observó la presencia de las Aguas Intermedias Antárticas (AIA) bajo los 450 metros de profundidad, caracterizadas por un mayor contenido de oxígeno disuelto ( $> 3$  ml/l) y salinidades inferiores a 34,4 psu.

#### **d) Zona Sur: Transectas 20 a 27**

En el extremo sur del área de prospección (Figuras 98-104), las transectas evidenciaron una plataforma continental significativamente más amplia, que en promedio se extendió cerca de 20 mn para la mayoría de las transectas, llegando a las 27 mn en la Transecta 27. La distribución vertical de la temperatura evidenció la ausencia de estratificación térmica y el dominio superficial de la isoterma de  $11^{\circ}\text{C}$  a lo largo de todas las transectas (salvo en la Transecta 20, que evidenció la isoterma superficial de  $12^{\circ}\text{C}$ ), así como también leves gradientes zonales positivos hacia el océano en las transectas 24 y 25. Por su parte, la salinidad y densidad del agua de mar revelaron la presencia superficial costera de aguas menos salinas ( $< 33,5$  psu) y menos densas ( $< 26,0$   $\sigma_t$ ) por la dilución asociada al estuario de los ríos Valdivia-Tornagaleones (Transecta 23), al río Bueno (Transecta 24) y la desembocadura del río Maullín (Transecta 26). Asimismo, se observó una zona de fuerte estratificación



vertical situada entre el estrato superficial y los 100 metros de profundidad. En esta región, el máximo salino subsuperficial se vió debilitado en relación al resto del área de estudio indicando la menor influencia de las AESS en el sector más austral del área prospectada.

La distribución espacial de la concentración de oxígeno disuelto mostró un estrato superficial bien oxigenado ( $> 5$  ml/l) manteniéndose a lo largo de este sector alrededor de los 70 metros de profundidad. El estrato subsuperficial asociado verificó concentraciones mínimas de oxígeno ( $<1$  ml/l) hasta la Transecta 26, con un registro considerablemente más débil en relación a las otras zonas analizadas. En todas las transectas de este sector, bajo los 400 metros se aprecia la influencia de las AIA, con concentraciones de oxígeno disuelto que superan los 3 ml/l.

### **5.5.5 Transectas longitudinales**

#### **a) Transecta costera**

Esta transecta incluyó estaciones sobre la plataforma continental, cuya profundidad máxima no sobrepasó los 100 metros en la mayoría de los casos.

La distribución de temperatura a lo largo del transecto mostró un gradiente meridional de aproximadamente  $1,5^{\circ}\text{C}$ , con temperaturas levemente más altas asociadas al extremo norte del área de estudio ( $>12,5^{\circ}\text{C}$ ) respecto del sector austral ( $11^{\circ}\text{C}$ ). En general, se observó la virtual ausencia de estratificación vertical en todo el transecto, evidenciando una columna de agua bien mezclada térmicamente caracterizada por la isoterma de  $12^{\circ}\text{C}$  en gran parte del transecto costero (Figura 105a).



Por el contrario, la salinidad evidenció marcadas variaciones meridionales y verticales a lo largo del transecto. Al norte de los 34°S, la distribución vertical de la salinidad tuvo un comportamiento similar, destacando las salinidades superficiales más altas del trayecto (34,6 psu), la virtual ausencia de haloclinas, y la presencia subsuperficial (>70 metros) de aguas con salinidades superiores a 34,6 psu caracterizando a las AESS. En cambio, al sur de los 35°S y especialmente al sur de los 37 °S, la columna de agua se caracterizó por: a) la presencia de aguas con salinidades superficiales bajas (<33,5 psu), debido a la dilución costera provocada por la mezcla con aguas de origen continental, particularmente los ríos Itata-Bíobío (37°S), Toltén, Imperial, el estuario del río Valdivia-Tornagaleones y los ríos Bueno-Maullín (Figura 105b), b) una marcada estratificación vertical que se verificó en los primeros 50 metros de la columna de agua y, c) la virtual ausencia de aguas con salinidades superiores a 34,0 al sur de los 38-39°S revelando la inexistencia de las AESS en la mayor parte de este sector. Por su parte, el campo vertical de la densidad tuvo una gran similitud con lo expuesto para la salinidad, esto es, la presencia de importante variabilidad meridional en superficie, con aguas más densas asociadas al sector norte del área prospectada (>26,2  $\sigma_t$  al norte de los 33°S), y la clara dilución superficial producto del aporte de aguas continentales que se expresó a partir de los 35°S, y especialmente al sur de los 37°S, mostrando densidades superficiales menores a los 25,2  $\sigma_t$ ; además de una estratificación vertical comparativamente mayor al sur de los 37°S (Figura 105c).

La distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto en la transecta costera evidenció una situación distinta al norte y sur de los 37 °S, esto es: (a) la presencia de un estrato superficial (0-20 m) bien oxigenado al norte de los 37 °S con valores sobre 3 y 4 ml/l, y una estratificación vertical débil situada entre los 20 y los 70 m de profundidad (Figura 105d), con la presencia de aguas con pobre contenido de



oxígeno disuelto ( $< 1$  ml/l) bajo los 80 metros de profundidad, y (b) la presencia de una columna de agua homogénea y bien oxigenada al sur de los  $38^{\circ}\text{S}$ .

La distribución vertical de la concentración de clorofila-a evidenció en general concentraciones bajas, inferiores a  $1\text{ mg/m}^3$ , con concentraciones comparativamente menores en el sector comprendido entre los  $36$  y  $39^{\circ}\text{S}$  y mayores hacia el sector austral del área prospectada. En general, las concentraciones de clorofila-a fueron muy bajas ( $< 0,1\text{ mg/m}^3$ ) bajo los 50 metros de profundidad (Figura 105e).

#### **b) Transecta oceánica**

La transecta latitudinal oceánica estuvo dispuesta sobre el talud continental (Figura 106). La distribución vertical de la temperatura a lo largo del transecto evidenció una leve variación meridional de aproximadamente  $1^{\circ}\text{C}$ . Asimismo, la transecta oceánica verificó la virtual ausencia de estratificación térmica a todo lo largo de la sección. Bajo los 250 metros se observa un descenso de la temperatura a una tasa relativamente constante con la profundidad a lo largo de todo el transecto, revelando el ascenso de las isotermas en una orientación norte-sur y temperaturas menores a los  $6^{\circ}\text{C}$  bajo los 400 m en el extremo sur del área de estudio (Figura 106a).

Por su parte, la distribución superficial de la salinidad reveló un claro gradiente meridional, con aguas más salinas ( $34,5\text{ psu}$ ) hacia el sector norte (al norte de los  $32^{\circ}\text{S}$ ) del área de estudio, y salinidades menores a  $34,0\text{ psu}$  a partir de los  $36^{\circ}\text{S}$  hacia el sur, especialmente al sur de los  $39^{\circ}\text{S}$  donde las salinidades superficiales alcanzaron valores menores a  $33,6\text{ psu}$ . Todo el transecto al sur de los  $32^{\circ}\text{S}$  mostró estratificación salina, la cual se intensificó y profundizó hacia el sur, situándose entre los 30 y 170 metros de profundidad. Probablemente la mezcla con



aguas continentales en la costa, aún se observa en la transecta oceánica, generando lentes de baja salinidad vinculado a las latitudes de 36°S, 38-39°S y 40-41°S. En el estrato subsuperficial, se aprecia claramente la penetración hacia el sur de aguas comparativamente más salinas ( $> 34,5$  psu) caracterizando la presencia de las AESS las que ocuparon el estrato entre los 70 y los 420 metros de profundidad en el extremo norte, para posteriormente estrecharse y debilitar su presencia hacia el sur, hasta quedar virtualmente ausentes hacia el extremo austral del área de estudio (Figura 106b).

La distribución de la densidad presentó una mayor variabilidad asociada al estrato superficial (0-50 m), con aguas menos densas asociadas al sector sur del área de estudio. Se observó una pycnoclina identificable en prácticamente todo el transecto, situada entre los 40 y los 140 metros de profundidad, la cual se profundiza levemente al sur de los 36°S. Bajo los 200 m de profundidad, todo el transecto presentó un incremento a una tasa relativamente constante de la densidad con la profundidad, alcanzando los  $27,0 \sigma_t$  bajo los 400 m (Figura 106c).

Por otra parte, la concentración de oxígeno disuelto reveló un estrato superficial bien oxigenado a lo largo de todo el transecto, que se intensifica y profundiza a partir de los 38°S hacia el sur alcanzando concentraciones superiores a los 5 ml/l. Se observó una oxiclina bien desarrollada a lo largo de todo el transecto, situada entre la superficie y los 120 metros de profundidad en la región norte, y se profundiza hacia el extremo sur del área prospectada. Bajo los 120 metros de profundidad se detectó aguas pobres en oxígeno disuelto ( $< 1$  ml/l), especialmente coincidentes con el máximo salino subsuperficial ( $> 34,5$  psu) que corrobora la presencia de las AESS en este estrato de profundidad y que se extendieron meridionalmente hasta casi los 40°S. Bajo los 400 metros de profundidad, y especialmente al sur de los 36°S, se verificó un incremento de la concentración de



oxígeno disuelto corroborando la presencia incipiente de las AIA hacia las máximas profundidades de muestreo (Figura 106d).

Al igual que en la transecta costera, la distribución vertical de la concentración de clorofila-a evidenció concentraciones bajas, con dos máximos superficiales de concentraciones superiores a los 1,0 mg m<sup>-3</sup> situados entre los 34 y 35 °S , y en el extremo austral del área prospectada (al sur de los 41 °S). Asimismo, se registraron concentraciones muy bajas de clorofila-a (< 0,3 mg /m<sup>3</sup>) bajo los 60 metros de profundidad (Figura 106e).

#### **5.5.6 Perfiles verticales individuales**

El análisis de la distribución vertical de las variables oceanográficas medidas en el área de estudio también se presenta a la forma de: a) perfiles verticales individuales por estación de muestreo, agrupando las estaciones insertas en la zona norte (29° - 32°S), zona centro-norte (32° - 35°S), zona centro-sur (35° - 38°20'S) y zona sur (38°20' - 42°S) y, b) perfiles verticales promedio para cada una de las 27 transectas realizadas durante la prospección.

#### **Zona norte (29°00'-32°00'S)**

La distribución vertical de las variables ambientales medidas en el sector norte del área prospectada se presenta en la Figura 107 a la forma de perfiles individuales correspondientes a cada estación realizada. En este sector, la temperatura superficial del mar presentó un rango entre 12 y 13°C. Los perfiles verticales de temperatura mostraron la virtual ausencia de diferencias zonales (entre perfiles) y de estratificación vertical, evidenciando un descenso casi monotónico de la temperatura con la profundidad el que se incrementa levemente a partir de los 300 metros. Los máximos



gradientes verticales de temperatura fluctuaron entre  $-0,10$  °C/10 m y los  $-0,58$  °C/10 m y exhibieron un valor promedio de  $-0,18 \pm 0,193$  °C/10 m.

Por su parte, la distribución vertical de la salinidad en este sector reveló muy baja estratificación, con máximos gradientes verticales entre 0,05 y 0,311 psu 10/m, y salinidades comparativamente mayores (máximo salino) situadas subsuperficialmente entre los 70 y los 180 metros de profundidad, que se asocia a la presencia de las AESS en dicho estrato. En tanto, parte de los perfiles de densidad analizados mostraron una somera capa de mezcla situada entre los 10 y 40 metros de profundidad (a excepción de dos estaciones con una capa de mezcla superior a los 80 metros), asimismo, se observó la presencia de picnoclinas débiles situadas entre los 5 y 110 metros, y máximos gradientes verticales de densidad que fluctuaron entre los 0,06 y los 0,229  $\sigma_t$ /10 m.

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto evidenciaron un estrato superficial relativamente oxigenado (entre 2,2 y 5,0 ml/l), además de una oxiclina bien desarrollada en la gran mayoría de los perfiles del sector, situada entre los 5 y 140 metros de profundidad, y la clara presencia de aguas pobres en concentración de oxígeno disuelto ( $< 1$  ml/l) entre los 30 y 370 metros caracterizando la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en este estrato. Por su parte, los perfiles verticales de clorofila-a evidenciaron concentraciones bajas ( $< 0,8$  mg/m<sup>3</sup>) en la mayoría de los perfiles (a excepción de 3 estaciones con concentraciones levemente mayores), sin evidenciar máximos superficiales y/o subsuperficiales.

### **Zona Centro-Norte (32°00'-35°00'S)**

Los perfiles verticales de temperatura en este sector mostraron valores superficiales con un rango entre 11,1 y 12,2°C y una débil estratificación térmica, la que se acentúa en las estaciones más oceánicas que registraron valores superficiales



levemente superiores y termoclinas situadas entre los 20 y 60 m de profundidad, mientras que el resto de las estaciones de muestreo presentó termoclinas débiles o ausentes (Figura 108). Los gradientes verticales máximos de temperatura fluctuaron entre los  $-0,03$  y los  $0,675^{\circ}\text{C}/10\text{ m}$ , con un promedio de  $0,28 \pm 0,178^{\circ}\text{C}/10\text{ m}$ .

La distribución vertical de la salinidad estuvo caracterizada por haloclinas situadas entre los 10 y 130 metros de profundidad, además de una marcada influencia de aguas con bajas salinidades en el estrato superficial, y bajos gradientes verticales máximos que fluctuaron entre los  $0,082-0,407\text{ psu}/10\text{ m}$ . El máximo salino ( $> 34,6\text{ psu}$ ) se registró verticalmente entre los 50 y los 230 metros de profundidad. Bajo los 350 metros, se apreció un decremento constante de la salinidad con la profundidad (Figura 108). Por su parte, los perfiles verticales de densidad revelaron picnoclinas situadas entre los 10 y 100 m y gradientes de densidad cuyo rango fue de  $0,053 - 0,322\ \sigma_t /10\text{ m}$ .

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto evidenciaron un estrato superficial relativamente oxigenado (entre  $2,9$  y  $5,0\text{ ml/l}$ ) registrándose los mayores valores asociados a las estaciones más oceánicas de las transectas. Una oxiclina bien desarrollada se encontró situada entre los 5 m y los 130 metros de profundidad, mientras que aguas pobres en oxígeno disuelto ( $< 1\text{ ml/l}$ ) se distribuyeron entre los 130 y los 450 m. Bajo los 400 m, aguas sobre  $1\text{ ml/l}$  caracterizaron este estrato de la columna de agua (Figura 108).

### **Zona Centro-Sur ( $35^{\circ}00'-38^{\circ}30'S$ )**

En esta zona, el rango de la temperatura superficial del mar fluctuó solo entre los  $12$  y  $12,6\ ^{\circ}\text{C}$ , evidenciando la ausencia de variabilidad entre estaciones de muestreo para este sector, una capa isothermal que alcanzó los  $04-50$  metros y termoclinas débiles o ausentes en la mayoría de las estaciones de esta zona (Figura 109). Los gradientes



verticales máximos de temperatura fluctuaron entre los  $-0,01$  y los  $-0,79$   $^{\circ}\text{C}$   $10\text{ m}^{-1}$ , exhibiendo un valor promedio de  $-0,27 \pm 0,234$   $^{\circ}\text{C}/10\text{ m}$ . Por otra parte, la distribución vertical de salinidad y densidad se caracterizaron por presentar un estrato superficial dominado por aguas de baja salinidad ( $< 33,6$  psu) y densidad inferior a  $25,6$   $\sigma_t$ , producto de la mezcla con aguas de origen continental asociada a la descarga de los ríos del sector (en especial los ríos Maule, Itata-Bíobío). Las haloclinas y picnoclinas se reportaron entre los 5 y 100 metros de profundidad. Los gradientes verticales fueron mucho mayores a los reseñados para los sectores más norteños, y fluctuaron entre los  $0,21 - 1,91$  psu/10 m (promedio=  $0,64 \pm 0,397$  psu/10 m) para la salinidad, y entre los  $0,23 - 1,46$   $\sigma_t/10\text{ m}$  (promedio=  $0,51 \pm 0,255$   $\sigma_t/10\text{ m}$ ) para la densidad.

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto evidenciaron un estrato superficial muy oxigenado, con un mayor porcentaje de los datos asociado a concentraciones de oxígeno disuelto fluctuando entre los 5-6 ml/l. La oxiclina se apreció bien desarrollada en todas las estaciones del sector, situada entre los 5 y los 160 metros de profundidad. Aguas pobres en oxígeno disuelto ( $< 1$  ml/l) mostraron un rango más acotado, situándose entre los 50 y los 390 metros de profundidad. Bajo los 400 metros, se registró un incremento en las concentraciones de oxígeno disuelto alcanzando los 3.0 ml/l debido a la incipiente influencia de las AIA en este estrato (Figura 109). Por su parte, los perfiles verticales de clorofila-a evidenciaron un comportamiento similar al ya reseñado para el sector centro-norte del área de estudio, esto es, la presencia de concentraciones inferiores a los  $1,0\text{ mg}/\text{m}^3$ , y una disminución significativa bajo los 50-60 metros de profundidad.

### **Zona Sur (38°30'-42°00'S)**

En la Figura 110 se presentan los perfiles verticales de cada una de las estaciones de muestreo realizadas en el sector sur del área de estudio. Los perfiles verticales de temperatura mostraron una capa isotermal que se extendió hasta



aproximadamente los 100 metros de profundidad, con la presencia de termoclinas muy débiles o ausentes en la mayoría de los perfiles realizados. El rango de temperatura superficial del mar fluctuó estrechamente entre los 10,8 y 12 °C, evidenciando escasa variabilidad entre estaciones. Los máximos gradientes verticales de temperatura en esta zona fluctuaron entre los -0,02 y los 0,54 °C/10 m, con un promedio de  $0,20 \pm 0,145$  °C/10 m.

La distribución vertical de la salinidad en el extremo sur del área de estudio estuvo caracterizada por un amplio rango en superficie (31,7 – 33,8 psu), asociado a la dilución superficial producto de la mezcla con aguas de origen continental (principalmente el complejo Valdivia-Tornagaleones, y el río Bueno-Maullín). La presencia de un estrato superficial dominado por bajas salinidades implicó una marcada estratificación superficial del sistema, y haloclinas subsuperficiales situadas entre los 50 y 140 metros de profundidad (Figura 43). Los perfiles verticales de densidad mostraron picnoclinas situadas entre los 40 y 130 metros de profundidad. Los gradientes verticales máximos fluctuaron entre los 0,01 y 2,20 psu/10 m para la salinidad, y entre los 0,02 y 1,69  $\sigma_t$ /10 m para la densidad.

Por su parte, los perfiles verticales de oxígeno disuelto mostraron un estrato superficial con concentraciones comparativamente más altas, evidenciando un estrecho rango entre los 5,5 y 6,0 ml/l, que se extendió en profundidad hasta alcanzar los 70 metros. La oxiclina se mostró bien desarrollada entre los 80 y los 150 metros en la mayoría de los casos, observándose el dominio subsuperficial de aguas con menor contenido de oxígeno disuelto ( $< 1$  ml/l) entre los 100 y los 230 metros de profundidad, caracterizando la presencia de las AESS en un rango vertical más estrecho en relación a los otros sectores de estudio (Figura 110). A su vez, bajo los 350 metros, se registraron concentraciones sobre 3 ml/l, alcanzando concentraciones cercanas a los 4 ml/l en la profundidad máxima de muestreo, caracterizando la influencia de AIA en este estrato. En este sector, los valores de concentración de



clorofila-a fueron levemente mayores a los reseñados para el resto del área de estudio, superando los  $1,0 \text{ mg/m}^3$  en varios perfiles analizados, verificándose una disminución significativa con la profundidad a partir de los 40-50 metros.

### **5.5.7 Diagramas Temperatura – Salinidad (T-S)**

El análisis de los patrones hidrográficos de las masas de aguas presentes en la región se realizó a través de diagramas T-S (temperatura-salinidad) agrupando las estaciones CTD en las cuatro zonas establecidas en este informe y que se presentan en la Figura 111. En todas las zonas se identificó la presencia de tres tipos de agua: Agua Subantártica (ASAA), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AEES) y Agua Intermedia Antártica (AIA). Recientemente Schneider *et al.* (2007) discuten que el ASAA descrita inicialmente por Rojas y Silva (1996), es una masa de agua vinculada a la circulación del giro subtropical que se origina en la región de la celda de baja salinidad del Pacífico Suroriental, por lo cual sugieren nombrarla como Agua Intermedia del Pacífico Sur Este (AIPSE). Para efectos del presente informe sostendremos la nomenclatura propuesta por Rojas y Silva (1996).

#### **Zona norte**

El diagrama TS para los perfiles de la región norte muestra que el agua en la superficie presenta una temperatura  $\sim 12^\circ\text{C}$  y salinidad  $\sim 34.3 \text{ psu}$ , lo cual sugiere que proviene de la mezcla entre la ASAA y la AEES. Aproximadamente a los 160-200 metros de profundidad se presenta el núcleo de la AEES caracterizado por una temperatura de  $12^\circ\text{C}$  y una salinidad de  $34,85 \text{ psu}$ . En profundidad se encuentran aguas con temperaturas de  $6^\circ\text{C}$  y salinidades de  $34.5 \text{ psu}$ , características de la masa de agua AIAA (Figura 111a).



### **Zona centro-norte**

Al igual que en la zona norte, en esta zona se observa la presencia de AIAA en profundidad y un núcleo de AESS alrededor de los 150-200 metros. Pero en superficie las aguas presentan una mayor temperatura (12,5°C) y menor salinidad (34 psu) respecto a la zona norte, lo que sugiere una menor mezcla y mayor influencia del ASAA (Figura 111b).

### **Zona centro-sur**

Esta región se caracterizó por presentar bajos valores de salinidad (<33 psu) en superficie, los cuales podrían estar indicando una alta mezcla entre ASAA con aguas continentales. Esta mezcla en superficie favorece la formación del núcleo subsuperficial de ASAA. Por otra parte, el núcleo de las AESS se observó a una mayor profundidad y con menores temperaturas (~11°C) respecto a la zona norte y centro norte. Respecto al núcleo de AIAA este se observó entre los mismos rangos de temperatura y salinidad que en las zonas anteriores (Figura 111c).

### **Zona sur**

La zona sur se observa una mayor mezcla en superficie entre las ASAA y aguas continentales, evidenciado por una menor temperatura (~12°C) y menor salinidad (<32,5 psu) superficial. Esta mayor mezcla causa que no se observe un núcleo subsuperficial bien definido de las ASAA como el observado en la zona centro-sur. Respecto a los núcleos de AESS y AIAA, estos aparecen dentro de los mismos rangos de temperatura y salinidad y a la misma profundidad que en la zona centro sur (Figura 111d).



### **5.5.8 Profundidad de la capa de mezcla (PCM), base de la termoclina (PBT) y temperatura en la base de la termoclina (TBT)**

La profundidad de la capa de mezcla (PCM) presentó un rango de variación que fluctuó entre los 9 y los 84 metros, con un valor promedio de  $23 \pm 17$  m (n= 86 datos). En general la zona de estudio presentó un gradiente zonal en la PCM con valores menores a los 20 metros de profundidad en distancias menores a 60 mn de la costa, hasta valores sobre 40 metros de profundidad fuera de la costa. Este gradiente costa-océano en la PCM se observa más intenso alrededor de los  $30,5^{\circ}\text{S}$  y en los  $39^{\circ}\text{S}$ , donde la PCM alcanzó profundidades mayores a 70 metros fuera de la costa (Figura 111a).

Por otra parte, la profundidad base de la termoclina (PBT) fluctuó entre los 10 y los 152 metros de profundidad, con un valor promedio de  $47 \pm 28.5$  m (n= 78 datos). La distribución espacial de la PBT presenta igualmente un gradiente zonal, el cual es menos acentuado al norte de los  $33^{\circ}\text{S}$  donde PBT tiene valores constantes alrededor de los 60 metros, y es más intenso en la región sur del área de estudio ( $38^{\circ}$ - $41^{\circ}\text{S}$ ) donde los valores de PBT en la costa fluctuaron entre los 10-20 m y en el sector oceánico alcanzaron los 90 m de profundidad (Figura 112b).

El espesor de la termoclina (ET) fluctuó entre 1 y 139 metros ( $23,8 \pm 23,3$  metros (n= 78 datos). El ET presentó un marcado gradiente meridional, con valores en torno a los 10 metros cerca de la costa y valores de 40 metros costa afuera. Sin embargo, alrededor de los  $40$ ,  $38$  y  $32^{\circ}\text{S}$  se observaron regiones en proximidad a la línea de costa que presentaron valores de ET superiores a 40 metros (Figura 112c). Por su parte, la profundidad de la mínima de oxígeno (PMO) reveló también un gradiente zonal positivo al océano, con valores de PMO menores a 100 m hacia las estaciones más costeras, situación que se evidencia más claramente al sur de



punta Nugurne (36°S), y PMO más profundas hacia el sector oceánico (>200 m). La PMO fluctuó entre los 10 y los 297 metros de profundidad, con un valor promedio de  $140,7 \pm 69,9$  m (n= 87 datos) (Figura 111d).

### **5.5.9 Abundancia relativa y distribución espacial y de huevos y larvas de merluza común.**

El procesamiento y análisis de las 89 muestras de zooplancton recolectadas durante el crucero de invierno de 2008, permitió determinar la presencia de 48.289 huevos y 13.509 larvas. El detalle del número de huevos y larvas por especie de la totalidad de las muestras procesadas y especies determinadas se entrega en la Tabla 46.

#### **a) Huevos de merluza común**

Se reconoció la presencia de 1.552 huevos/10m<sup>2</sup> de merluza común, con densidades que fluctuaron entre 20 y 465 huevos/10m<sup>2</sup>. La media de huevos por estación positiva alcanzó a 155 (DS= 141,08), cifra 60,7 % menor respecto a la obtenida en el invierno de 2007.

Las áreas de mayor abundancia promedio (> 140 huevos/10m<sup>2</sup>), se ubicaron al sur de punta Topocalma (34°10'S), al norte de punta Nena (38°10'S), al norte de puerto Saavedra (38°40'S) y al norte del río Toltén (39°10'S), encontrándose configuradas por 6 registros positivos de un total de 10 (60%) los que en conjunto albergan al 91,5% del total de huevos de merluza común censados durante la prospección. El resto de las estaciones positivas, no incluidos los focos de desove anteriormente señalados, presentan densidades menos significativas comprendidas dentro del rango 20 - 58 huevos/10 m<sup>2</sup>, constatándose además que los niveles de abundancia



de los huevos de merluza común presentan una tendencia creciente hacia el sur de la zona de estudio.

La estación positiva más relevante en términos de su abundancia para la zona de estudio fue la designada con el número 63, situada a 10 mn al norte de punta Nena ( $38^{\circ}10'S$ ) con 465 huevos/10 m<sup>2</sup>, lo que corresponde al 29,9% del total (Figura 113a).

Con respecto a su distribución longitudinal, los huevos fueron encontrados mayoritariamente entre las 2 y las 10 mn de la costa con un total de 8 registros positivos, albergando esta franja al 81,8% de los huevos de la especie. Cabe señalar que no hubo registros positivos a esta fase de desarrollo entre punta Zorros y rada Quintay, entre el norte de Constitución y punta Lavapié y finalmente entre punta Llesquehue y el islote Duhato. La distribución y abundancia de huevos de merluza común para el período 1993-2008, señalan a puerto Saavedra y sus inmediaciones, como un área de desove recurrente que se ha mantenido a través del tiempo (Figura 114).

En términos comparativos, los huevos de merluza común cuantificados, presentan en relación al crucero de invierno precedente una significativa disminución igual a 88,7%, constituyéndose el invierno de 2008 en el registro más bajo de la serie 1993-2008 (Tabla 2).

#### **b) Larvas de merluza común**

Con respecto a la fase de larvas, éstas se presentaron en un total de 11 estaciones, con densidades comprendidas entre 5 y 40 larvas/10 m<sup>2</sup>, con un promedio de 2



larvas/10m<sup>2</sup> respecto del total de estaciones (Tabla 46). La media de larvas por estación positiva alcanzó a 12, con una desviación estándar de 9,95.

Las larvas de merluza común exhiben una menor cobertura espacial y abundancia relativa en comparación con la fase de huevo, la cual se manifiesta por una diferencia porcentual de - 68,5% en la dominancia numérica y de - 92,3% y - 88,2% con respecto a las densidades promedio por estaciones totales y positivas, respectivamente (Tabla 47).

El patrón de distribución espacial de las larvas de merluza común señala que estas se presentaron en la zona que se extiende desde punta Maitencillo a punta Achira, a excepción de la transecta realizada al sur de punta Topocalma y desde punta Rocura a caleta Lamaguapi; detectándose las mayores abundancias promedio ( $\geq 13$  larvas/10m<sup>2</sup>) en la zona comprendida entre punta Maitencillo (32°40'S) y el norte de Constitución (35°10'S) y frente a caleta Lamaguapi (40°10'S) (Figura 113b). Cabe señalar que entre punta Zorros (29°10'S) y punta Huesos (32°10'S), al sur de punta Topocalma, entre punta Tumbes (36°40'S) y la transecta realizada al norte del río Toltén (39°10'S) y entre punta Llesquehue y el islote Duhato no se registraron estaciones positivas a larvas de la especie, situación que contrasta con la observada durante el invierno de 2006 y 2007, donde los estadios larvales de merluza común se distribuyeron hasta puerto Saavedra (38°40'S) e islote Duhato, respectivamente.

En relación al número de larvas, el invierno de 2008 presentó con respecto al crucero de invierno precedente una disminución, la que se traduce en una tasa de cambio negativa igual a 54,4%, constituyéndose en el octavo registro más importante de la serie analizada 1993/2007 (Tabla 47).



Al contrastar los resultados obtenidos en invierno de 2008 con los registrados en el invierno precedente, se determina que los niveles de abundancia del ictioplancton de merluza común, analizada en términos de la frecuencia de estaciones positivas, utilizada como un índice de la extensión espacial del desove, señala la misma tendencia a la baja, es decir, disminuyen su cobertura geográfica exhibiendo porcentajes de cambio negativos iguales a 71,4% y 45,0%, respectivamente. Con respecto a la intensidad del desove, las densidades promedio por estaciones positivas acusan con respecto al invierno de 2007, una importante disminución en la intensidad y concentración del desove igual a 60,6% y 40%, respectivamente (Tabla 47).

#### **5.5.10 Distribución vertical de huevos y larvas de peces**

Del análisis practicado a las 54 muestras nocturnas estratificadas de zooplancton recolectadas en el transcurso del crucero con red WP-2 con sistema de cierre, se obtuvo como resultado el registro de 3 estaciones positivas a huevos y ausencia de larvas de merluza en los intervalos de profundidad 0-75 y 75-100m, respectivamente. En la Tabla 48 se entrega el detalle del número de observaciones positivas, la media, mínimos y máximos y la abundancia de huevos y larvas de merluza común, anchoveta y *Maurolicus*, referido a cada uno de los diferentes intervalos de muestreo.

En el caso de merluza común, se determinó la presencia de huevos de merluza en 3 estaciones, donde más del 53% de los huevos cuantificados, se localizó en el estrato 75 - 150m, con una abundancia promedio igual a 332 huevos, mientras que el 46% restante se consignó en el intervalo más superficial con 286 huevos/10m<sup>2</sup> (Tabla 3; Fig. 116a). Geográficamente y para los intervalos de profundidad 75-0m y 75-150m, los huevos de merluza se distribuyeron en la zona que se extiende desde



el norte de punta Nena ( $38^{\circ}10'S$ ) hasta el norte de río Toltén ( $39^{\circ}10'S$ ), con abundancias que fluctuaron entre 112 y 439 y entre 187 y 616 huevos/10 m<sup>2</sup>, respectivamente (Figura 116b). Cabe señalar que no hubo presencia de larvas de merluza común en ningún intervalo de profundidad muestreado.

En forma adicional se determinó para los estratos 0-75 y 75-150 m la presencia de huevos de anchoveta y *Maurolicus* (Tabla 48).

Estos resultados son coincidentes con los reportados en invierno de 2006 y 2007, no encontrándose en aquellos años huevos en el estrato más profundo y las mayores abundancias promedio en el estrato de menor profundidad.

#### **5.5.11 Biomasa zooplanctónica**

##### **a) Composición y distribución de los grupos zooplanctónicos**

Durante el período de muestreo, en la zona de estudio comprendida entre punta Zorros ( $29^{\circ}10'S$ ) e Islote Duhato ( $42^{\circ}00'S$ ), se detectó un total de 18 grupos zooplanctónicos, cuyas abundancias hicieron prever la existencia de tres taxas principales, quienes en conjunto contribuyeron con el 82% de la abundancia relativa total. Estos fueron los copépodos, eufáusidos y larvas de crustáceos decápodos. Siguiendo los dos primeros, la tónica normal de los constituyentes principales que dominan las comunidades planctónicas, mientras que los otros 15 grupos acumularon el 18% de la abundancia restante (Tabla 49). La mayor frecuencia de estaciones positivas estuvo localizada entre las 2 y 20 mn.



Los copépodos espacialmente se distribuyeron en el 100% de las estaciones, lejos fueron quienes aportaron con la mayor abundancia de la zona (51% de dominancia numérica). La media por estaciones totales fue de 22.167 copépodos/1.000 m<sup>3</sup>, con un rango de valores fluctuantes entre 377 – 165.471 ind/1.000 m<sup>3</sup>. A diferencia del año anterior, este grupo disminuye su porcentaje de abundancia y su densidad media en 476% y 60%, respectivamente.

En relación a su desplazamiento hacia el oeste, este grupo exhibe una tendencia a disminuir desde el sector costero hacia el oceánico, aunque de manera leve, ya que entre las 8 primeras millas de la costa y entre las 15 y 20 se registran altas densidades medias y de forma aislada en las 40 mn, aunque esta última corresponde a la abundancia media aportada solo por una estación. El patrón latitudinal de distribución denota un incremento en sus niveles de abundancia de norte a sur, determinándose las abundancias más altas en las latitudes 39°40'S y 42°00'S (Figura 117).

Particularmente los copépodos exhibieron tres grandes focos, cuyas abundancias en conjunto reunieron el 17% de los individuos de toda la zona, estas abundancias fluctuaron entre 127.459 – 165.471 ind/1.000 m<sup>3</sup> y se localizaron a 2, 5 y 20 mn de las transectas situadas frente a punta Tumbes (36°40'S), Islote Duhato (42°00'S) y punta Rocura (39°40'S), respectivamente.

Las larvas de decápodos constituyeron el segundo registro mas abundante del plancton de esta zona, con un aporte numérico de 16,7% del total y una frecuencia de ocurrencia en las estaciones de un 82%, en las cuales se congregó en densidades fluctuantes entre 68 - 519.516 ind/1.000 m<sup>3</sup>. Cabe hacer notar que este máximo encontrado en la estación de 8 mn frente a punta Rocura (39°40'S) escapa grandemente a lo observado en las demás estaciones y en los otros grupos, y se ve



reflejado en el valor de la desviación estándar, siendo la más alta para este grupo, la que se dio debido a la gran variación entre los valores extremos. Cabe hacer notar que las larvas de decápodos que predominaron en esta estación correspondieron a zoeas, posiblemente de porcelánidos (Tabla 49). Por esta razón y solo para efectos gráficos, esta estación no fue considerada en la figura 6. Es así como se pudo visualizar de mejor manera una tendencia decreciente en la abundancia promedio desde la costa hacia las estaciones mas alejadas de ella, con máximos principales a 2 y 20 mn y mínimos entre las 25 y 40 mn, áreas donde se detectaron los focos más altos de abundancia. Además del mencionado anteriormente, destacan aquellos localizados también frente a punta Rocura a 20 mn, donde se concentró un total de 23.736 larvas/1.000 m<sup>3</sup>. Latitudinalmente, se visualiza una leve tendencia al incremento de las abundancias medias de norte a sur, con un gran máximo en punta Rocura. Una secuencia de valores muy bajos se registró entre las latitudes 29°10'S y 32°40'S (Figura 117). Este grupo presenta con respecto a las abundancias medias exhibidas durante el año 2007, un notable incremento de cerca de un 6.000 %, en aquella ocasión no hubo una gran variabilidad en los valores extremos de este grupo.

Los eufáusidos se distribuyeron en el 99% de las estaciones, en las cuales reunieron una abundancia que alcanzó un porcentaje de dominancia del 14,3%. Su media por estación fue de 6.210 ind/1.000 m<sup>3</sup>, con una fluctuación de individuos comprendida entre 6 – 34.865. Las abundancias medias registradas desde la costa hacia el sector oceánico no muestran una tendencia clara, manteniéndose con valores no muy cambiantes entre las 2 y 25 mn, pero se incrementa notoriamente hacia las 30 y 35 mn, sectores donde las estaciones realizadas fueron mínimas en comparación a aquellas más cercanas a la costa. Las abundancias medias de este grupo tienden a ser relativamente mayores hacia la zona norte, con máximos



registrados frente a punta Lavapié ( $37^{\circ}10'S$ ) y entre punta Zorros ( $29^{\circ}10'S$ ) y rada Quintay ( $33^{\circ}10'S$ ) (Figura 117).

Los focos de mayores concentraciones se detectaron prácticamente entre las 2 y 35 mn, destacando particularmente aquellas observadas a 2, 8 y 35 mn (29.969, 29.092 y 34.865 eufáusidos/1.000 m<sup>3</sup>).

Si bien este grupo se mantiene en los primeros lugares de importancia numérica, las abundancias medias exhibidas por ellos este año decaen en un 47% respecto de lo observado durante igual período del año 2007. Especialmente cambian sus abundancias máximas, las que habían sido detectadas en el período precedente a 10 y 2 mn de la costa.

#### **b) Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos**

Los índices comunitarios se aplicaron en base a la información cualitativa y cuantitativa de los diferentes grupos zooplanctónicos.

Mediante el índice de riqueza de especies o grupos, se determinó un rango de valores comprendidos entre 3,88 - 14,91 (Tabla 50), ambos valores extremos registrados en el período nocturno. La estación que presentó el menor número de grupos zooplanctónicos se efectuó a 15 mn de la costa frente a punta Tumbes ( $36^{\circ}40'S$ ) y estuvo constituida solo por 4 grupos zooplanctónicos, donde salpas y copépodos, fueron los organismos más abundantes. Contrariamente la estación que albergó el mayor número de taxas se realizó durante la noche a 4 mn de la costa frente a punta Achira ( $36^{\circ}10'S$ ), reuniendo un total de 15 grupos.



El rango de valores de diversidad estimados fluctuaron entre 0,172 – 1,88 (Shannon y Weaver) y entre 1,56 - 6,95 (Hill) (Tabla 50). La menor diversidad taxonómica se registró a 4 mn de la costa frente al islote Duhato (42°00'S), mientras que el máximo valor de diversidad fue registrado a 18 mn de la costa frente al río Maullin (41°40'S).

Los valores de uniformidad taxonómica de Pielou (E1) y Sheldon (E2) fluctuaron entre 0,096 y 0,87 (E1) y entre 0,11 y 0,84 (E2), registrándose en cada índice analizado respectivamente, un 31% y 90% de las estaciones bajo 0,5, lo que indica que en el mayor porcentaje de ellas, existe a lo menos un grupo que domina por sobre los demás.

En general, tanto en los índices de diversidad como de uniformidad, se observó una tendencia tanto en sentido latitudinal como longitudinal (Figuras 118 y 119). Dicha tendencia, estuvo dada por una mayor frecuencia de valores altos de diversidad y uniformidad sobre las 10mn en las zonas 1, 2 y 3 del área de estudio, lo que contrasta con la detección de valores mínimos de estos índices dentro de las primeras 5mn de la costa. Las estaciones donde se registraron los valores más bajos de uniformidad, es decir aquellas donde un número menor de grupos dominaron por sobre el resto, se efectuaron frente a punta Achira (de acuerdo al índice de Sheldon), donde dominaron los copépodos y los eufáusidos y frente al islote Duhato (zona 4), donde dominaron los copépodos y las larvas de decápodos (en función del índice de Pielou). En adición a lo anterior, se destaca la presencia de un menor número de especies en las estaciones realizadas al norte del área de estudio, donde los valores de riqueza en general han sido más bajos.



Durante este período, tanto los valores de diversidad como de uniformidad fueron más altos que los registrados el año anterior (Tabla 50), lo que indica que durante este período, los distintos grupos zooplanctónicos se han distribuido de manera más equitativa principalmente en las zonas 1, 2 y 3 del área explorada. Lo anterior contrasta con lo observado en invierno 2007, donde los valores más altos de diversidad y uniformidad se concentraron en el sector norte del área de estudio.

Los resultados obtenidos de la comparación entre las zonas costera y oceánica, mediante la prueba no paramétrica Chi - cuadrado, señalaron la existencia de diferencias significativas (valor  $p < 0,0001$ ) entre las proporciones observadas de los distintos grupos zooplanctónicos determinados a lo largo del área de estudio. En este contexto, la exploración de los valores parciales del estadístico de prueba permitió identificar como principal aporte a las diferencias arrojadas por el test, al taxa “larvas de decapados”, cuyas abundancias en el sector costero (desde esta perspectiva) han sido significativamente mayor a lo observado por fuera de las primeras 15 mn de la costa.

De manera complementaria, se comparó la distribución de las abundancias observadas grupo a grupo entre el sector costero y oceánico mediante la prueba de Kruskal Wallis ( $\alpha = 0,05$ ). A partir de esto, se identificó la existencia de diferencias significativas en la distribución de los valores de abundancia en 5 grupos zooplanctónicos (Tabla 51). Dichas diferencias, estuvieron dadas principalmente por una mayor frecuencia de valores altos de abundancia en medusas, salpas, ostrácodos y pterópodos, cuya distribución en función de estos resultados fue principalmente oceánica. Por otra parte y a diferencia de lo observado en los taxas anteriormente mencionados, los poliquetos exhibieron diferencias significativas por ser más abundantes en el sector costero.



La comparación latitudinal (entre las zonas 1, 2, 3 y 4) de los valores de abundancia observados en los distintos taxos identificados en el área de estudio, se llevo a cabo mediante la aplicación secuencial de la prueba no paramétrica Chi- cuadrado para k muestras independientes, con el objeto de evitar el enmascaramiento de similitudes que pudiesen estar dados por la sensibilidad de la prueba (Angulo 2008).

Los resultados derivados de esta aplicación a un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ , señalaron la existencia de diferencias significativas en la composición y abundancia de los grupos zooplantónicos registrados entre todas las zonas definidas para el área de estudio (Tabla 52). De esta forma, la zona que presento un mayor aporte a la diferencias observadas en la primera comparación fue la zona 4 al sur del área de estudio, donde el valor de las abundancias registradas principalmente en larvas de decápodos, fue mucho mayor que el esperado en relación a lo observado en las otras zonas. En la segunda comparación establecida entre las zonas 1, 2 y 3 nuevamente se detectaron diferencias significativas, las que en esta oportunidad se dieron principalmente por los altos valores de abundancia registrados para el taxon Quetognatos en la zona 1. Finalmente en las zonas 2 y 3 menos disímiles, el valor esperado de abundancia para el grupo de las Apendicularias fue mayor, por lo que las diferencias que exhibieron estas zonas estuvieron dadas principalmente por los bajos valores de abundancias de este grupo registrados en la zona 2 con respecto a lo observado en la zona 3.

En relación a lo observado en invierno 2007, la zona 4, al sur del área de estudio sigue siendo el sector más disímil en relación a la proporción de los taxos observados en las otras zonas. Por otra parte, durante el invierno de 2008, las zonas 2 y 3, al centro de área de estudio, fueron mas semejantes, a diferencia de lo



observado para el período de invierno de 2007, donde la mayor semejanza se dio entre las zonas 1 y 2, más al norte.

### **c) Biomasa zooplanctónica total y su distribución**

En invierno de 2008, los niveles de biomasa zooplanctónica, expresados en mililitros (ml) de zooplancton presentes en 1000 m<sup>3</sup> de agua filtrada, fueron registrados en el rango de 8 - 1154 ml de zooplancton/1000m<sup>3</sup> de agua filtrada, con un promedio general para la zona igual a 229 (DS= 208,61) predominando los valores comprendidos dentro de los rangos de densidad categorizados entre 101 - 300 y 301 - 900 ml/1000m<sup>3</sup> los cuales representaron el 41,67% y 25,8%, respectivamente. Un 16,9% se categorizó dentro del rango 34 - 100 y el porcentaje restante, 14,6% y 1,12% correspondió a las categorías 0 - 33 y 901 - 10.000, respectivamente (Tabla 53; Fig. 120a).

Se observaron como tendencias generales una disminución de la biomasa zooplanctónica hacia el sector norte y sector costero del área de estudio (Figura 120b y 120c). Las áreas de mayor biomasa zooplanctónica promedio ( $\geq 300$  ml de zooplancton/1000m<sup>3</sup>), se ubicaron frente a rada Quintay (33°10'S), entre punta Achira (36°10'S) y la transecta realizada al norte de punta Nena (38°10'S) y al norte del río Toltén (39°10'S). La distribución espacial exhibida por las distintas categorías de densidad se presentan en la figura 121, claramente se observa la predominancia de concentraciones comprendidas entre 101-300, las que se extendieron en gran parte de la zona hasta las 35 mn y ocuparon prácticamente toda la extensión latitudinal de la zona explorada, siendo interrumpida en algunos sectores por biomazas categorizadas entre 301-900, las cuales se observaron entre Papudo y Constitución, entre punta Nugurne y Corral y un foco costero frente a bahía San Pedro. Valores de biomazas inferiores, categorizados entre 0 – 33 y 34 -



100 ml de zooplancton/1.000 m<sup>3</sup>, se observaron entre caleta Chañaral y Coquimbo, frente a Papudo, entre Bucalemu y Talcahuano formando focos muy localizados, frente a puerto Saavedra y al oeste de bahía San Pedro. Con respecto a la constitución de las muestras, predominaron el grupo de los Copépodos, Eufáusidos, Quetognatos y Salpas de pequeño tamaño.

Al contrastar la biomasa promedio estimada durante el invierno de 2008, respecto de la registrada en invierno de 2007, se observa un incremento en sus niveles de abundancia, el cual se expresa en un porcentaje de cambio igual a 21,2%, constituyéndose este invierno en el sexto registro más alto de la serie 1993/2008, siendo muy similar al invierno de 2001 (Tabla 53).

Con respecto a la distribución vertical de la biomasa zooplanctónica, el estrato 0 - 75 m presentó la biomasa promedio más alta (194 ml de zooplancton/1.000 m<sup>3</sup>) fluctuando sus valores entre 12 – 1.456 ml/1.000 m<sup>3</sup>, predominando la categoría de densidades comprendida entre 0 -33 ml, lo que representó el 32% de la biomasa total, de menor relevancia porcentual resultaron los rangos de densidad categorizados entre 34 - 100 y 101 - 300 con porcentajes iguales a 28% y 24%, respectivamente (Tabla 54; Fig. 122).

El estrato 150-75 m presentó biomasa comprendidas entre 6 y 617 ml de zooplancton/1000m<sup>3</sup>, con un promedio general igual a 89. En este intervalo de profundidad, predomina la categoría de densidad 0 - 33, la cual representó un 52,2 de la biomasa.

Finalmente el estrato de mayor profundidad, 200 – 150 m fue el de menor representación con un total de 6 registros, fluctuando la biomasa entre 15 y 138 ml, con un promedio de 58 ml de zooplancton/1.000 m<sup>3</sup>, y al igual que el intervalo



150/75m, predominaron biomazas comprendidas entre 0 - 33 ml/1.000 m<sup>3</sup> las cuales representaron el 50% del total.

#### **5.5.12 Estimación del índice de abundancia de huevos y larvas de merluza común**

Con respecto al índice de abundancia de huevos y larvas de merluza común (Figura 123, Tablas 55 y 56), las más altas estimaciones se obtuvieron en invierno de 1993 y 1997 y los más bajos se han registrado durante los años 1995, 2004, 2005 y 2008 para el estadio de huevos y para la fase de larvas en los años 2004, 2005, 2007 y 2008.

Para los inviernos de 1999, 2000, 2001 y 2002 el índice de huevos se mantuvo prácticamente constante, fluctuando entre 1,91 y 1,35, exhibiendo sus valores una tendencia descendente, lo que se tradujo en porcentajes de cambio negativos respecto a los inviernos precedentes. Con respecto a los inviernos de 2004 y 2005, esta tendencia se acentúa aún más y a excepción del invierno de 1995 se estimaron para el estadio de huevos los índices más bajos de la serie 1993 - 2007. Con posterioridad al invierno de 2005, el índice de abundancia de huevos experimenta una tendencia general ascendente en sus valores, para mantenerse durante los inviernos de los años 2007 y 2008 con valores que fluctuaron entre 1,36 y 2,27. Por su parte, las fases larvarias a partir de 1999 muestran también una tendencia ascendente en sus valores para experimentar una significativa disminución en el invierno de 2002, cifra 47,7% menor y 8% mayor respecto a las obtenidas en invierno de 2001 y 2000, respectivamente. Con respecto al invierno de 2007, el índice de abundancia larval disminuyó en un 58%.



### **5.5.13 Resultados históricos de la abundancia relativa y distribución de huevos y larvas de merluza común.**

Las estimaciones de la densidad media, varianza y coeficientes de variación de la abundancia de huevos y larvas de merluza común para la zona de estudio obtenidas en los cruceros efectuados en el período 1993-2008, se presentan en la Tabla 57 y en la Figura 124. En ella se aprecia, que los valores de abundancia relativa de huevos para los inviernos de los años 2007 y 2006, mostraban un incremento en sus valores en comparación a los años 2004 y 2005, pero aún se mantienen en el rango inferior de las estimaciones efectuadas en el período 1993-2002. La fase larval en cambio se mantiene en bajos niveles de abundancia en comparación al período previo al año 2004. En este contexto y para el estadio de huevos, el invierno de 2008, se constituye en el más bajo de la serie 1993-2008. Por su parte las larvas comparten junto a las estimaciones realizadas los años 2004 y 2005, los valores más bajos de la serie.

En el caso de los CG de huevos y larvas de merluza común no existe un patrón muy definido. No obstante lo anterior, en términos generales se destaca que en los años en que el océano Pacífico estuvo bajo la influencia del evento ENOS (1997 y 2002), los CG se encuentran bien desplazados hacia el sector norte de la zona de estudio; en tanto que en los años en que la zona ha presentado condiciones frías (1995, 1999, 2000 y 2007) los CG se han localizado en el área sur de la zona de estudio.

Con respecto a los CG de los huevos de la especie, para los inviernos de los años 1993, 1995, 1999, 2000 y 2004 se han localizado entre los paralelos 38°S y 39°S. En 1997, la tendencia cambia bruscamente, debido a que el CG se emplaza en la



posición más septentrional del período analizado, talvez debido a la influencia del evento ENOS. Durante el 2007 el CG se localizó en el extremo más austral de la zona prospectada. En el caso del año 2008, el CG vuelve a localizarse al sur de Lebu en los alrededores de Isla Mocha, destacando que esta zona ha sido descrita como un eventual foco de desove lo que se coincide con la gran cantidad de CG que se encuentran en esa zona (Figura 125a).

En cuanto a las larvas, la repartición espacial de los CG para los años 1995, 1997, 2001, 2002 y 2005 se localizaron entre Valparaíso y el norte de Constitución. En 1993 el CG de las larvas se ubicó frente a Concepción y durante los inviernos de 2000 y 2004 los CG se presentan desplazados hacia la zona sur, en especial el año 2004 y 2007. Con respecto al año 2008, el CG vuelve a ubicarse en las proximidades de Constitución, sector que ha sido recurrente en a través de los años, especialmente la región localizada al norte de este puerto (Figura 125b).

#### **5.5.14 Relación entre el recurso merluza común y las variables físicas**

##### **a) Rangos ambientales y distribución espacial de merluza común**

Los rangos ambientales para las variables temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto, evaluados a nivel superficial y a la profundidad media del cardumen en cada estación de muestreo, se presentan en la Tabla 58. Estos rangos corroboran la asociación de merluza común con las AESS en gran parte del área de estudio (especialmente en la macrozona norte), lo que sugiere la incursión de manera habitual del recurso en un ambiente de aguas frías (promedios entre los  $10,5 \pm 1,11$  y los  $10,7 \pm 0,76$  °C para ambas macrozonas), altas salinidades (promedio entre  $34,60 \pm 0,10$  y los  $34,37 \pm 0,26$  psu) y bajas concentraciones de oxígeno disuelto (promedio entre los  $0,83 \pm 0,78$  y los  $1,74 \pm 1,23$  ml/l), alternando



con aguas más oxigenadas y menos salinas de los estratos más superficiales, especialmente en el sector sur del área de estudio, donde existe una plataforma continental más ancha en comparación con la existente al norte de los 37°S.

La Figura 126 muestra la frecuencia de ocurrencia de cardúmenes de merluza común asociado a rangos de las variables temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto. Se evidencia de los histogramas que para la región norte la merluza estuvo en aguas más profundas caracterizadas por temperaturas menores, salinidades más altas y menores concentraciones de oxígeno disuelto, en comparación con el recurso que habitó la macrozona sur. En tanto que la Figura 127 muestra la evolución de las frecuencias de ocurrencia para rangos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto considerando la contrastación histórica para el período 1997-2008 y donde los resultados del presente crucero mostraron un patrón de evolución similar respecto de la gran mayoría de las prospecciones, a excepción de los años 1999 y 2007 que evidenciaron una mayor frecuencia de ocurrencia hacia temperaturas entre 9-10°C, salinidades entre 34,5-34,7 psu y muy bajas concentraciones de oxígeno disuelto

La relación entre la densidad de merluza común y la profundidad de ecosonda (PECOS), la profundidad media del cardumen (prof. media), la profundidad de la capa de mezcla (PCM), la profundidad base de la termoclina (PBT), y la profundidad de la mínima de oxígeno (PMO) se presenta en las Tablas 59 y 60, para las macrozonas norte y sur, respectivamente.

En la zona norte los resultados de este análisis exploratorio revelaron que la profundidad media a la que se encontraban los cardúmenes de merluza común evidenció una alta correlación ( $r=0,89$ ,  $p=0,00$ ) con la profundidad del fondo (PECOS) en cada una de las estaciones analizadas, y correlaciones medias y significativas con la PCM ( $r=0,40$ ,  $p=0,00$ ) y la PMO ( $r=0,53$ ,  $p=0,00$ ) (Tabla 59).



Por su parte, en la zona sur la profundidad media a la que se encontraban los cardúmenes de merluza común evidenció una fuerte correlación, positiva y significativa, con la profundidad del fondo (PECOS,  $r=0,91$   $p=0,00$ ) y con la profundidad del mínimo de oxígeno (PMO,  $r=0,64$   $p=0,00$ ); sin embargo no se registró correlación con estructuras verticales como la PCM y la PBT, que tampoco verificaron una correlación significativa entre sí (Tabla 60).

Paralelamente, con el propósito de indagar sobre las relaciones existentes entre la densidad de merluza común ( $\text{ton mn}^{-2}$ ) y las variables ambientales medidas, se realizó un análisis de correlación múltiple (Zar, 1984), incorporando las variables: profundidad media del cardumen, temperatura superficial y temperatura a la profundidad promedio del cardumen ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad superficial y salinidad a la profundidad promedio del cardumen (psu), oxígeno disuelto superficial y oxígeno disuelto a la profundidad promedio del cardumen (ml/l), profundidad de la capa de mezcla, profundidad base de la termoclina (m), espesor de la termoclina (m), profundidad del mínimo de oxígeno (m) y concentración del mínimo de oxígeno (ml/l) y profundidad de ecosonda (m).

El análisis de las relaciones entre la densidad de merluza común y las variables ambientales características del hábitat, reseñadas en el párrafo anterior, considerando las observaciones realizadas en toda el área prospectada, reveló en general, la ausencia de correlación positiva y significativa ( $p > 0,05$ ) con las variables ambientales medidas en superficie, en la profundidad media en la que se detectaron los cardúmenes de merluza común y con las estructuras verticales consideradas.



Sólo fueron detectadas correlaciones significativas entre la profundidad media de los cardúmenes de merluza común (PMC) y la PECOS ( $r=0,92$   $p=0,00$ ), entre la PMC y la PMO ( $r=0,60$   $p=0,00$ ) y entre la PECOS y la PMO ( $r=0,57$   $p=0,00$ ); y entre la capa de mezcla (PCM) y la base de la termoclina (PBT) ( $r=0,75$   $p=0,00$ ). Asimismo, se detectó una relación significativa pero inversa entre la PMC y la temperatura a la profundidad media de los cardúmenes ( $r=-0,79$   $p=0,00$ ) (Tabla 61).

Las correlaciones entre la densidad de merluza común y las variables ambientales también se ensayaron para macrozona norte ( $29^{\circ}00'S - 37^{\circ}05'S$ ). De igual forma, los resultados revelaron una muy baja correlación entre las variables ensayadas y la densidad de merluza común (Tabla 62). Correlaciones significativas sólo fueron reportadas entre la PECOS y la PMC ( $r=0,92$   $p=0,00$ ), la PECOS y la PMO ( $r=0,59$   $p=0,00$ ), y entre la PMC y la PMO ( $r=0,60$   $p=0,00$ ). Una correlación inversa y significativa se detectó entre la PMC y la temperatura a la profundidad media de los cardúmenes ( $r=-0,92$   $p=0,00$ ). Un resultado similar fue establecido en el análisis de las correlaciones entre la densidad de merluza común y el ambiente para el sector sur del área prospectada (al sur de los  $37^{\circ}S$ ), revelando la ausencia de correlaciones con las variables ensayadas (Tabla 63). No obstante, también en este caso sólo fueron encontradas correlaciones altas y significativas entre la PECOS y la PMC ( $r=0,86$   $p=0,00$ ), la PECOS y la PMO ( $r=0,66$   $p=0,00$ ), y entre la PMC y la PMO ( $r=0,76$   $p=0,00$ ). Una correlación inversa y significativa se detectó entre la PMC y la temperatura a la profundidad media de los cardúmenes ( $r=-0,91$   $p=0,00$ ).

En general, no se registraron coeficientes de correlación significativos entre la densidad de merluza común y las variables ambientales ensayadas. Esta situación puede explicarse debido a la variabilidad ambiental existente en la amplia extensión latitudinal y batimétrica donde se identificó la presencia de merluza común durante



el presente crucero. Lo anterior, se corrobora a partir de los resultados obtenidos de los histogramas de rangos de profundidad y variables oceanográficas, en relación a la distribución de la densidad de merluza común, lo que evidencia: a) una distribución de merluza fuera de la plataforma continental, lo que es particularmente válido para la región norte, b) un amplio rango de distribución vertical (<50 – >450 m) y c) el predominio de las AESS donde se situó el recurso en gran parte del área prospectada, aunque una fracción se reportó vinculado con las ASAA, especialmente en el sector sur del área de estudio.

#### **b) Modelos aditivos generalizados**

La Figura 128 muestra la distribución de frecuencias de las variables consideradas en los modelos aditivos generalizados para el crucero post-invernal de Agosto-Septiembre de 2008, revelando una asociación frecuente con aguas relativamente frías (~10,5-11,5°C), salinas (34,4-34,7 psu), densas (~26,5 sigma-t) y bajas concentraciones de oxígeno disuelto (< 1,5 ml/l).

A través de los años, en el Modelo 1 se identifica un patrón que indica una relación no-lineal con la latitud, donde la densidad de merluza común disminuye aproximadamente al sur de los 36° S (Figura 129). Sólo en los años 2000 y 2004 no se observa esta disminución. Por su parte en el año 2008, este patrón se confirma (Figura 130), sin embargo la disminución de la densidad de merluza común se ve acentuada al sur de los 37°S lo que implica un leve aumento latitudinal en la cobertura espacial de la densidad del recurso, con máximas densidades en el extremo norte de la zona de estudio y un máximo secundario en torno a los 36°S.

El esquema anteriormente planteado, se rompe en el año 2005 debido a que se observa un incremento de la densidad del recurso con la latitud (ver Figura 129).



Posiblemente, se trate de un cambio en el centro de masa del recurso que trasladó su distribución y áreas de mayor concentración hacia el sur.

El Modelo 2, que incluye la temperatura, fue mejor que el Modelo 1 en todos los años excepto para 2002 y 2004. La relación con la temperatura ha cambiado a través de los años (Figura 131). En 1997, la densidad de merluza común se relacionó lineal y positivamente con la temperatura. En 1999 ocurre una relación tipo rampa que indica una relación lineal y positiva hasta los 10 °C y sin relación después de esa temperatura. En el 2000, ocurre una relación tipo rampa inversa al caso de 1999 (relación lineal negativa después de los 10 °C). En el 2001 hay una relación no lineal del tipo parabólica con la mayor densidad de merluza común entre 10 y 11 °C. En el 2002, aunque se identifica una relación lineal negativa con la temperatura, esta relación no es significativa y en el 2004 la relación de tipo rampa positiva se vuelve a evidenciar, al igual que lo encontrado en 1999.

El año 2005, si bien se manifiesta el efecto de una señal no-lineal de tipo parabólica, éste es no significativo en la contribución de esta variable al Modelo 2, debido a la alta dispersión que se observa en la densidad del recurso en rangos extremos de la temperatura. Para el año 2007 se observa una señal de tipo no-lineal con efecto domo en torno a los 10,5°C (Figura 131). A su vez, esta señal manifiesta una mejora en el nivel explicativo respecto al modelo básico y resulta ser el modelo más sensible a la distribución de los datos (Modelo 2). En el año 2008 el Modelo 1 mostró una buena bondad de ajuste y manteniendo lo reportado en años anteriores no se observa una tendencia interanual clara, en el presente estudio se registran fuertes asociaciones en temperaturas extremas, con dos máximos de densidad de merluza común respecto a la temperatura: el primero en torno a los 8°C y el segundo en temperaturas sobre los 11°C. A su vez se aprecian bajas densidades de merluza común en temperaturas intermedias (9,5 – 11°C) (Figura 132).



El resultado de los modelos y su significancia estadística para el período 1997-2007 se han tabulado en la Tabla 64. El año 2008 (Tabla 65), en general, los modelos con otras variables ambientales mostraron un buen nivel de significancia estadística, a excepción del modelo que incluye la variable oxígeno disuelto. Este resultado puede estar altamente relacionado con la mayor cantidad de observaciones utilizadas en la modelación. Históricamente, el modelo que mejor grado de explicación ha demostrado es aquel que incluye a la temperatura como variable respuesta, por ejemplo, el Modelo 3 que incluye la salinidad fue significativo solamente en el año 2000. El Modelo 4 que incorpora el oxígeno disuelto solamente tuvo un efecto significativo en el 2001 y 2002, mientras que el Modelo 5 que considera la densidad del agua de mar, fue mejor que el Modelo 1 en los años 2000 y 2001.

En el 2002, a pesar de que el Modelo 4 es mejor que el Modelo 1 en términos de reducir la desviación, se debe recordar que el Modelo 1 no fue mejor que el Modelo 0 (Tabla 64). En el año 2004, se evidencia que ningún modelo mejora significativamente el ajuste generado al considerar el modelo básico. Lo mismo ocurre en el caso del modelamiento efectuado con las variables observadas en el crucero de invierno de 2005 y 2006. Por su parte, el año 2007 mostró un comportamiento diferente, con los Modelos 1 y 2 evidenciando una mejora en relación al modelo básico.

### **c) Análisis de rangos ambientales para merluza común**

Para el invierno de 2008, la existencia de rangos ambientales de distribución preferencial del recurso, fue explorada a partir de la metodología reseñada por Perry y Smith (1994) y Perry *et al.* (1994).

La Figura 133 muestra las distribuciones de frecuencia acumulativas empíricas ( $f(t)$ ) para las variables temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y



profundidad media del cardumen, y las distribuciones de frecuencia acumulativas empíricas para el producto entre la variable ambiental y la densidad de merluza común ( $g(t)$ ). Un resumen de estos resultados se presenta en la Tabla 66.

Al considerar las regiones norte y sur del área de estudio, la comparación entre las curvas  $f(t)$  y  $g(t)$  para la variable salinidad, evidenció una evolución distintas de las curvas para el sector norte y sur, revelando un rango de preferencia ambiental para la macrozona norte (34,34-34,70,  $p=0,000$ ) y la ausencia de preferencias para el sector sur ( $p=0,058$ ). Por su parte, la temperatura evidenció rangos de preferencia ambiental asociadas a aguas más frías en el sector norte (9,9-11,1 °C,  $p=0,008$ ) y un rango levemente superior en la macrozona sur (10,3-11,8°C,  $p=0,000$ ). En tanto la variable oxígeno disuelto reveló la ausencia de diferencias significativas y de rangos de preferencia ambiental salvo en la macrozona sur con un amplio rango preferencial de 0,5-4,5 ml/l (Figura 133). Para el caso de la profundidad media del cardumen, el mismo análisis mostró la existencia de diferencias significativas en todos los casos, revelando un rango preferencial de 80-370 metros de profundidad para la zona norte y de 95-270 metros de profundidad para la zona sur.

Al considerar todas las estaciones de muestreo realizadas en el área prospectada (zonas norte y sur), los resultados de este análisis muestran rangos preferenciales asociados a un hábitat caracterizado por aguas frías y salinas características de la presencia de AESS especialmente en la zona norte de la región de estudio.

Con el propósito de conocer de variaciones interanuales para el período 1997-2008 en el análisis de preferencia de rangos ambientales de merluza común en el área de estudio, se realizó un análisis similar para los años comprendidos entre 1997 y 2006, los que se contrastan con los resultados provenientes del crucero invernal de 2007 (Tablas 67 y 68).



Al considerar todos los datos (Tabla 67) los resultados revelan: a) una distribución aleatoria del recurso en relación a la concentración de oxígeno disuelto ( $p > 0,05$ ) en todos los años, evidenciando la inexistencia de preferencia del recurso por algún rango de esta variable ambiental al agrupar el total del área prospectada, b) la ausencia de preferencia por rangos ambientales para todas las variables ensayadas para los años 2002 y 2006; c) la evolución diferencial entre  $f(t)$  y  $g(t)$  para la temperatura, a excepción de los años 1997, 2002, 2006 y 2007 aunque en 1997 el valor  $p = 0,095$  fue levemente superior que el criterio de significancia utilizado ( $p < 0,05$ ), y d) la existencia de diferencias significativas en todos los años (salvo 2002, 2005 y 2006) para las distribuciones de  $f(t)$  y  $g(t)$  al considerar la profundidad media del cardumen.

En síntesis, al considerar el período 1997-2008, se establece que el recurso prefiere aguas frías con temperaturas entre 9,7 y 11,8 °C y salinidades altas fluctuando entre 34,05 y 34,65 psu; en tanto que los rangos de profundidad media del cardumen muestran una distribución más somera del recurso en el año 1997 y una progresiva profundización hacia el año 2007-2008, mientras en los años 2005 y 2006 no se observó niveles significativos de preferencia en relación a esta variable ensayada (Tabla 67).

El mismo análisis realizado independientemente para las macrozonas norte y sur, mostró que: a) las preferencias ambientales ( $p < 0,05$ ) para la temperatura se establecieron para la región norte en la gran mayoría de los casos, a excepción de los años 1997, 2002, 2005 y 2006 que no mostraron preferencias para esta zona, y de los años 2004 y 2008 que también evidenciaron un rango preferencial para la macrozona sur; b) la salinidad mostró preferencias ambientales por aguas más salinas, especialmente en el sector norte del área prospectada, para los años 1997, 2000, 2001, 2004, 2007 y 2008; c) la concentración de oxígeno disuelto sólo evidenció diferencias significativas entre  $f(t)$  y  $g(t)$  para el año 1997 (sector norte),



2002 y 2008 (sector sur) mientras que en el resto de los casos se evidenció una distribución aleatoria entre ambas funciones denotando ausencia de preferencias del recurso hacia esta variable; y d) en relación a la distribución batimétrica del recurso, se detectaron preferencias significativas para la zona norte en los años 1999, 2000, 2001, 2004, 2007 y 2008, en tanto para la zona sur se observó preferencia por algún rango de profundidad en los años 1997, 1999, 2004, 2007 y 2008 (Tabla 68).

## **5.6 Objetivo específico 6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común**

Se procesó y analizó un total de 135 agregaciones correspondientes a merluza común, información extraída de las transectas de prospección acústica mediante el programa Sonardata Echoview® (Versión 4.00.10).

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

#### **a) Descriptores morfométricos**

En la **Tabla 69 y figura 134** se entregan los estadísticos y distribuciones de frecuencia de los descriptores morfométricos batimétricos de las agregaciones de merluza común registradas en el área de estudio. Los resultados observados muestran que las agregaciones presentan una fuerte variabilidad en su morfometría, mientras que sus distribuciones de frecuencia, a excepción del descriptor de la dimensión fractal, muestran una distribución asimétrica desplazada hacia el sector izquierda de la curva de distribución.



La aplicación del test Kolmogorov-Smirnov rechazó la normalidad en todas las distribuciones de frecuencia de los descriptores morfométricos, batimétricos y de energía excepto en la dimensión fractal. La posterior aplicación del test a los datos logaritmizados aceptó normalidad en todas las distribuciones.

### **b) Descriptores batimétricos**

La profundidad promedio en que se detectaron las agregaciones fluctuó entre los 78 y 406 m con un promedio de 191 m, mientras que el fondo marino varió entre 81 y 465 m con promedio en 210 m de profundidad. Las distribuciones de frecuencia presentaron en ambos casos una moda principal en los 160 m con modas secundarias en 280 m en el caso de la profundidad de agregaciones y de 340 m en el caso de la profundidad del fondo (Figura 135). Lo anterior se corrobora con los valores del índice de altura (posición relativa de las agregaciones con respecto al fondo), que presentó un valor promedio de 8,7% variando entre 0,4 y 40,3%. La distribución de frecuencia del índice de altura, presentó los mayores valores hacia el sector izquierdo de la curva, con una moda centrada en 4% (Figura 135), es decir, el recurso se localizó en los sectores mas cercanos al fondo marino.

### **c) Descriptores de energía**

Los valores del coeficiente de dispersión por área náutica (NASC) se distribuyeron entre los 10 y 4.102  $\text{m}^2/\text{mn}^2$  con un promedio de 382  $\text{m}^2/\text{mn}^2$ . La distribución de frecuencia presentó una tendencia hacia el sector izquierdo con una moda principal centrada en el rango de 100  $\text{m}^2/\text{mn}^2$  (Figura 136).



La densidad acústica de las agregaciones usada como un estandarizador de la energía referida a  $1 \text{ m}^2$  del área transversal de la agregación ( $\text{NASC} \cdot 100/\text{m}^2$ ) varió entre 0,1 y 7,3 con una media de  $1,8 \text{ NASC} \cdot 100/\text{m}^2$ . La distribución de frecuencia presentó una curva orientada con los valores mas altos hacia el sector izquierdo con moda en  $1 \text{ NASC} \cdot 100/\text{m}^2$  (Figura 136).

### **5.6.2 Descriptores de las agregaciones por subzona**

Los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos y CV de los descriptores para las cuatro zonas definidas anteriormente, se entregan en la Tabla 70.

El análisis estadístico (Anova para distribuciones normales y prueba de Krustall-Wallis para no-normales) permitió concluir que no existen diferencias significativas entre zonas para todas las variables excepto para elongación, profundidad de agregaciones y profundidad del fondo (Tabla 71).

Aun cuando no se presenten diferencias significativas entre zonas en el largo y el alto de las agregaciones, el largo presenta su menor valor en la zona 1 con tendencia a aumentar hacia el sur estabilizándose con un valor similar en las zonas 3 y 4, mientras que el alto presenta su mayor valor en la zona 1 tendiendo a disminuir hacia el sur con su menor valor en la zona 4. Lo anterior genera que la elongación presente su menor valor en la zona 1, aumentando hacia el sur con su mayor valor 4, la diferencia entre la zona 1 y 4 provoca que se presenten diferencias significativas entre zonas (Figura 137).

El perímetro y área de las agregaciones presenta similar tendencia por zona, con menores valores en la zona 1 tendiendo a aumentar cabía el sur (zonas 3 y 4) reflejando una tendencia a formar agregaciones de mayor tamaño en las zonas



mas al sur del área de estudio, mientras que el valor de la dimensión fractal presenta su menor valor en la zona 1, con agregaciones mas definidas en su contorno en el área norte y valores mayores pero similares entre sí de este descriptor para las zonas mas al sur (Figura 138).

Las agregaciones presentan su mayor profundidad promedio en la zona 1, así como el mayor valor de la profundidad del fondo, siendo en ambos casos este valor significativamente mayor en la zona 1 respecto del resto de las zonas. Luego en ambos casos la zona 3 presenta los siguientes mayores valores. La tendencia de ambos descriptores es la misma para cada zona reflejando la asociación directa entre éstos. El índice de altura presenta valores promedios cercanos y menores al 11% en todas las zonas corroborando lo señalado anteriormente presentando su menor valor en la zona 1, indicando que mas al norte las agregaciones se encontrarían mas cerca del fondo (Figura 139).

Los valores de energía acústica y densidad si bien no presentan diferencias significativas entre zonas, se aprecia visualmente que en la zona 3 se encontraron las agregaciones con un mayor valor promedio de NASC seguido de la zona 4, observándose una tendencia general a aumentar los valores medios de energía dispersada hacia el sur con excepción de la zona 4 donde disminuye un poco su valor (Figura 140). Esta tendencia se observó también en el área de agregaciones, pudiéndose inferir una relación entre el tamaño de las agregaciones y su valor de NASC, lo que implicaría densidades con valores sin grandes fluctuaciones como es el caso actual en que no se encuentra diferencias significativas en los valores de las densidades promedios entre zonas.



### 5.6.3 Descriptores de las agregaciones por rango batimétrico

Los valores promedio, máximos, mínimos y CV de los descriptores según rangos de fondo se entregan en la Tabla 72. El rango de 100 metros abarca desde 100 a 199 m y así sucesivamente. No se consideró el rango menor a 100 m debido al bajo número de datos (5 registros), admitiéndose estos datos en el rango de 100 m. Lo mismo paso con el dato de profundidad superior a 400 m (1 registro), se consideró en el rango de 300 m por la misma razón.

El análisis estadístico (Anova para distribuciones normales y prueba de Krustall-Wallis para no-normales) permitió concluir que existen diferencias significativas en todos los rangos de fondo para todas las variables excepto para el largo, perímetro, Índice de altura y densidad. (Tabla 73).

Aun cuando no existan diferencias significativas en el largo de las agregaciones respecto a los fondos donde fueron detectadas, visualmente se aprecia que el largo presenta su mayor valor en el rango de los 200 m disminuyendo a mayor profundidad, mientras que el alto refleja una tendencia clara a aumentar su valor ante aumentos del fondo sugiriendo una mayor ocupación de la columna de agua ante mayores profundidades. La elongación disminuye su valor a mayores rangos de profundidad, reflejando que las agregaciones disminuyan su relación de aspecto a medida que aumenta el fondo inducido principalmente por el aumento en el alto de las agregaciones a mayores profundidades (Figura 141).

El perímetro y área de las agregaciones presenta en ambos casos sus mayores valores en el rango de los 200 m y el menor valor en el rango de los 100 m reflejando que las agregaciones de mayor tamaño se encontrarían en dicho rango, situación generada principalmente por el mayor largo que presentarían las



agregaciones en el rango de los 200 m de profundidad. La dimensión fractal presenta su mayor valor en el rango de los 100 m, aunque no se encontraron diferencias significativas en este descriptor por rangos de fondo se aprecia que disminuye a medida que aumenta el fondo con el mínimo en el rango de 300 m (Figura 142).

La profundidad de las agregaciones, como es habitual, presenta una relación directamente proporcional con el fondo, aumentando a medida que aumenta el rango de fondo reflejando la asociación entre estas variables. El índice de altura no presenta diferencias significativas a diferentes rangos de fondo, manteniéndose siempre en niveles bajos, reflejando la cercanía de merluza común con el lecho marino (Figura 143).

Los valores de energía acústica NASC presentan el mayor valor promedio en el rango de fondo entre 200 y 299 m y el menor valor en el rango de 100 m, sin embargo y dado que el rango de 100-199 m presenta las agregaciones de menor tamaño genera que en estos fondos se encuentre el mayor valor promedio de densidad acústica, aunque significativamente no existan diferencias entre rangos de profundidad (Figura 144).

#### **5.6.4 Resultados análisis componentes principales**

La matriz de correlaciones (Tabla 74) presenta las mayores asociaciones entre profundidad del fondo y profundidad de agregaciones seguida de la asociación del área-NASC, largo-área y largo-perímetro respectivamente.

Se realizó una aplicación exploratoria del ACP utilizando diferentes combinaciones de variables como activas a fin de alcanzar un valor aceptable de la medida de



suficiencia de muestreo (MSA), compatibilizado con un buen porcentaje de explicaci3n de la varianza. El mejor valor de la MSA e igual a 0,67 se logr3 con la exclusi3n de las variables Dimensi3n fractal y profundidad de agregaciones. Valores de MSA iguales o sobre 0,6 se consideran aceptables para la aplicaci3n de un an3lisis factorial (Hair *et al*, 1999).

La Tabla 75 entrega los valores propios y la proporci3n de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los siete componentes.

De acuerdo al criterio de selecci3n de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), los componentes 1, 2 y 3 cumplen la condici3n, explicando en conjunto el 77,3% de la variabilidad total. Se procedi3 a aplicar una rotaci3n varimax a los ejes lograndose como resultado que el componente 1 aporte con un valor propio de 3,7 explicando el 40,7% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 2,1 explicando el 23,8% de la variabilidad. El tercer componente explica el 11,9% de la variabilidad con un valor propio de 1,1.

La Tabla 76 entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Estos valores son obtenidos posterior a la rotaci3n ortogonal de los ejes con el m3todo Varimax, a fin de centrar mas cerca de los ejes de los componentes a las variables originales, en 3sta se observa que los descriptores largo, 3rea, NASC y per3metro presentan los mayores coeficientes dentro de la primera componente, mientras que el componente 2 presenta las mejores asociaciones con el alto y la profundidad del fondo. El componente 3 presenta la mejor correlaci3n con el 3ndice de altura y la densidad ac3stica de agregaciones.



La representación gráfica de los dos primeros componentes con las variables originales se entrega en la Figura 145, apreciándose la relación directa en el primer en el primer componente del área perímetro y largo con el NASC reflejando que agregaciones de mayor tamaño presentarán mayores valores de NASC. Se observa además la relación directa entre profundidad del fondo y el alto con la componente 2, reflejando que las agregaciones mas profundas presentaran una mayor altura. Además al encontrarse en sentido contrario a la elongación. Implica que también presentarán menor valor de elongación. También se observa que la densidad se encuentra en sentido contrario a la profundidad del fondo, reflejando una tendencia a encontrar agregaciones de menor densidad a mayores profundidades.



## 6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

---

En la década transcurrida entre los años 1993-2002, la merluza común experimentó un fuerte incremento en el tamaño de su stock que de acuerdo a los resultados provenientes de los cruceros de evaluación acústica aumentó de 416 millones a 2.879 millones de individuos y su biomasa de 212 mil a 1.555 mil t. Este apreciable aumento del stock, se habría sustentado en la presencia de clases anuales fuertes generadas a partir de los eventos ENOS 1992-93 y 1997-98 y cuyo paso a través de la pesquería permitió que hasta el año 2002 el stock estuviese conformado casi en un 60% por ejemplares pertenecientes a los GE III-VI con un claro predominio de individuos adultos (Lillo *et al.*, 2003). Por otra parte, Gatica y Cubillos (2004) señalan que en el período 1992-2000 el stock de merluza común se habría encontrado en un período de alta abundancia, producto de clases anuales fuertes en 1993, 1994 y 1997, que sumado a niveles de mortalidad por pesca bajas a moderadas entre 1997 y 2000 habrían conformado un escenario que favoreció el incremento de la biomasa total. Otro elemento que habría favorecido el aumento del tamaño del stock, es la presencia de procesos reproductivos exitosos especialmente en los años 1993 y 1997, cuando los índices de abundancia de larvas superaron en un orden de magnitud, a los valores observados en los otros cruceros efectuados anteriormente (Lillo *et al.*, 2003).

La dinámica del stock de la merluza común se ha asociado a la variabilidad de sus niveles de reclutamientos (Gatica y Cubillos, 2004) y cuya magnitud e intensidad serían dependientes de las condiciones oceanográficas predominantes durante el año de desove (Sepúlveda, 1997; Payá, 1997). Espino y Wosnitza-Mendo (1989) postulan para el caso de la merluza peruana que durante los eventos ENOS el recurso se



dispersa aumentando su área de distribución, lo que disminuye los efectos de la competencia y canibalismo, lo que termina favoreciendo reclutamientos posteriores. En tanto que Sepúlveda (1997), plantea la existencia de relaciones entre el aumento del índice de surgencia y la temperatura superficial del mar lo que favorece la abundancia de individuos de 3 y 4 años con un desfase de 5 y 2 años, respectivamente.

El aumento del tamaño del stock evidenciado hasta el estudio del año 2002, no había tenido un impacto global importante tanto en sus niveles de agregación (Índice de Gini) como en la distribución espacial del mismo, pues ésta se había mantenido relativamente estable, con desplazamientos latitudinales que pueden considerarse como normales dada la amplia distribución latitudinal del stock. Además, los resultados observados no sugerían una expansión del área de distribución, sino más bien que el mayor nivel de stock se habría traducido en un aumento de las densidades locales en un estrategia que Hilborn y Walters (1987) llaman modelo proporcional de densidad, es decir, un aumento de la biomasa lleva a un aumento de la densidad, y que podría ser una de las causas del aumento para el período 1993-2002 de los rendimientos de pesca de la flota comercial que operó de preferencia sobre la merluza común (Tascheri *et al.*, 2004).

El escenario observado hasta el año 2002 del monitoreo de la pesquería, señalaban un stock en un nivel alto de biomasa, una estructura etárea amplia, estabilidad de las tallas medias de la capturas (47 cm), áreas de operación de la flota estables, duración de los viajes de pesca constantes y cercanos a su mínimo histórico (IFOP, 2004; Gatica y Cubillos, 2004; Lillo *et al.*, 2003; Tascheri *et al.*, 2004). En tanto que los resultados de las evaluaciones directas mostraban una estructura demográfica robusta y un aumento sostenido de los indicadores de densidad estimados a partir de los muestreos acústicos como de los lances de pesca de identificación.



Sin embargo, desde mediados del año 2002 y hasta la fecha, la zona de la pesquería se vio invadida por una inusual presencia de jibias, hecho que afectó el normal desenvolvimiento de la actividad de captura de merluza común, pero que no impactó de igual manera a los distintos sectores, en efecto, Tascheri *et al.* (2006) reseñan para el sector pesquero artesanal de la V Región una disminución sostenida (-70%) del rendimiento de captura en el período 2001-2004, mientras que para la VIII Región indican un aumento del 29% el rendimiento de pesca (2001-2002), seguida de una disminución del 12% (2002-2003) la que se ha prolongado hasta la fecha (Gálvez *et al.*, 2008). Los mismos autores indican para la flota industrial de potencia menor a 1.200 HP, que es aquella que opera de preferencia sobre la merluza común, un nivel histórico de rendimiento de pesca (~3,5 t/h), iniciando en el 2003 una tendencia decreciente que se extendió hasta el 2006 a valores cercanos a 1 t/h. Las variaciones mencionadas, podrían estar asociadas a la dinámica espacial del stock, el que ha mostrado desplazamientos latitudinales en la posición de su centro de gravedad y que podrían alterar la disponibilidad del recurso en los sectores más alejados de él

Dos años después de haber efectuado un crucero de prospección donde se registró el máximo valor del tamaño del stock de merluza común, se efectuó un nuevo crucero de prospección y sus resultados mostraron una disminución del tamaño del stock en su biomasa (-82,5%) como en su abundancia (-70%), situación que se prolongó el año 2005 y que muestra un leve repunte a partir del año 2006, pero con un stock que continúa presentando una estructura demográfica deteriorada, con una alta componente de ejemplares juveniles y sostenida por escasas clases anuales y que mantiene al stock en un estado crítico.

Teniendo en consideración las condiciones señaladas anteriormente para el año 2002 y que no se han registrado cambios mayores en las condiciones ambientales,



no se aprecia una razón consistente que pudiera explicar esta situación, frente a lo cual se han planteado una serie de posibles causas que pudieran explicar este hecho tales como: cambios en la disponibilidad, sobrepesca, subreportes, aumento de la mortalidad natural por predación de la jibia y canibalismo, sobrestimación del tamaño del stock, entre otros (Arancibia *et al.*, 2007, Payá 2006; Lillo *et al.*, 2005).

Al comparar los cruceros efectuados previos y posteriores al 2002 se aprecia una gran diferencia en la composición de la fauna presentes en la zona prospectada a partir del 2004, caracterizada por un aumento explosivo de la abundancia de jibia que pasó a constituirse en los años 2004 y 2005 en el principal componente de la estructura faunística demersal de la zona centro sur, desplazando a la merluza común, situación que se ha revertido en los últimos tres años, volviendo a ser la merluza común la principal componente de la fauna bento demersal de la zona centro sur de Chile, pero manteniéndose la jibia en segundo lugar.

El escenario que se ha presentado en los últimos años debió generar algún impacto sobre el stock de merluza común sobretodo, teniendo en consideración la importancia de la merluza común en la dieta de la jibia, recurso que tendría una dieta principalmente piscívora. Estudios realizados en la zona centro sur de Chile, reportan valores importantes de participación de la merluza común en la dieta de la jibia, la que fluctuaría entre un 15% (Arancibia *et al.*, 2007) hasta el 92,7% (Ulloa *et al.*, 2006), con valores intermedios de 86,4%, 79,6% para los cruceros de invierno de los años 2006, 2007 (Lillo *et al.*, 2008) y 60,6% para el presente estudio. El amplio rango de valores observados, estaría relacionado al sistema de pesca con que fueron capturados los ejemplares analizados y sería el resultado del carácter oportunista de la jibia como predador tope en la comunidad bentodemersal asociada a la plataforma continental de la zona centro-sur de Chile y cuyo impacto sobre el stock de merluza común se extendería sobre ejemplares constituyentes de varios grupos de edad.



El rango de la distribución de tallas de que está compuesto el stock de jibia presente en el área de estudio (60-100 cm) y el hecho que estos ejemplares puedan preda sobre peces que pueden alcanzar hasta el 50% de la longitud del manto de la jibia, hace que posiblemente se vean afectados ejemplares de merluza común pertenecientes hasta el grupo de edad IV, es decir, no afecta solamente a los individuos juveniles sino que también una fracción de los ejemplares adultos. Fields *et al.* (2007) en estudios realizados en el Pacífico Norte señalan que ejemplares de *Merluccius productus* de tallas entre 35-40 centímetros son predados por ejemplares de jibia de 57 a 75 de longitud del manto.

En lo que respecta a los aspectos reproductivos de la merluza común, los antecedentes señalan un período de desove extenso, con una época principal entre julio y noviembre, y una actividad secundaria, entre diciembre y febrero del año siguiente (Balbontín y Fischer, 1981; Buitrón y Perea, 2001, Alarcón *et al.*, 2004 y Tascheri *et al.*, 2006). En este estudio, los indicadores de IGS y de estados de madurez sexual, tanto macroscópico como histológico, fueron concordantes con lo descrito, mostrando una fracción importante de hembras en pleno proceso reproductivo, sin presentar indicios de una disminución de la actividad y el término próximo del periodo de desove. El compromiso al evento reproductivo de los distintos grupos de tamaños en toda la zona de estudio, permiten indicar la similitud con lo señalado por Bernal *et al.* (1997), Balbontín y Fischer (1981), Alarcón y Arancibia (1993), Alarcón *et al.* (2004) y Tascheri *et al.* (2006), sobre la manifestación temporal y espacial del periodo de mayor actividad reproductiva de la merluza, como también ha sido observado en evaluaciones directas en similar zona y período del año (Lillo *et al.*, 2008).



En este período de prospección, la fracción parental de todas las zonas y grupos de tamaños se encontró en condición reproductiva, destacando la maduración avanzada en todos los sectores, pero visualizándose una mayor actividad de desove reciente en las zonas centro sur y sur (3 y 4). El aporte al evento de desove se observó claramente desde el grupo de 30 cm, pero con una mayor incidencia y variabilidad de estados avanzados a partir de los 35 cm de Lt. El análisis por subzonas, reveló que el aporte a la actividad reproductiva de los tamaños de 30 a 34 cm correspondió principalmente a las hembras presentes en las zonas centro norte, mientras que en las zonas centro sur, la actividad fue evidente desde los 35 cm, en que los grupos de tamaños inferiores a 34 cm se caracterizaron por un fuerte predominio de ejemplares virginales, señalando una madurez diferencial mediante el factor espacial. En el crucero de 2007, una fracción menor de las hembras inferiores a 30 cm del sector centro norte se encontraron con actividad reproductiva, a diferencia de la zona centro-sur, en que prácticamente todas las hembras de éstos tamaños fueron virginales. Estos resultados, para la zona global de estudio, si consideramos la baja participación en los lances de las hembras mayores o iguales a 50 cm, permiten señalar que los ejemplares adultos entre 30 y 49 cm Lt representaron la componente poblacional que mayormente aportó al evento reproductivo, mientras que por subzonas, el mayor aporte se presenta desde el grupo de 30 cm en los sectores al norte (1-2) y desde el grupo de 35 cm en los sectores al sur (3-4). Los datos de 2008 son coincidentes con los registros de evaluaciones de 2004 al 2007, al observar mayor frecuencia de hembras activas desde el grupo de 30-39 cm, con una intensificación a tamaños superiores, pero difiere con los cruceros de 2004 y 2005, en términos que en estos años el mayor aporte al evento se presentó hasta el grupo de 50-59 cm, mientras que en los cruceros de 2006 al 2008, la mayor fracción de hembras adultas en los lances presentaron tamaños entre los 30 y 49 cm.



En merluza común existen numerosos registros de talla media de madurez sexual, donde en gran parte de los estimados se ha considerado la proporción de maduros sobre la base de clasificaciones macroscópicas, lo que debe de considerarse al momento comparar los estimados en el tiempo, debido a la imprecisión que conlleva la apreciación visual en reconocer gónadas en maduración inicial y en diferenciar hembras inmaduras virginales de aquellas en reposo (inmaduras reincidentes). Para una estimación consistente de longitud de primera madurez sexual, es indispensable considerar que: se realice en el período de máxima actividad reproductiva; contar con una buena cobertura y representatividad de tamaños, en especial de aquellas longitudes cercanas al valor medio de madurez; un buen ajuste del modelo que interprete los valores observados; utilizar técnicas microscópicas, las cuales dan mayor certeza, debido a la alta precisión en la clasificación de la madurez gonadal, elemento básico para discernir entre maduro e inmaduro.

Los reportes de primera madurez sexual en merluza común están referidos a distintas localidades, los cuales evidencian diferencias latitudinales y temporales en el estimado. Balbontín y Bravo (1993), quienes reanalizaron los datos de 1965 de Balbontín y Fisher (1981), señalan un valor de 36,5 cm para San Antonio; de 33,5 cm para Valparaíso y de 39,1 cm para San Vicente, entregando para esta última localidad, a partir de muestras de 1992, una talla media de madurez de 36,6 cm de longitud total. Alarcón y Arancibia (1993) la reportan en 37 cm para hembras entre Constitución e Isla Mocha. Paya *et al.* (1997), mediante el análisis de registros desde 1983 a 1993, señalan para la zona norte (29° S - 37° S) y sur (37° S - 41° S), estimados que fluctúan de 36,85 a 40,95 cm y de 34,42 a 42,33 cm de longitud total, respectivamente, concluyendo para este período una estabilidad espacial y temporal en la talla de primera madurez sexual. Posteriormente, Lillo *et al.* (2008) reseñan para los cruceros de evaluaciones directas realizados en los años 2001,



2002, 2004, 2005, 2006, 2007, en similar zona y período del año estimados de 37,5, 37,0 38,9, 35,8, 35,3 y 32,1 cm para la centro norte (29° 10' S-35° 30'S) y de de 35,1; 36,9; 39,0; 37,1; 35,2 y de 36,0 cm para la zona centro sur (35° 31' S-41° 28,6' S) mientras que para el área total correspondió a 36,7; 37,0; 38,9; 36,3; 35,2; 36 cm, respectivamente. En la evaluación de 2008, la talla media de primera madurez sexual fue de 30,8 cm en la zona centro norte; de 36 cm en la zona centro sur y de 34 cm para el área total, manteniéndose una talla media primera madurez sexual en línea con los valores observados en los últimos años, esto es, una paulatina disminución de la talla media de madurez sexual. De acuerdo a los antecedentes, los registros de madurez para el área total reflejaron una relativa estabilidad del 2001 al 2004 y estuvieron en el rango de estimaciones anteriores, mientras que los estimados desde el 2005 al 2007 presentaron un patrón temporal que se caracterizó por una paulatina disminución, llegando a valores mínimos en los años 2007 y 2008. La tendencia al descenso en los estimados de madurez sexual en el área prospectada está determinada por los ejemplares del sector norte debido al incremento en la proporción de ejemplares maduros a menor tamaño. La existencia de un gradiente latitudinal en la talla media de primera madurez sexual, también ha sido señalado por Balbontín y Fischer, 1981, Payá *et al.* (1997), Lillo *et al.* (2002) y Alarcón *et al.* (2008), aunque en niveles menores a los registrados en el presente estudio.

En relación con estimaciones de fecundidad en el período reproductivo principal, se puede citar a Alarcón y Arancibia (1993), quienes la calculan en 143.397 ovocitos para la zona entre Constitución e Isla Mocha. Posteriormente, los cruceros de evaluación directa del recurso, en similar zona y período del año (Lillo *et al.*, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 y 2008), entregan estimados para las zona centro norte que disminuyen en el tiempo, con mayores registros promedios en los años 2001 y 2002 que fluctúan entre 150.712 y 185.591 ovocitos, en tanto, en los años 2004 y



2005 se observa una clara tendencia al descenso alcanzando una fecundidad de 87.881 y 62.621 ovocitos, respectivamente, mientras que del 2006 al 2007, los valores se mantienen relativamente estables con una fecundidad de 55.278 y 69.031 ovocitos. Respecto a la zona centro sur, las evaluaciones de 2001 al 2007, señalan un comportamiento similar a los estimados de las hembras del norte, con mayores registros entre el 2001 y 2004 (139.615, 217.681 y 143.585), para caer notoriamente en el 2005 (85.531) y mantenerse en registros relativamente estables en el 2006 (79.153) y 2007 (63.113). En este período, la fecundidad correspondió a 73.035 ovocitos para la zona norte y 85.796 ovocitos para la zona sur, valores que son similares a los obtenidos en las últimas evaluaciones (2005-2007), pero que se ubican en el rango inferior de los registros para esta especie en el evento principal. Los antecedentes indican una tendencia concordante en los estimados de fecundidad de ambas zonas, destacando el fuerte descenso en los años 2004 y 2005, y la relativa estabilidad del 2006 al 2008.

En relación a la fecundidad relativa, los registros de evaluaciones de 2001 al 2007 señalan para la zona centro norte valores más altos en el 2001 (152) y 2002 (156), que disminuyen en el 2004 (122) para alcanzar en el 2005 la mayor caída (99). Desde el 2006 (99), los estimados se mantienen relativamente estables con un gradual incremento en el 2007 (121). En el sector centro sur, la fecundidad por gramo de peso corporal presentó una dinámica temporal similar al área norte, pero con mayores fluctuaciones entre el 2001 (160) y el máximo en el 2002 (232). Desde el 2004 (135), el estimado disminuye para alcanzar en el 2005 un registro de 91 ovocitos, que se mantiene relativamente estable en el 2006 (86) y 2007 (84). Los estimados del 2008, de 133 ovocitos para la zona centro norte y de 99 ovocitos para la zona centro sur, mantienen la tendencia de relativa estabilidad de los últimos años, así como el gradual incremento observado en el sector norte, que determinan diferencias significativas entre ambos sectores, con mayores registros



en las hembras del norte. Los antecedentes de evaluaciones señalan un comportamiento similar al visualizado en la fecundidad modal en ambas zonas, caracterizándose por un período de fluctuaciones y tendencia al descenso entre el 2001 y 2005, y un período de relativa estabilidad y crecimiento gradual entre el 2006 y 2008. Otros estudios indican 115 ovocitos (Alarcón y Arancibia, 1993) y 135 ovocitos (Cerna y Oyarzún, 1998).

En las evaluaciones de 2005 al 2008, tanto la talla media de madurez como la fecundidad parcial y la relativa presentaron estimados que disminuyeron respecto a los registros de evaluaciones previas, lo que se correspondió con la declinación del tamaño de stock en años recientes, en que las tallas promedios de captura bajaron y se deterioró de la estructura demográfica, con un rango estrecho de edades y una alta proporción de ejemplares juveniles que dejaron en estado crítico al stock (Lillo *et al.*, 2007). En este contexto, frente a condiciones de alteraciones ambientales y/o de intensa presión pesquera, que determinan la disminución de la abundancia global, los recursos pueden responder con cambios en algunos aspectos de su biología, como lo es la longitud y la edad de primera madurez sexual. Estos parámetros biológicos pueden variar en respuesta denso dependiente a variaciones de la abundancia por cambios en la tasa de crecimiento (Stearns y Koella, 1986), como también, son consecuencia de la alteración de la estructura demográfica por la exclusión de las tallas grandes. Ante la disminución de la abundancia y el tamaño del stock, las poblaciones disminuyen la edad y longitud de primera madurez sexual (Hubold, 1978; Templeman y Bishop, 1979 y Beachman, 1983 *fide* Payá *et al.*, 1997), plasticidad del parámetro biológico que se visualiza en la serie de tiempo y que se ajustan a un patrón temporal.

El descenso progresivo de los estimados de madurez del sector centro norte, con registros que caen notoriamente en las evaluaciones de 2007 y 2008, fue



concordante con el incremento (2006 a 2008) en este sector de ejemplares de tamaños pequeños clasificados como maduros y en condición reproductiva, a diferencia de los ejemplares del sector centro sur en que los estimados han experimentado un aumento gradual en los años 2007 y 2008 y que se mantienen en el rango de valores anteriores. De esta manera, la tendencia descendente en los niveles de madurez de la merluza en el área prospectada fue determinada por el desplazamiento hacia tallas menores de madurez de las hembras distribuidas al norte del área, en probable respuesta a los niveles en que se encuentra la estructura de stock y que sugieren la deriva hacia la juvenilización, sin embargo es importante monitorear la persistencia de este proceso en el tiempo considerando la variable edad. En la merluza del Perú (*Merluccius gayi peruanus*), alteraciones ambientales y la intensa presión pesquera, asociado a la desaparición de los ejemplares de mayor edad de las áreas de desove, condujeron al decrecimiento de la longitud y edad de primera madurez, caracterizándose por la incorporación progresiva de individuos jóvenes a la reproducción, visualizándose en una serie de tiempo de 22 años un incremento desde menos de 1% en 1980 a casi 60% en el 2001 de tamaños pequeños (28-32 cm LT) reclutados al proceso de desove (Guevara-Carrasco y Leonart, 2008).

La fecundidad, así como el ciclo reproductivo y el número de desove, es dependiente del tamaño corporal, por lo que la declinación de los estimados en las recientes evaluaciones, es esperable con la disminución de la talla y el peso corporal medio del stock. La productividad reproductiva de la población también puede ser impactada por la variación en los niveles de maduración, en que el cambio a menor tamaño y edad de madurez se ve afectada la fecundidad, el tamaño del huevo y la viabilidad de la larva.



Los resultados obtenidos durante el desarrollo del crucero, en cuanto a la proporción y composición de las especies presentes en la zona de estudio reafirma el hecho de que la ictiofauna, y en particular los peces óseos (Clase Osteichthyes), son las principales especies capturadas como fauna acompañante representando, en términos de captura más del 80% de ésta, y más del 60% en cuanto a frecuencias de aparición. Por otro lado, merluza común se mantiene como la principal especie dominante del ecosistema bentodemersal de la zona centro sur de Chile (Lillo *et al.*, 2006), seguida en importancia por la jibia. Adicionalmente, durante el presente crucero se registró un aumento en la captura de jibia, respecto de lo observado durante el crucero efectuado en el 2007 (Lillo *et al.*, 2007). Por otro lado, los niveles de captura que se registran para esta especie durante el período de estudio, en particular desde el crucero de 2004 hasta el presente crucero, concuerdan con lo observado por Zúñiga *et al* (2008), quien describe un patrón de periodicidad en las capturas “comerciales” de esta especie, haciendo notar un aumento de estas durante los meses de abril a julio. Sin embargo, este aumento en la captura de jibia se encuentra muy por debajo de lo ocurrido durante los años 2004 y 2005 (Lillo *et al.*, 2004 y 2005), donde esta especie dominó el ecosistema bentodemersal centro-sur de Chile, superando inclusive la captura de merluza común.

Los resultados obtenidos a partir de los análisis de clasificación y ordenación, muestran la existencia de comunidades bentodemersales con características de fauna propias. Estas características permiten establecer que las especies asociadas a estas comunidades presentan un patrón de distribución primario asociado a la batimetría del área de estudio y secundariamente al patrón latitudinal. Estudios similares efectuados en la fauna acompañante de pesquerías de crustáceos decápodos (Acuña *et al.*, 2001, 2005), han reportado resultados similares, destacando la característica de agrupación por gradiente batimétrico. Adicionalmente, este tipo de análisis permite distinguir dos zonas con



características bio-geográficas propias, en efecto, una de las zonas se localiza al norte de la latitud 38° sur, la cual se caracteriza por la presencia importante de crustáceos decápodos, mientras que la segunda zona se localiza al sur de la latitud 38° sur la cual sólo esta compuesta por fauna íctica y un escaso aporte de crustáceos. Por otro lado, los valores de diversidad estimados en el presente estudio muestran niveles altos en toda el área de estudio, lo que no implica necesariamente que exista una disminución de la biodiversidad o bien que esta se esté manteniendo en el tiempo, en este sentido, Acuña *et al.*, 2005 argumenta que no existen trabajos concluyentes que demuestren tal situación. Además, la situación histórica de similitud que se tiene al comparar los cruceros efectuados, pone en evidencia que no se han producido grandes perturbaciones en este ecosistema que alteren la estructura de fauna acompañante, según Acuña *et al.*, 2006, esta situación se sustenta en que las especies que estructuran estas comunidades son siempre las mismas.

Un aspecto asociado a la comunidad faunística de la zona de estudio, son los cambios producidos por ciclos circadianos en su composición y que podrían afectar las estimaciones del tamaño del stock de merluza común, debido a la diferencia temporal con que se efectúan las transectas acústicas de prospección (nocturnas) y los lances de pesca de identificación. En este sentido es recomendable considerar en el futuro, ya sea al interior de algún proyecto o de manera independiente, el desarrollo de estudios tendientes a caracterizar las variaciones en la estructura espacio-temporal de las especies presentes en la zona de estudio y que permitirían mejorar la calidad de las estimaciones del stock en los estudios de prospección acústica.

En lo que respecta a los resultado Por otro lado, la observación del contenido estomacal de los ejemplares de jibia capturados, mantiene el patrón observado en cruceros anteriores, éste indica que merluza común sigue siendo el principal ítem



presa de esta especie, ya que un 61% de los estómagos revisados presentó merluza común como ítem alimentario, valor que se mantiene dentro de los márgenes observados en cruceros anteriores (Lillo *et al.*, 2006 y 2007). En este sentido, los resultados obtenidos de la observación del contenido estomacal de jibia, son concordantes con los obtenidos en pescas de investigación realizados sobre esta especie en la zona centro sur de Chile (Cubillos *et al.*, 2004, Chong *et al.*, 2005). Adicionalmente, se observó que la mayor parte del contenido estomacal estaba compuesto por peces, lo que concuerda con lo observado por Chong *et al.*, 2005, quien manifiesta que los peces constituyen el principal ítem alimentario de esta especie. Esta situación también ha sido reportada para este calamar en el Golfo de Méjico, donde se presentan características similares en el contenido estomacal, ya que el mayor porcentaje de presas esta constituido por fauna íctica (Markaida. 2006).

La distribución de la temperatura superficial del mar (TSM) evidenció la presencia de aguas frías en toda el área de estudio, sin gradientes zonales de importancia y con una variación meridional máxima que alcanzó los 2°C. El sector oceánico al norte de los 34°S reveló aguas más cálidas (~13°C), el sector central estuvo dominado por las isothermas de 12 y 12,5 °C, y el sur mostró aguas comparativamente más frías, quedando bien caracterizado por la disposición espacial de la isoterma de 11°C. Por su parte, la distribución espacial superficial de salinidad reveló variaciones zonales y meridionales, siendo los primeros de mayor intensidad al sur de los 36 °S, y aguas menos salinas entre los 35 y 42°S debido a una mayor mezcla costera asociada a la descarga de aguas continentales provenientes de los principales ríos de la región centro-sur.

En general, no se registraron coeficientes de correlación significativos entre la densidad de merluza común y las variables ambientales ensayadas, situación que



puede explicarse debido a la variabilidad ambiental existente en la amplia extensión latitudinal y batimétrica donde se identificó la presencia de merluza común durante el presente crucero, esto es, una distribución de merluza fuera de la plataforma continental, lo que es particularmente válido para la región norte, un amplio rango de distribución vertical (<50 – >450 m) y el predominio de las AESS donde se situó el recurso en gran parte del área prospectada, aunque una fracción se reportó vinculado con las ASAA, especialmente en el sector sur del área de estudio.

Por lo general, los mecanismos que controlan la distribución de la densidad de peces son complejos y no muy bien comprendidos. Se considera que las agregaciones de peces en determinado momento son una función tanto de los procesos biológicos (e.g. condición reproductiva, alimentación, otras) y de los procesos ambientales que están ocurriendo en diferentes escalas de tiempo y espacio; como de los niveles de abundancia poblacional. A pesar que los estudios empíricos que buscan correlaciones entre la densidad de peces y las variables físicas del ambiente no pueden revelar los mecanismos que determinan que en determinado lugar ocurra una cierta densidad de peces, son de utilidad para analizar patrones recurrentes. En este sentido, la técnica estadística utilizada para hacer emerger dichos patrones debe ser lo suficientemente robusta para detectar respuestas no lineales de la densidad ante variaciones en las condiciones ambientales. Esta es precisamente la ventaja de los modelos aditivos generalizados.

Considerando los modelos GAM identificados en este estudio, uno de los principales resultados fue la relación entre la densidad de merluza común y la temperatura del mar a la profundidad de las agregaciones. Esta relación, sin embargo, presenta deriva interanual en el sentido que en cada año en particular fue posible identificar una relación diferente. En consecuencia, no es posible establecer



si la temperatura a la profundidad de las agregaciones es una variable causal de la distribución o de la densidad.

Desde el punto de vista de la salinidad y del oxígeno disuelto, la merluza común no presentó relaciones con estas variables ni con la densidad del agua de mar. La densidad de merluza común es mejor representada por las variables de posición que por variables ambientales. Un modelo que se base en presencia-ausencia podría revelar mejor las relaciones ya que es probable que las concentraciones más importantes del recurso se distribuyan en sectores localizados con un rango característico de las variables analizadas.

En lo que se refiere a la presencia del ictioplancton, durante el invierno del 2008 se advierte una disminución en la intensidad y extensión del desove de la merluza común, manteniéndose en bajos niveles de abundancia en comparación con los valores estimados para el período 1993-2002..

En lo que se refiere a la biomasa zooplanctónica y su importancia como oferta alimentaria para la merluza común, por cuanto constituye su principal ítem alimentario, el valor estimado de biomasa relativa de zooplancton presentó un aumento en relación con el año 2007, ubicándose en un nivel promedio en los valores de la serie 1993-2007.

Se debe señalar que las diferentes condiciones ambientales observadas en los cruceros de evaluación hidroacústica efectuados, no han modificado el comportamiento espacial del stock de la merluza común, el cual en todos ellos ha presentado una distribución estructurada, espacialmente dependiente y georreferenciada, es decir, su



comportamiento espacial ha estado asociado a su área de distribución sobre la plataforma continental y no ha presentado un comportamiento ambiente-referenciado.

Finalmente, el stock de la merluza común continúa siendo crítico y aunque se observan señales positivas, como el hecho que la merluza común por segundo año consecutivo haya vuelto a ser la principal especie en la comunidad demersal de la zona centro-sur, el repunte en el tamaño del stock como en indicadores de abundancia relativa pueden considerarse como elementos promisorios en cuanto a que etapa mas crítica pudiese estar quedando atrás, sin embargo, mientras se mantenga el profundo deterioro de la estructura demográfica y la pesquería continúe sustentada en gran parte por la fracción de ejemplares juveniles, la capacidad de recuperación del stock seguirá siendo baja y el estado del stock de cuidado.



## 7. CONCLUSIONES

---

- La biomasa media total de merluza común se estimó en 313.778 toneladas (268.786 – 361.297) por el método geoestadístico. Para el estimador de razón se estimó una biomasa de 309.060 t con intervalos de confianza entre 241.747 – 376.373 por el método de conglomerado.
- La abundancia de merluza común se estimó en 1.636.309.370 individuos de los cuales 651.466.531 (39,8 %) correspondieron a machos y 984.842.838 (60,2 %) a hembras.
- La biomasa estimada se ubica dentro de los niveles inferiores de las estimaciones de evaluación acústica efectuadas en el período 1993-2008. aunque mantiene la tendencia al alza que se observa desde el año 2006.
- La distribución espacial de la merluza común abarcó latitudinalmente toda el área de estudio y longitudinalmente estuvo asociada a la plataforma y parte superior del talud continental. El centro de gravedad se localizó en la latitud 35°54'S, manteniéndose estable en los últimos tres años..
- El recurso mostró una distribución asociada a un ciclo circadiano que impacta sobre la composición de especies y la estructura de tallas del stock, debido al cambio en la vulnerabilidad con respecto a la red de arrastre utilizada para el muestreo.



- La estructura demográfica mantiene la tendencia observada en los últimos tres años, siendo los grupos de edad más importantes en machos los GE I al GE III con un 95,4% de la abundancia en número. Mientras, en las hebras los grupos de edad con mayor abundancia van desde los GE I al GE IV concentrando el 94,1% de los individuos..
- El índice gonadosomático (IGS) calculado para las hembras adultas (mayores o iguales a 37 cm de longitud total) evidenció actividad reproductiva, correspondiendo a un valor promedio de 4,6% para el área total y fluctuando de 3,6% en la subzona 3 a 5,6% en la subzona 2.
- El recurso se encontró en pleno proceso reproductivo de desarrollo ovocitario (42%) y de desove (18%), sin mostrar indicios hacia la disminución de la intensidad reproductiva.
- La talla media de madurez sexual se estimó en 30,8 para el sector centro norte (29°10'S-35°30'S) y de 36,0 cm en el sector centro sur (35°31'S-42°S). Para el área total correspondió a 34 cm de longitud total.
- La fecundidad modal promedio fue de 73.035 ovocitos para sector centro norte y de 85.796 ovocitos para el sector centro sur. La fecundidad relativa promedio fue de 133 ovocitos y de 99 ovocitos para el área centro norte y centro sur, respectivamente.
- Del total de especies capturadas como fauna acompañante, en la zona y período de estudio, los peces óseos (Clase Osteichthyes) constituyeron el principal aporte de ésta, ya que representaron más del 80% de toda la captura y



más del 60% en términos de ocurrencia, seguidos en importancia por el grupo de los crustáceos y cefalópodos, este último compuesto casi en el 100% por jibia.

- Desde el punto de vista de la composición específica de la fauna, las principales especies capturadas correspondieron a jibia, chancharro, camarón nailon, langostino amarillo, langostino colorado, granadero chileno, sierra, lenguado de ojo grande, merluza de cola y besugo. Estas especies en conjunto constituyeron casi el 97% de la fauna acompañante capturada.
- La merluza común se posicionó nuevamente como la principal especie dentro del ecosistema bentodemersal de la zona centro sur. La jibia se mantiene como la principal especie componente de la fauna acompañante y como depredador activo dentro de la cadena trófica del ecosistema bentodemersal de la zona.
- Durante el crucero se registraron bajos niveles de abundancia de huevos y larvas de merluza común como de biomasa zooplanctónica.
- La distribución de la temperatura superficial del mar (TSM) evidenció la presencia de aguas frías en toda el área de estudio, sin gradientes zonales de importancia y con una variación meridional máxima que alcanzó los 2°C. El sector oceánico al norte de los 34°S reveló aguas más cálidas (~13°C), el sector central estuvo dominado por las isotermas de 12 y 12,5 °C, y el sur mostró aguas comparativamente más frías, quedando bien caracterizado por la disposición espacial de la isoterma de 11°C. Por su parte, la distribución espacial superficial de salinidad reveló variaciones zonales y meridionales, siendo los primeros de mayor intensidad al sur de los 36 °S, y aguas menos salinas entre los 35 y 42°S debido a una mayor mezcla costera asociada a la



descarga de aguas continentales provenientes de los principales ríos de la región centro-sur.

- Los rangos ambientales determinados verifican la asociación de merluza común con las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales en gran parte del área de estudio, lo que sugiere la incursión de manera habitual del recurso en un ambiente caracterizado por bajas temperaturas, altas salinidades y bajo contenido de oxígeno, alternando con aguas más oxigenadas y menos salinas de los estratos más superficiales, especialmente en el sector sur del área de estudio.
- En el área de estudio, el análisis de rangos preferenciales reveló la asociación con un hábitat caracterizado por aguas frías y salinas características de la presencia de AESS, especialmente en la zona norte de la región de estudio. La temperatura mostró un rango significativo vinculado a aguas más frías en el norte y un rango levemente superior en la macrozona sur. La variable oxígeno disuelto reveló la ausencia de diferencias significativas y de preferencia ambiental salvo en la macrozona sur.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

---

- Acuña E., H. Arancibia, L. Cid, R. Alarcón, L. Cubillos, A. Sepúlveda, A. Bodini, X. Bennett, M.T. Cabrera, J.C. Villarroel, R. León, R. Wiff. 2002. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2001. Informe final. Proyecto FIP 2001-05.
- Acuña E., J.C. Villarroel, M. Andrade, A. Cortés. 2005. Fauna Acompañante en pesquerías de arrastre de crustáceos de Chile: Implicancias y desafíos desde la perspectiva de la biodiversidad. En: E. Figueroa (Ed.), Biodiversidad marina: Valoración, Usos y Perspectivas ¿hacia donde va Chile? P. 395-422. Editorial Universitaria, Santiago Chile.
- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos y R. León. 2006. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2006. Informe final Proyecto FIP N° 2006-04, 424 pp.
- Aguayo, M. 1996. Biology and fisheries of Chilean hakes (*M. gayi* and *M. australis*) En: Jürgen Alheit y Tony Pitcher (Ed). Hake: Biology, fisheries and market. Chapman y Hall, London.
- Aguayo, M. y H. Robotham. 1984. Dinámica poblacional de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) Gadiformes-Merluccidae. *Invest. Pesq. (Chile)* 31, 17-45.
- Aguayo, M. y Young, Z. 1982. Determinación de los factores que han incidido en los cambios de la abundancia del recurso merluza común (*Merluccius gayi gayi*) en el periodo 1968-1981. *Inf. Cient-Téc. Inst. Fom. Pesq. Chile*, 79 pp.



- Alarcón, R., F. Balbontín, M. Aguayo, P. Ruiz, S. Núñez, G. Herrera, G. Claramunt y A. Sepúlveda. 2008. Biología reproductiva de merluza común. Informe Final Corregido Proyecto FIP 2006-16. 292 pp.
- Alarcón, C., L. Cubillos y C. Oyarzún. 2004. Influencia del tamaño de la hembra en la duración e intensidad de la actividad reproductiva de *Merluccius gayi gayi* en la zona centro-sur de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 32(2): 59-69.
- Alarcón, R y H. Arancibia. 1993 Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848), Ciencia y Tecnología del Mar (CONA) 16: 31-45.
- Alheit, J. y T. Pitcher 1996. Hake: Biology, fisheries and market. Chapman y Hall, London.
- Angulo, J. 2008. Distribución espacial de la fracción desovante de merluza del sur *Merluccius australis* (Hutton 1872) en su área y temporada principal de desove entre el 2001-2004. Tesis para optar al título de biólogo marino. Universidad de Valparaíso, Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. 83p
- Arancibia, H., M. Barros, S. Neira, U. Markaida, C. Yamashiro, L. Icochea, C. Salinas, L. Cubillos, Ch. Ibáñez, R. León, M. Pedraza, E. Acuña, A. Cortés y V. Kesternich. 2007. Informe Final Proyecto FIP 2005-38. Análisis del impacto de la jibia en las pesquerías chilenas de peces demersales. Universidad de Concepción / Universidad Católica del Norte, 299 p. + Anexos.
- Arancibia, H. y S. Neira. 2006. Proyección de mediano plazo de la biomasa de merluza común de Chile central mediante un enfoque ecotrófico multiespecífico. <http://www.Subpesca.cl/> Proyecciones de biomasa de merluza común bajo un enfoque ecotrófico (H. Arancibia - UdeC).



- Balbontín F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar. Inst. Oceanol. Univ. Valparaíso. 17(3): 285-334.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 1993. Variaciones temporales en la fecundidad y en la talla de la primera madurez sexual en la merluza común. Informe para el Instituto de Investigación Pesquera VIII Región, 30 págs.
- Balbontín, F., F. Uribe, R. Bernal y M. Braun. 2004. Descriptions of larvae of *Merluccius australis*, *Macruronus magellanicus*, and observations on a larva of *Micromesistius australis* from southern Chile (Pisces: Gadiformes). New Zealand Journal of Marine Freshwater Research, Vol.38: 609-619.
- Barber, R., Chavez, F. 1986. Ocean variability in relation to living resources during the 1982-83 El Niño. Nature, Lond. 319 (6051): 279-285.
- Bernal, P, F. Balbontín y O. Rojas. 1994. Patrones de distribución de huevos y larvas de *Merluccius gayi gayi* en la costa de Chile y factores ambientales asociados. Revista de Biología marina y Oceanografía 32(1):45-66, agosto de 1997. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso.
- Bernal, P. A., F.L. Robles, y O. Rojas. 1983. Variabilidad física y biológica en la región meridional del sistema de corrientes de Chile-Perú. *Monogr. Biol.*, 2, 75-102, 1982.
- Bernal, P., Ahumada, R. 1985. Ambiente Oceánico. En: Fernando Soler (Ed), Medio Ambiente en Chile. Universidad Católica de Chile: 55-106.
- Bernal, R., F. Balbontín y O. Rojas. 1997. Patrones de distribución de huevos y larvas de *Merluccius gayi gayi* de la costa de Chile y factores ambientales asociados. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 32(1): 45-66.



- Bez, N. 2002. Curso de geoestadística. Univ. Católica Valpo. Apuntes. 115 pp.
- Bigelow, H.B., y W.C.Shroeder. 1953. Fishes of the gulf of Maine. U.S. Fish Bull. Vol. 53.
- Blanco, J., A. Thomas, M. Carr, y T. Strub, 2001. Seasonal climatology of hydrographic conditions in the upwelling region off northern Chile, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 106, C6, 11.451-11.467, 2001.
- Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and *in situ* target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP. Mar del Plata, Argentina. 936 pp.
- Bowman . A., W.; A. Azzalini.; 1997. Applied Smoothing Techniques for Data Analysis. The Kernel Approach with S-Plus Illustrations. Oxford Science Publications. 193 pp.
- Buitrón, B. y A. Perea. 2001. Reproduction studies of Peruvian anchovy and hake the 1997-1998 El Niño effect En: Kjesbu, O. S., J. R. Hunter and P. R. Witthames (ed): Modern approaches to assess maturity and fecundity of warm-and cold-water fish and squids. Report of the Working, Bergen, Norway: 29:33.
- Cerna, F. y C. Oyarzún. 1998. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) del área de la pesquería industrial de Talcahuano, Chile. *Investigaciones Marinas* 26: 31-40.



- Chambers, J.M. y T.J. Hastie. (eds.), 1992. *Statistical Models* En S. Wadworth y Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.
- Chong, J., C. Oyarzún, R. Galleguillos, E. Tarifeño, R. Sepúlveda y C. Ibáñez. 2005. Parámetros biológicos-pesqueros de la jibia, *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) (Cephalopoda: Ommastrephidae), frente a la costa de Chile Central (29° - 40° S) durante 1993-1994. *Gayana* 69(2): 319-328.
- Cleveland, W.S., E. Grosse y W.M. Shyu 1992. Local regression models. In: Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), *Statistical Models* in S. Wadworth y Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.
- Cochran, W.G. 1977. *Sampling techniques*. 3rd edition. Wiley and Sons. New-York, 413 p.
- Cressie, N. A. C. (1993). *Statistics for spatial data*. John Wiley and Son, Inc.
- Cubillo, L., Ch. Ibáñez, C. Gonzalez, A. Sepúlveda. 2004. Pesca de investigación: Pesca de jibia (*Dosidicus gigas*) con red de cerco entre la V y X regiones, año 2003. Informe final.
- Cubillos, L., Arancibia, H. 1992. Evaluación del recurso merluza común (*Merluccius gayi gayi*) de la zona centro sur de Chile por análisis de reducción de stock. En: *Biología Pesquera* 21: 13-19.
- Dobson, A. 2002. *An Introduction to Generalized Linear Models* 2nd Edition Chapman and Hall, London.
- Efron, B y R. Tibshirani. 1986. Bootstrap methods for standard errors, confidence intervals, and other methods of statistical accuracy. *Statistical Science* (1): 54-77.



- Espino, M. 2001. El ambiente y los recursos pesqueros en el Perú: Una visión de largo plazo. En: Segundo taller regional sobre metodologías de evaluación hidroacústica de recursos pesqueros. Com. Perm. Pacífico Sur. 11-14.
- Espino, M., Castillo, R., Fernández, F. 1996. Biology and fisheries of Peruvian hake (*M. gayi peruanus*). En: Jürgen Alheit and Tony J. Pitcher (ed.) Hake: Biology, fisheries and markets. Chapman y Hall, London.
- Espino, M., Wosnitza-Mendo, C. 1989. Relación entre las poblaciones de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) y anchoveta (*Engraulis ringens*). En R. Jordán R. Kelly, O. Mora, A. Ch. de Vildoso y N. Henriquez (eds). Simposio Internacional Sobre Recursos Vivos y Pesquerías en el Pacífico Sudeste. (CPPS), *Rev. Pacífico Sur* (Número especial), 235-239.
- Fahay, M.P. 1983. Guide to the Early Stages of Marine Fishes Occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*. 4: 1 - 423.
- Field, J., K. Baltz, J. Phillips y W. Walker. 2007. Range Expansion and Trophic Interactions of the Jumbo Squid, *Dosidicus Gigas*, in the California Current. *CalCOFI Rep.*, Vol. 48: 131-146.
- Figueroa, D., M. Sobarzo, L. Soto y P. Dávila. 1995. Capítulo Oceanografía física en: Informe Final. Evaluación Hidroacústica de Jurel en la zona centro-sur, V a IX. Regiones. 220 pp. + Anexos.
- Fischer, W. 1958. Huevos, crías y primeras prelarvas de la "anchoveta" (*Engraulis ringens*) Jenyns. *Rev. Biol.* 8(1, 2 y 3): 111-124.
- Foot, K. H. Knutsen, G. Vestnes, D. MacLennan y J. Simmonds. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. (Cooperative Research Report. ICES No.144).



- Flores, L. y D. Garland. 2002. Descripción de los estatolitos y relaciones morfométricas y gravimétricas en el calamar patagónico (*Loligo gahi*) (Cephalopoda: Loliginidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 37 (1): 15 – 24.
- Freon, P, F. Gerlotto, O. A. Missund. 1996. Consequences of fish behaviour for stock assesment. ICES. *Mar. Sci. Symp.*, 178-183.
- Frontier, S. 1980. Métodos de análisis rápido en muestras planctónicas. *Acta Ocean. Pacífico*. 1(1):137-145.
- Gálvez, M., H. Rebolledo, C. Cuevas. 1999. Determinación de áreas y períodos de reclutamiento. En: *Dinámica espacial y batimétrica del stock de merluza común en relación a su ciclo de vida en la zona centro-sur*. IT/FIP 97/21.
- Gálvez, P. 2006. Indicadores biológico -pesqueros de merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848), obtenidos de la flota industrial. [http://www.Subpesca.cl/indicadores flota industrial \(P Galvez\).pdf](http://www.Subpesca.cl/indicadores_flota_industrial_(P_Galvez).pdf).
- Gatica, C. y L. Cubillos. 2004. Análisis talla-estructurado de los cambios de abundancia en *Merluccius gayi gayi* entre 1992 y 2000. *Investig. mar.*, 2004, vol.32 (1): 71-87.
- Glantz, S. y B. Sliker. 1990. *Primer of Applied Regression and Analysis of Variance*. McGraw-Hill.
- Greenwood, P., D. Rosem, S. Weitzman y G. Myens. 1966. Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. *As. Mus. Nat. Hist., Bull.* 131(4):341-455.
- Gunderson, D. R. 1993. *Surveys of Fisheries Resources*. John Wiley and Sons. N.Y. 248 p.



- Hair, J.F., R.E. Anderson, R.L. Tatham, W.C. Black. 1999. Análisis Multivariante, 5° ed. Prentice Hall Iberia, Madrid, 832 pp.
- Hansen, R., W. Madow, y W. Huwitz. 1954. Sample survey methods and theory. Vol. I and II. Methods and applications. J. Wiley and Sons. 564 p.
- Harbitz, A y Aschan, M. (2003). A two-dimensional geostatistic method to simulate the precision of abundance estimates. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60(12): 1539-1551.
- Hastie, T. y R. Tibshirani. 1990. Generalized additive Models. Chapman y Hall, New York, 559 pp.
- Herrera, G., E. Bustos-Obregón y F. Balbontín. 1988. Morphological aspects of the gonadal maturation in the hake, *Merluccius gayi gayi*. *Rev. Biol. Mar.* 24 (1): 55-71.
- Hilborn, R., y C. Walters 1987. A general model for simulation of stock and fleet dynamics in spatially heterogeneous fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 44: 1366 -1369.
- Hunter, J. 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. In: R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 63-65.
- Hunter, J. y B. Macewicz. 1985. Measurements of spawning frequency in multiple spawning fishes. En: R. Lasker (ed.) an egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 79-94.



- Hunter, J. y S. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish Bull., U.S. 77: 641-652.
- Hunter, J., N. Lo y R. Leong. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. En: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 67 - 77.
- IFOP. 2004. Indicadores de la pesquería. En: Taller técnico de análisis y diagnóstico del stock de la merluza común en Chile.
- Castillo R., M. Gutiérrez, S. Peraltilla y N. Herrera. 2001. Biomasa de las especies pelágicas mas abundantes e importantes del mar peruano en el invierno 2001. Crucero pelágico de invierno BICs Olaya y SNP-2 0107-08.
- Johnson, D. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. ITP eds.
- Jurado-Molina, J., Gatica, C., Cubillos, L. 2006. Incorporating cannibalism into age-structured model for the Chilean hake. Fish. Res. 82: 30-40.
- Kieser, R., W. Saunders y K. Cooke. 1998. Review of hydroacoustic methodology and Pacific hake biomass estimates for the Strait of Georgia, 1981 to 1998. Can. Stock Asses. Res. Secret. Res. Doc. 99/15. 53 pp.
- Kleckner, D. 1996. Surfer for Windows user guide. Golden Software Inc. 458 pp.
- Lillo, S., J. Olivares, M. Braun, S. Nuñez, A. Saavedra, J. Saavedra y E. Molina. 2006. Evaluaciones hidroacústicas de merluza común, 2005. Informe final proyecto FIP 2005-05. [http://fip.cl/proyectos/2005/IT\\_2005-05](http://fip.cl/proyectos/2005/IT_2005-05).
- Lillo, S., J. Córdova y A. Paillamán. 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES. J. Mar. Sci. 53: 267-271.



- Lillo, S., J. Cordova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. Núñez, J. Ortiz. 1999. Evaluación Hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro-sur. -Informe Final Proyecto FIP, IFOP. <http://fip.cl/proyectos/1999/IT 99-03>.
- Lillo, S., J. Olivares, M. Braun, E. Díaz, S. Núñez, A. Saavedra, J. Saavedra y R. Tascheri. 2005. Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2004. Informe final proyecto FIP 2004-09. <http://fip.cl/proyectos/2004/IT 2004-09>.
- Lillo, S., R. Bahamondes, J. Olivares, J. Saavedra, E. Molina, E. Díaz, M. Braun, S. Nuñez, E. Navarro, S. Vásquez, A. Sepúlveda, R. Alarcón y A. Saavedra. 2007. Evaluaciones hidroacústicas de merluza común, año 2006. Informe final proyecto FIP 2006-03. <http://www.fip.cl/proyectos/2006/IT 2006-03>.
- Lillo, S., R. Rojas, R. Tascheri, V. Ojeda, J. Olivares, F. Balbontín, R. Bravo, S. Nuñez, M. Braun, J. Ortiz, P. Torres, F. Véjar, L. Cubillos y A. Saavedra. 2003. Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 2002. Informe final proyecto FIP 2002-03. [/http://fip.cl/proyectos/2002/IT 2002-03](http://fip.cl/proyectos/2002/IT 2002-03).
- Lillo, S., S. Nuñez, V. Ojeda, F. Balbontín, M. Braun, R. Tascheri, A. Saavedra, R. Bravo, L. Cubillos y J. Olivares. 2002. Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 2001. Informe final proyecto FIP 2001-18. <http://fip.cl/proyectos/2001/IT 2001-18>.
- Lillo, S., E. Molina, J.C. Saavedra, J. Olivares, E. Díaz, S. Núñez, E. Navarro, S. Vásquez, R. Alarcón, A. Sepúlveda, M. Braun y A. Saavedra. 2009. Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2007. Informe Final Corregido, FIP 2007-16.
- Ludwig, J y J. Reynolds. 1988. Statistical ecology a primer on methods and computing. John Wiley and Sons.



- Markaida, U. 2006. Food and feeding of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California and adjacent waters after the 1997–98 El Niño event. *Fisheries Research* 79 (2006) 16–27.
- McClatchie S., G. Macaulay y R. Coombs. 2003. A requiem for the use of  $20 \log_{10}$  Length for acoustic target strength with special reference to deep-sea fishes. *ICES Journal of Marine Science* 60(2):419-428.
- MacLennan, D. 2000. Fuerza de blanco de *Merluccius gayi peruanus*: Una revisión del experimento de Johannesson y Vilchez. *Inf. Inst. Mar. Peru* n° 151.
- Manly, B. J., 1994. *Multivariate Statistical Methods: A Primer*. London: Chapman y Hall.
- Martínez, E. 1976. Variabilidad de los caracteres merísticos en *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) en la costa de Chile. *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso 16: 71-93.
- Matarese, C., A. W. Kendall, D. Blood y B. Vinter. 1989. Laboratory guide to early life history stages of northeast pacific fishes. NOAA Technical Report NMFS 80. 655 pp.
- McCullagh, P. y J.A. Nelder. 1989. *Generalized Linear Models*. Chapman y London, 394 pp.
- Mendenhall, W., Wackerly, D. y Scheaffer, R. 1994. *Estadística Matemática con Aplicaciones*, segunda edición. Grupo Editorial Iberoamericana S.A. de C.V. Mexico.
- Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. *Deep Sea Res.* 28A: 625 - 629.



- Morales, C, Blanco, J., Braun, M. Reyes, H., Silva, N. 1996. Chlorophyll-a distribution and associated oceanographic variables in the upwelling region off northern Chile during the winter and spring 1993. *Deep-Sea Res.* 43: 267-289.
- Moser, H.G. y E.H.Ahlstrom.1970. Development of lantern fishes family Myctophidae in the California Current. Part I: Species with Narrow-eyed larvae. *Bull. Los Ang. City. Mus. Nat. Hist. Sci.*7:1-145.
- Moser, H.G., W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A. W. Kendall, S.L. Richardson (Eds). 1984. *Ontogeny and Systematics of Fishes*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication. (1): 760 pp.
- Myers, R.A. y N.G. Cadigan. 1995. Was an increase in natural mortality responsible for the collapse of northern cod? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 52, 1274-1285.
- Neira, F.J. 1994. *Curso: The Early Life History of Teleost Fishes: Use of Ichthyoplankton Data in Fish and Fisheries Research*. Depto de Zoología. Universidad de Concepción. 395 pp.
- Netter, J., W. Wasserman y M. h. Kutner. 1990. *Applied Linear Statistical Models*. 3rd ed. Richard D. Irwin, Inc. 1181 p.
- Nielsen y Schoch, 1980. Errors in estimating mean weight and other statistic from mean length. *Trans. of the Am. Fish. Soc.* 109: 319 - 322.
- NODC. 1991. *National oceanographic data center, user guide*. En: *Key to oceanographic records documentation N°14 NOAA*.



- Núñez, S y J. Ortiz. 1998. Capítulo: Condiciones oceanográficas. *En*: Proyecto FIP 97-12 Evaluación hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro-sur. 125 pp + Anexos.
- Núñez, S, E. Navarro, M. Reyes, R. Alarcón y A. Sepúlveda. 2006. Capítulo: Oceanografía física. *En*: Proyecto FIP 2006-03 Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, Año 2006.
- Núñez, S, J. Ortiz y P. Torres 2005. Capítulo: Oceanografía física. *En*: Proyecto FIP 2005-05 Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, Año 2005.
- Núñez, S, J. Ortiz y P. Torres. 2001. Capítulo: Oceanografía física. *En*: Proyecto FIP 2000-04 Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 2000. 39 p + Figuras.
- Núñez, S, J. Ortiz y P. Torres. 2004. Capítulo: Oceanografía física.. *En*: Proyecto FIP 2004-09 Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, Año 2004.
- Núñez, S, J. Ortiz, P. Torres y L. Cubillos. 2002. Capítulo: Oceanografía física.. *En*: Proyecto FIP 2002-03 Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, Año 2002.
- Núñez, S, J. Ortiz, P. Torres y L. Cubillos. 2006. Capítulo: Oceanografía física.. *En*: Proyecto FIP 2005-05. Evaluaciones hidroacústicas del recurso merluza común en la zona centro-sur, Año 2005. 100 p.
- Núñez, S. y J. Ortiz. 2000. Capítulo: Oceanografía física.. *En*: Proyecto FIP 99-04 Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 1999. 79 pp.



- O' Driscoll, R. L. 2004. Estimating uncertainty associated with acoustic surveys of spawning hoki (*Macruronus novaezelandiae*) in Cook Strait, New Zealand. *ICES Journal of Marine Science*, 61:84-97.
- Ojeda, F. P., Labra, F. A y Muñoz, A. 2000. Biogeographic patterns of Chilean littoral fishes. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, Dec. 2000, Vol.73, no.4, p.625-641. ISSN 0716-078X.
- Ona E. y Mitson R. 1996. Acoustic sampling and signal processing near the seabed: the deadzone revisited. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 677–690.
- Páramo, J. y R. Roa. 2003. Acoustic-geostatistical assessment and habitat-abundance relations of small pelagic fish from the Colombian. *Fish. Res.*:60: 309-319.
- Parsons, T. R., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.
- Pavéz, P. 1981. Determinación del esquema de selectividad de la merluza común (*Merluccius gayi gayi*) por mallas de redes de arrastre de seis paneles. En: *Perspectivas de Desarrollo de las Pesquerías Nacionales. Evaluación de los Principales Recursos Demersales entre Papudo (32°20'S) y Chiloé (42°00'S)*. Corporación de Fomento de la Producción- Inst. Fom. Pesq. AP 8/29: 80 pp.
- Payá, I. S, Mora, H. Pool, H. Miranda, J. Ortega, R. Saldías. 1996. Cuantificación del reclutamiento de merluza común en la zona centro sur.1996. FIP. 94-21. Instituto de Fomento Pesquero. 28 p.
- Payá, I. 1997. Evaluación de stock y modelos de reclutamiento y éxito reproductivo. En: *Dinámica del stock de merluza común y su relación con el medio*



ambiente. Informe final de investigación para el Consejo de Investigación Pesquera. Proyecto FIP 1995-21.

- Payá, I. 2006. Evaluación y Estado del stock de merluza común. [http://Subpesca.cl/Evaluación y Estado del stock de merluza común \(I. Payá - IFOP\).pdf](http://Subpesca.cl/Evaluación_y_estado_del_stock_de_merluza_comun_(I_Paya_-_IFOP).pdf).
- Payá, I., C. Oyarzun, R. Galleguillos y M. Oliva. 1997. Unidades de stock en el recurso merluza común de la zona centro-sur. Informes Técnicos FIP-IT/94-18.
- Pennington, M. 1986. Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl surveys. *Fish. Bull. (U.S.)* 84:519-525.
- Pequeño, G.R. 1984. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 24(2): 1 - 132.
- Perry, R. y S. Smith. 1994. Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: An application to the Northwest Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51:589-602.
- Perry, R., M. Stocker y J. Fargo. 1994. Environmental effects on the distribution of groundfish in Hecate Strait, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51:1401-1409.
- Petitgas, P. 1991. Contributions géostatistiques a la biologie des pêches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 pp.
- Petitgas, P. y T. Lafont. 1997. EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on Windows 95 for the precision of fish stock assessment surveys. *ICES CM* 1997/Y:22.



- Petitgas, P., y D. Prampart 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and on acoustic application. *ICES J. Mar. Sci.*, 50:285-298.
- Piennar L. y W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. *J. Fish. Res. Board of Can.* 25: 2743 - 2747.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant y I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *California Department of Fish and Game., Fish Bulletin* 152:1-105.
- Pool, H., F. Balbontín, N. Cortez, M. Arriaga y C. Montenegro. 1996. Interacciones tróficas recursos demersales zona sur-austral. Informe FIP 94-32, IFOP, 68 pp + Tablas y Figuras.
- Postel, L., H. Fock y W. Hagen. 2000. Biomass and abundance. En: *Zooplankton methodology manual*. Ed: R.P Harris, P.H. Wiebe, J.Lenz, H.R. Skjoldal and M. Huntley. ICES.
- Rebolledo, H. 2006. Estadística e indicadores operacionales y biológico pesqueros de la pesquería de la merluza común. Flota industrial. [http://www.Subpesca.cl/indicadores flota industrial \(H Rebolledo\).pdf](http://www.Subpesca.cl/indicadores%20flota%20industrial%20(H%20Rebolledo).pdf).
- Ricker W. 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, Nº 119.
- Rindorf, A. y Lewy, P. 2001. Analyses of length and age distributions using continuation-ratio logits. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 58, 1141-1152 pp.
- Rivoirard, J. Simmonds. J; Foote, K G. Fernandes, P. Bez, N. 2000. Geostatistics for estimating fish Abundance. Blackwell Science.



- Roa, R., B. Ernst y F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. *Fish. Bull.* 97: 570-580.
- Robertson, G. y G. Freckmann. 1995. Variability of soil nematode groups across a cultivated ecosystem. *Ecology*, 76: 1425-1432.
- Rojas, R y N. Silva. 1996. Atlas oceanográfico de Chile. Vol. 1. 1º edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile, 130 p.
- Rose, G., Gauthier, S., y Lawson, G. 2000. Acoustic surveys in the full monte: simulating uncertainty. *Aquatic Living Resources*, 13: 637-372.
- Samper, J. y J. Carrera. 1990. Geoestadística. Aplicaciones a la hidrología subterránea. Centro Internacional de métodos numéricos en ingeniería. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona
- Sánchez, P. 2003. Cephalopods from off the Pacific coast of Mexico: biological aspects of the most abundant species. *Scientia Marina* 67 (1): 81-90.
- Santander, H., J. Alheit y P. Smith. 1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicación del "Método de Producción de Huevos". *Bol. Inst. Mar Perú, Callao*. 8: 209-250.
- Sauskan, V.I. y V.P. Serebriakov. 1968. Reproduction and Development of the Silver Hake *Merluccius bilinearis* Mitchill. *Voprosy Iktiologii* 8 (3).
- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des especes pélagiques a partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospecificues. Thèse. Ecole doctorale des sciences de la mer. Universidad de Bretagne.



- Scalabrin, C., y J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. *Aquat. Living Resour.*, 6:269-283.
- Schneider, W., Fuenzalida, R., Núñez, R., Garcés, J., Bravo, L. y D. Figueroa, 2007. Discussion of The Humboldt Current System and Water Masses in the North Zone and Center off Chile. SCH. Accepted manuscript.
- Selman, K. y R. Wallace. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. *Zoological Science*. 6: 211-231.
- Sepúlveda, A. 1997. Series ambientales y modelos de distribución del stock. En: *Dinámica del stock de merluza común y su relación con el medio ambiente*. Fondo de Investigación Pesquera., IT/FIP96-28.
- SERNAPESCA. 2008. Cifras preliminares de desembarque, cosechas y agentes pesqueros y de acuicultura año 2008. Departamento Sistemas de Información y Estadísticas Pesqueras, 24 pp. <http://www.sernapesca.cl/>
- Siegel S. 1972. *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*, 346 pp. Trillas, México
- Silva, N y H. Sievers. 1981. Masas de agua y circulación en la región de la rama costera de la Corriente de Humboldt (18-33°S). Operación Oceanográfica MarChile 10-ERFEN I. *Cienc. y Tec. Del Mar, CONA*, 5:5-50.
- Silva, N. y H. Konow. 1975. Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Suroriental. Expedición Krill. Crucero 3-4. Julio-agosto 1974. *Rev. Com. Perm. Pacífico Sur. Ciencia y Derecho del Mar*, 3:63-75.
- Simmonds, E, y D. MacLennan. J. 2005. *Fish and Fisheries Series, 5: Fisheries acoustics*. Chapman and Hall, London. 438 pp.



- Simrad, 2003. Simrad EK60 Scientific echo sounder system. Instruction manual. 91 pp.
- Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO, Doc. Téc. Pesca (175): 107 p.
- Stearns, S. y J. Koella. 1986. The evolution of phenotypic plasticity in life-history traits: predictions of reaction norms for age and size at maturity. *Evolution*, 40(5), pp. 893-913.
- Strauss, R. 1982. Statistical significance of species clusters in association analysis. *Ecology*. 63(3)634-639.
- SUBPESCA 2009. Informe sectorial de pesca y acuicultura. Febrero 2009. <http://www.subpesca.cl/mostrerararchivo.asp?id=6923>
- Svellingen, I. y E. Ona. 1999. A summary of target strength observations on fishes from the shelf off West Africa. Target strength conference. Berlin 1999. 4 pp.
- Tascheri, R., J. Sateler, V. Ojeda, J. Olivares, R. Vega, R. Wiff, M. Montecinos, L. Cid, J. Merino, J. González, C. Toledo y E. Palta. 2004. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Centro - Sur, 2003. Informe final a SUBPESCA.
- Tascheri, R., J. Sateler, H. Rebolledo, R. Alarcón, L. Bustos, P. Barraza, S. Nuñez, A. Sepúlveda y J. González. 2006. Monitoreo de las capturas de merluza común, año 2005. Informe final proyecto FIP 2005-07.
- Ulloa, P., M. Fuentealba y V. Ruiz. 2006. Hábitos alimentarios de *Dosidicus gigas* (D' Orbigny, 1835) (Cephalopoda: Teuthoidea) frente a la costa centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*: 79: 475-479.



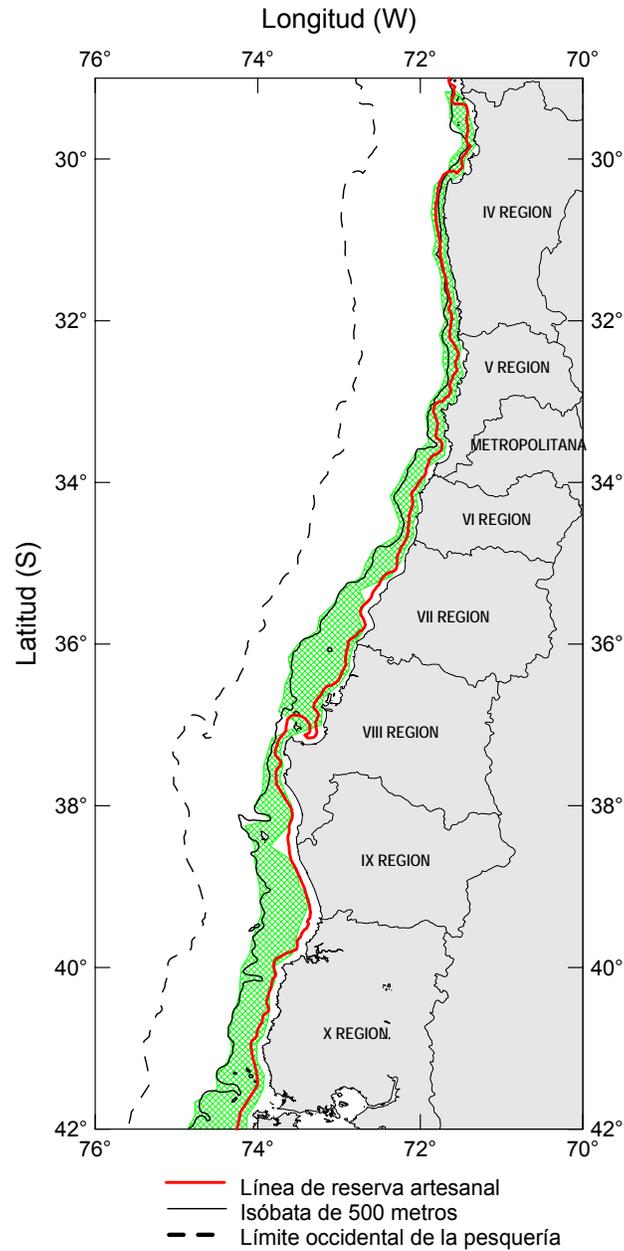
- UNESCO. 1981. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. UNESCO Tech. Papers in Mar Sci. N°36.
- Vargas, C. y L. Castro. 2001. Spawning of the Chilean hake (*Merluccius gayi*) in the upwelling system off Talcahuano in relation to oceanographic features. *Sci. Mar.*, 65(2): 101 – 110.
- Venables, W. N. y B. D. Ripley. *Modern Applied Statistics with SPLUS*. Springer, 2nd edition, 1997.
- Vestnes G.; A. Stroem; G. Seatersdal; L. Villegas & H. Trujillo. 1966. Informe Sobre Pescas Exploratorias en la Zona Talcahuano – Valdivia. Octubre – Noviembre 1965, Realizadas con el B/I “Carlos Darwin”. Instituto de Fomento Pesquero, Publicación N° 16.
- Vivanco, M. 1999. Análisis estadístico multivariable: teoría y práctica. Ed. Universitaria, Santiago, Chile. 223 pp.
- Wallace, R. y K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of the oocyte growth in teleosts. *Amer. Zool.*, 21: 325-343.
- Welch, D. y Foucher. 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45:333-343.
- Westerheim, S.J. 1967. Sampling research trawl catches at sea. *J. Fish. Res. Board Can.* 24: 1187 – 1202.
- Yañez, E., L. Pizarro y M. Alberti (1985), “Dinámica del stock de merluza común (*Merluccius gayi*) explotado en la zona central de Chile (30°S – 40°S) entre 1960 y 1982,” en T. Melo (ed), *Estudios en pesquerías chilenas*, Escuela de Ciencias del Mar - Universidad Católica de Valparaíso, 67-74.



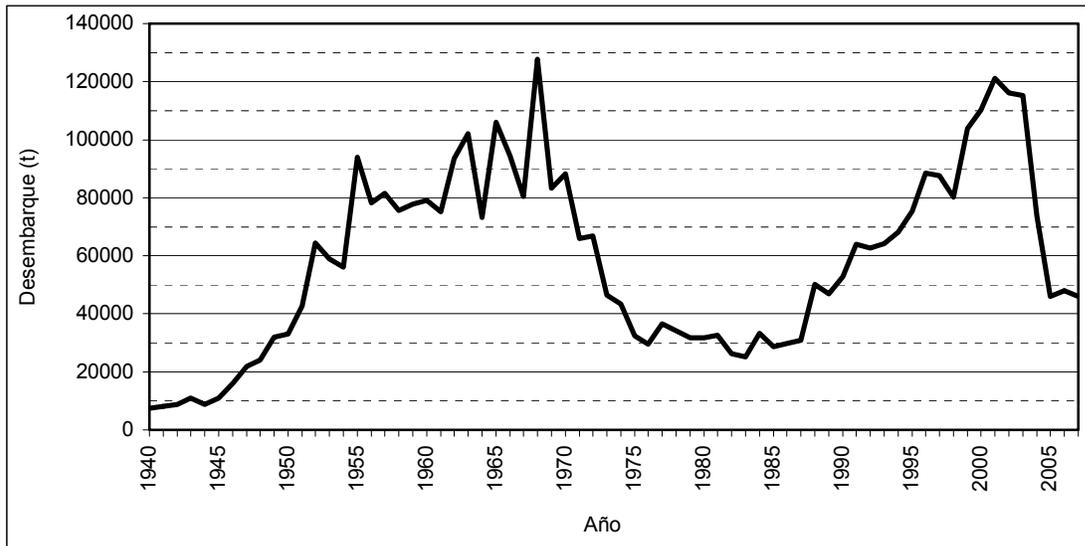
- Wyrski K., 1975. El Niño: The dynamic response of the equatorial Pacific to atmospheric forcing. *Journal of Physical Oceanography*, 5: 572-584.
- Zama, A. y E. Cárdenas. 1984. Seasonal change of macroplankton structure in the surface of Aysen fiord and Moraleda channel, southern Chile. Introduction into Aysen Chile of Pacific Salmon, N°13:27 pp.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Second Edition. Prentice Hall Inc. 717 p.
- Zúñiga, M.j., L.A. Cubillo y C. Ibáñez. 2008. A regular pattern of periodicity in the monthly catch of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) along the Chilean coast (200-2005). *Ciencias Marinas*, 34(1): 91-99.

# FIGURAS

---



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



**Figura 2.** Desembarques de merluza com3n entre 1940 y 2008 (Fuente: Aguayo, 1996; Subpesca, 2008).

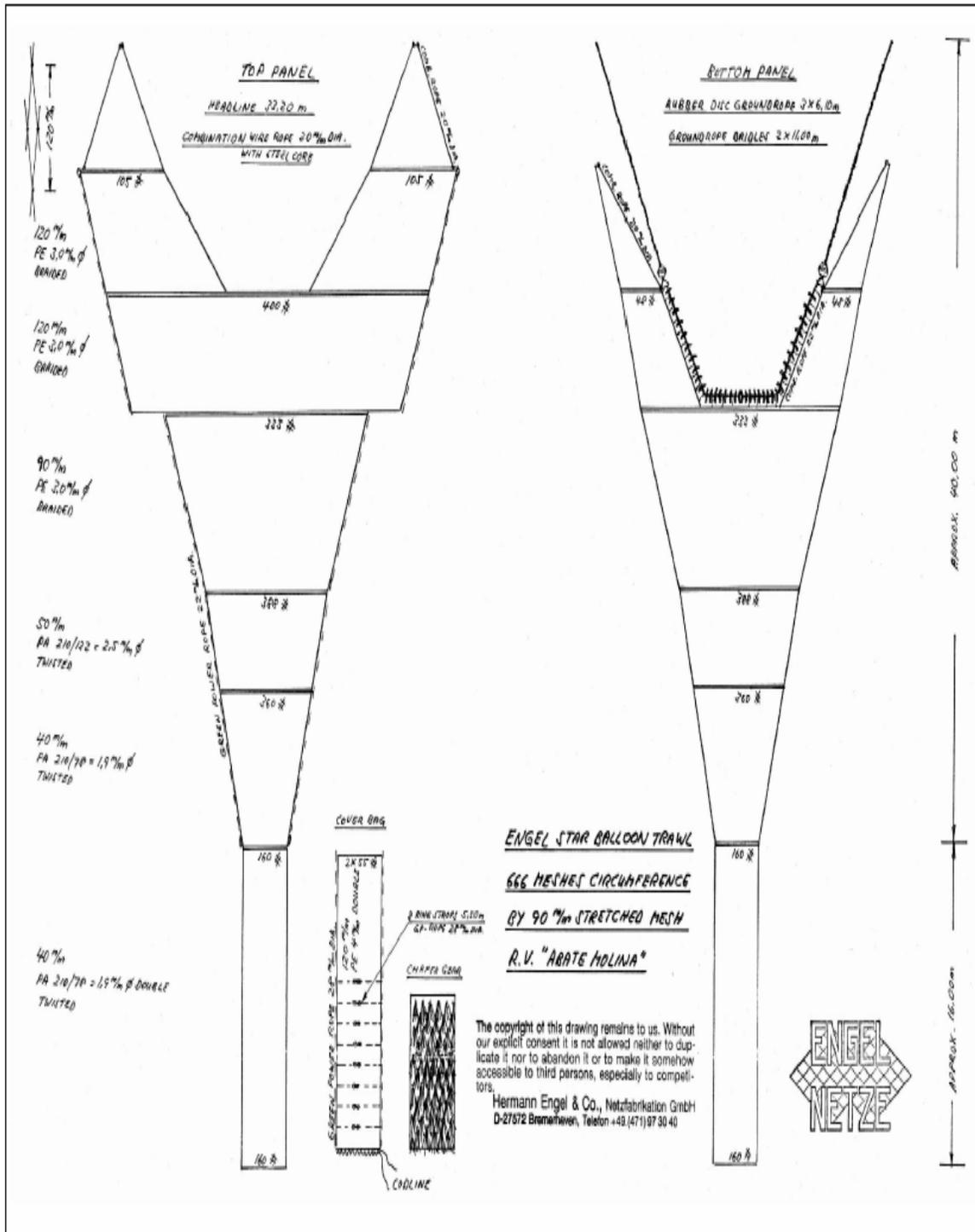
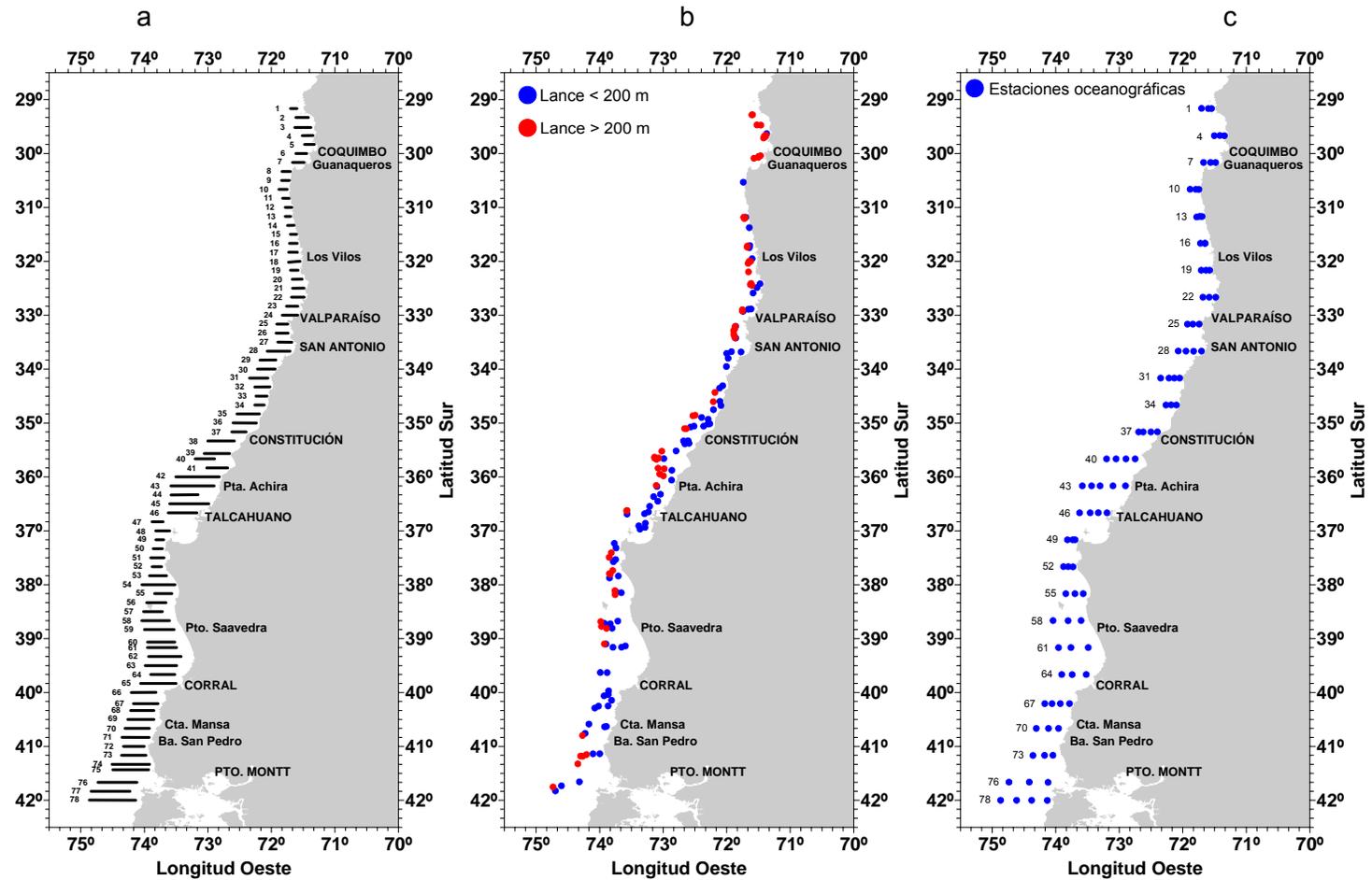
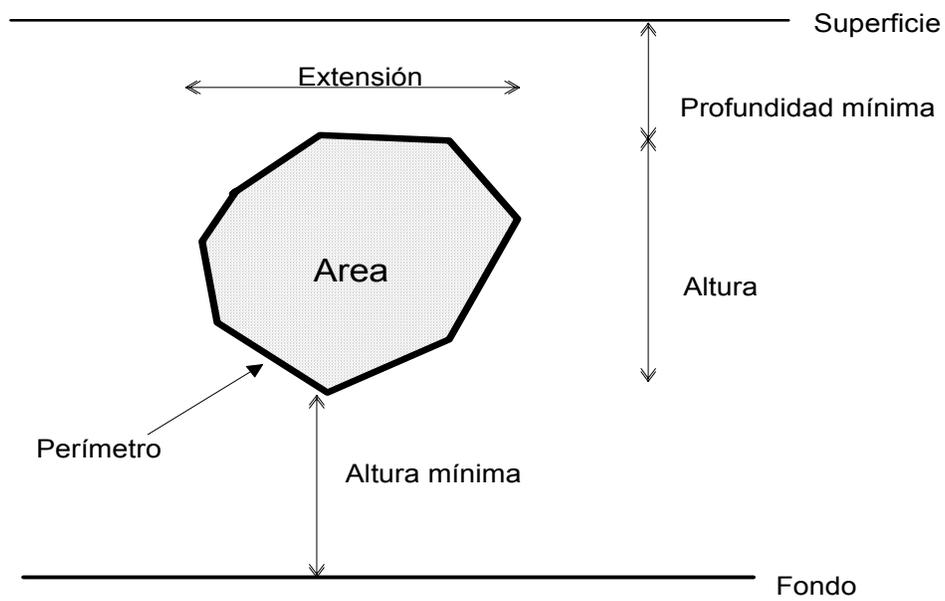


Figura 3. Red de arrastre utilizada por el B/C "Abate Molina".



**Figura 4.** Localizaci3n de: a) transectas de muestreo acústico, b) lances de pesca de identificaci3n por rango de profundidad y c) estaciones oceanográficas.



**Figura 5.** Descriptores morfol3gicos de una agregaci3n.

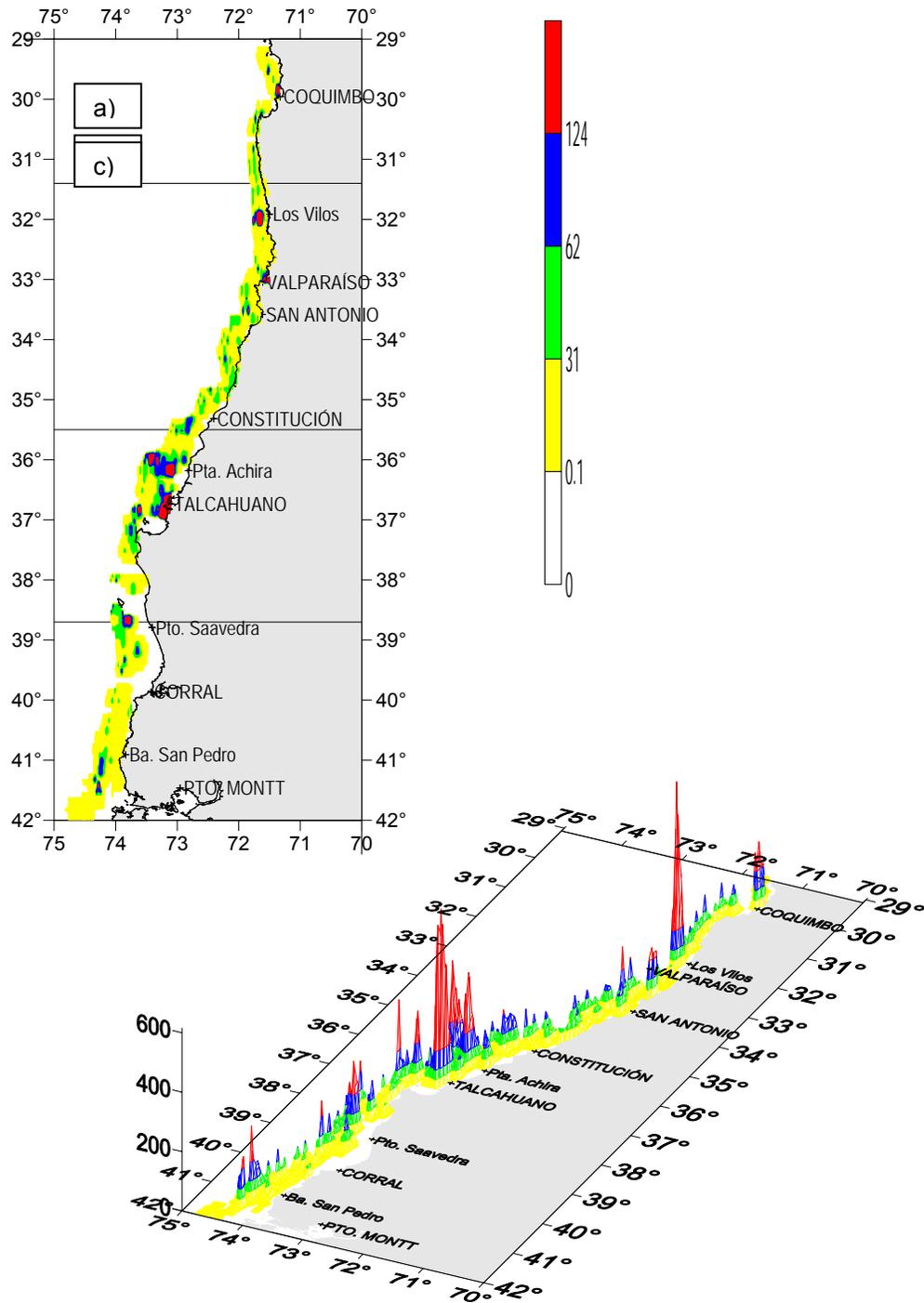
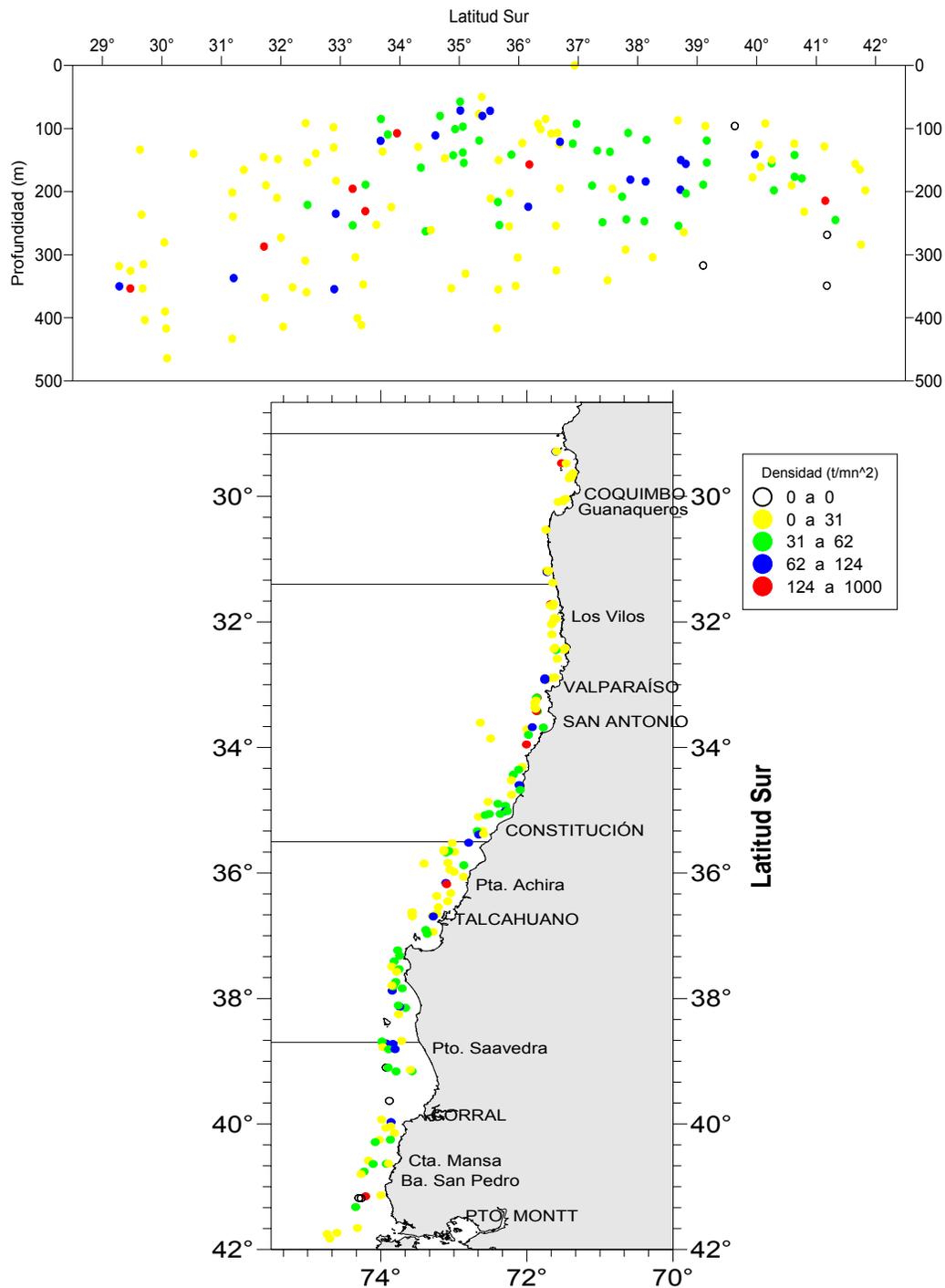
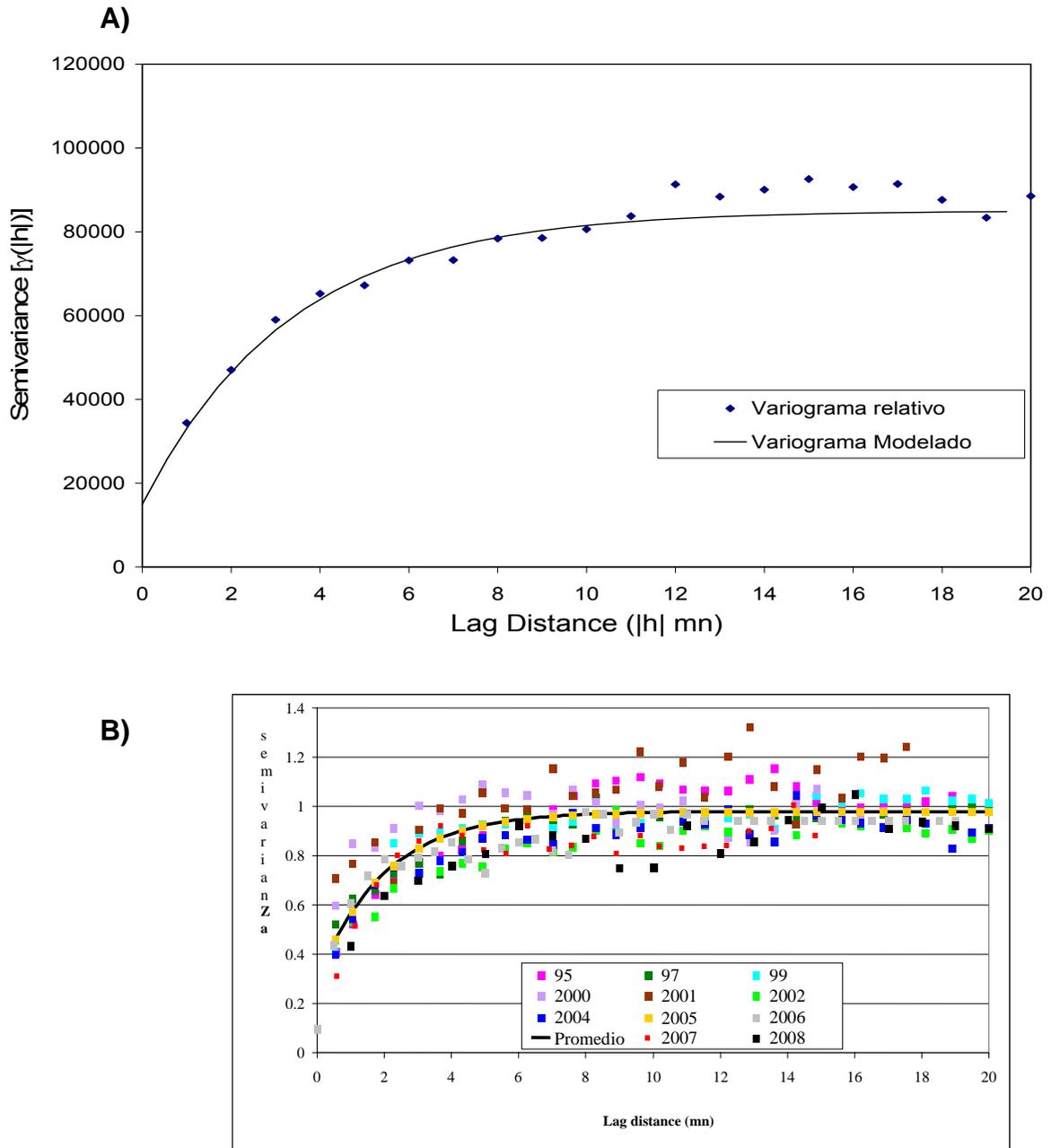


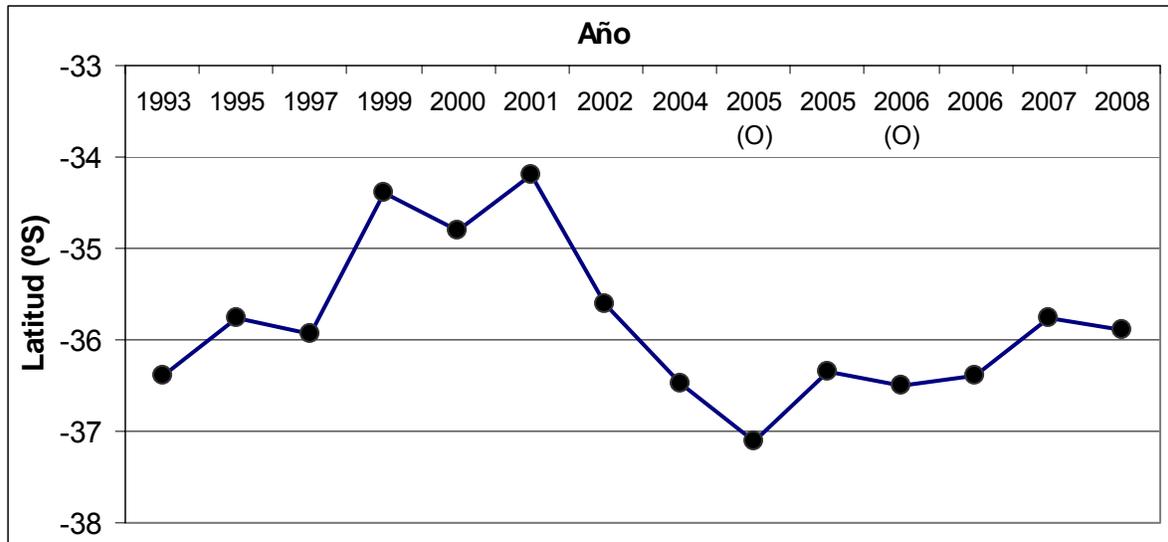
Figura 6. Distribución espacial de la biomasa de merluza común. Agosto-Septiembre 2008.



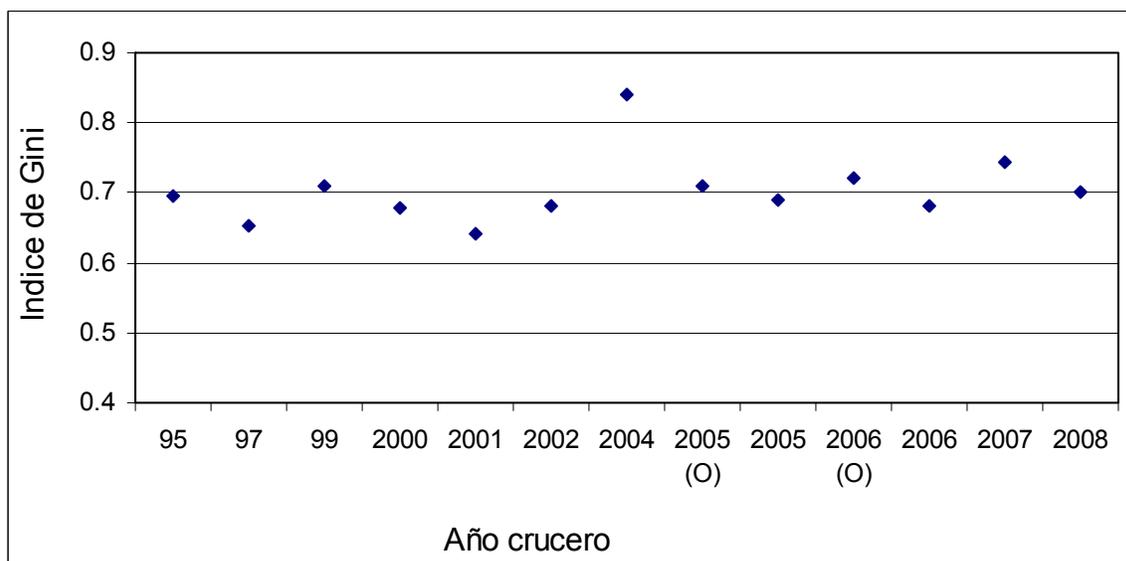
**Figura 7.** Distribuci3n espacial de la densidad local (t/mn<sup>2</sup>) de merluza com3n estimada a partir de los lances de identificaci3n. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n (Agosto-Septiembre 2008).



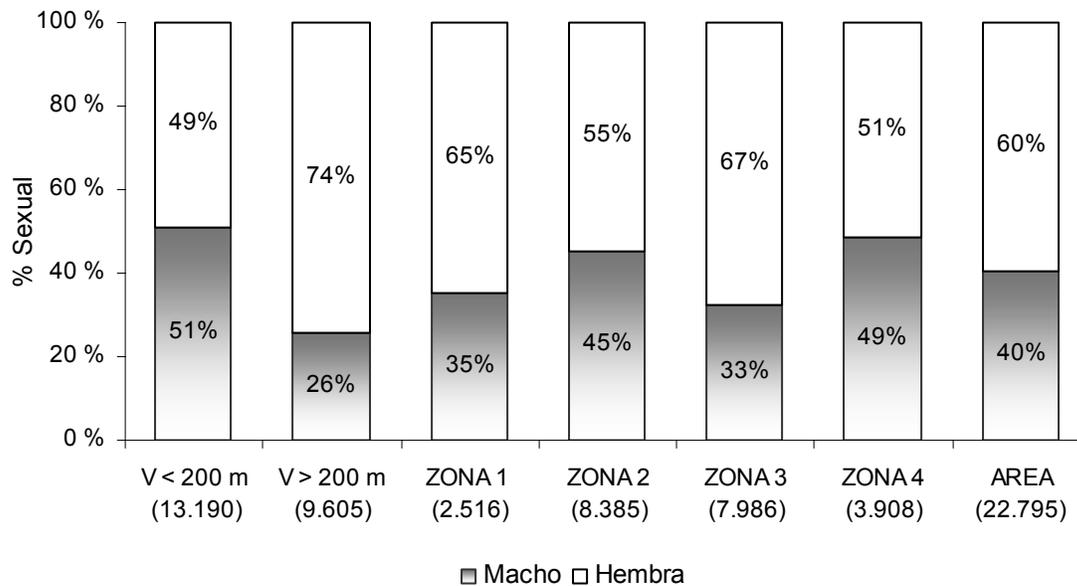
**Figura 8.** **A)** Variograma ajustado a la distribuci3n de los datos de prospecci3n ac3stica del crucero 2008, **B)** Variogramas estandarizados ajustados a la distribuci3n de los datos de las prospecciones ac3sticas entre el a3o 1995-2008.



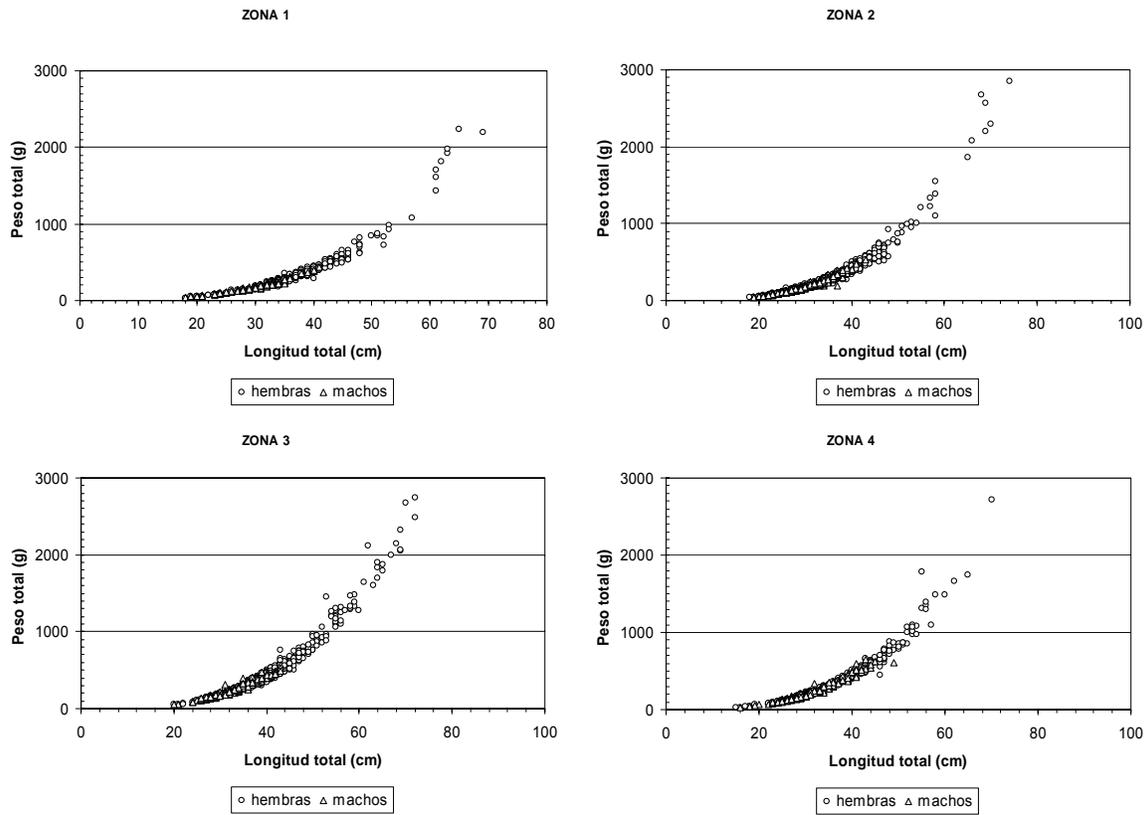
**Figura 9.** Localizaci3n latitudinal de los centros de gravedad de la distribuci3n de la merluza com3n durante los cruceros de prospecci3n. (O)= otoño.



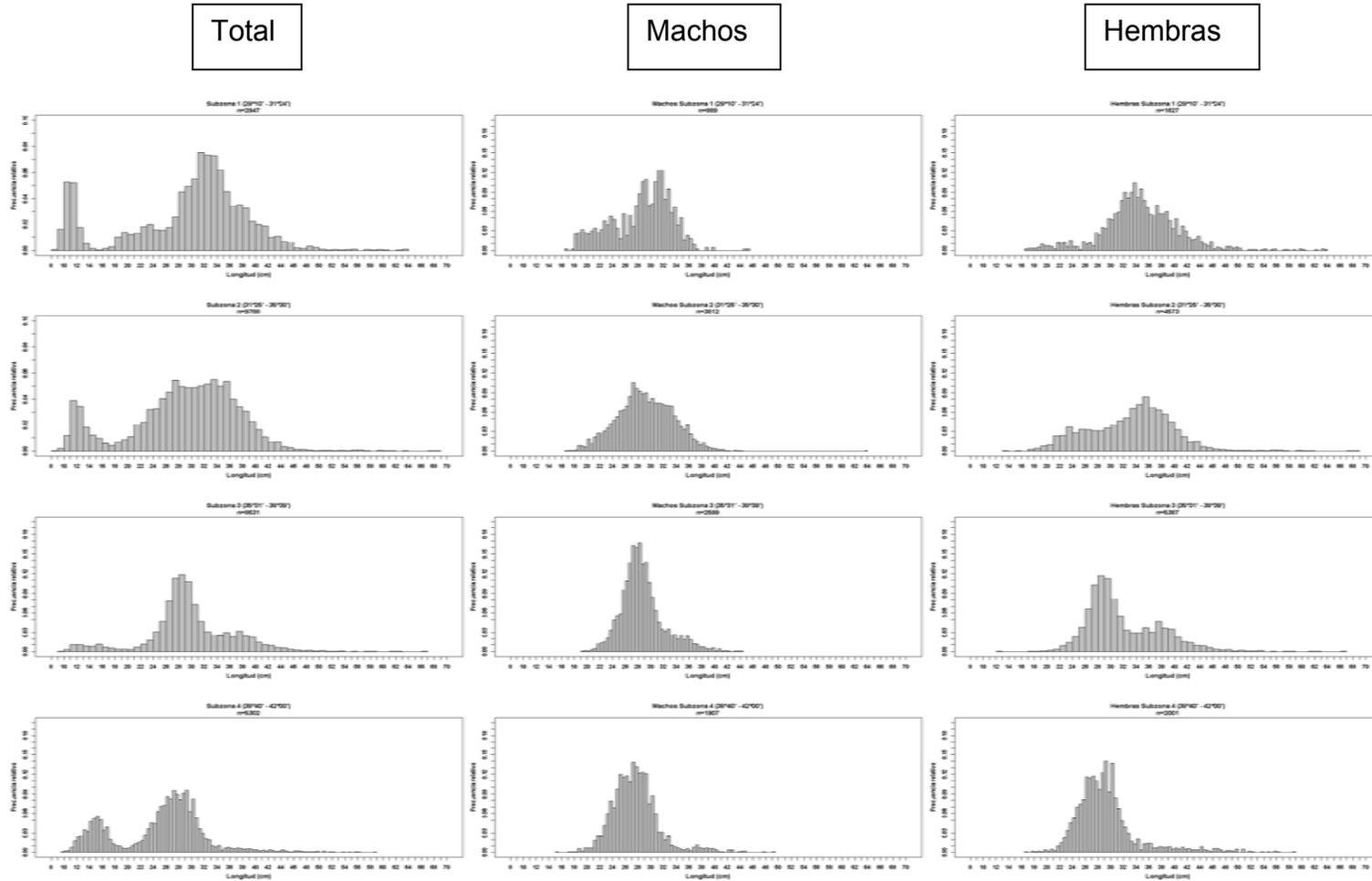
**Figura 10.** Valores del Indice de Gini estimados para los cruceros de prospecci3n realizados entre 1995 y 2008. (O)= otoño.



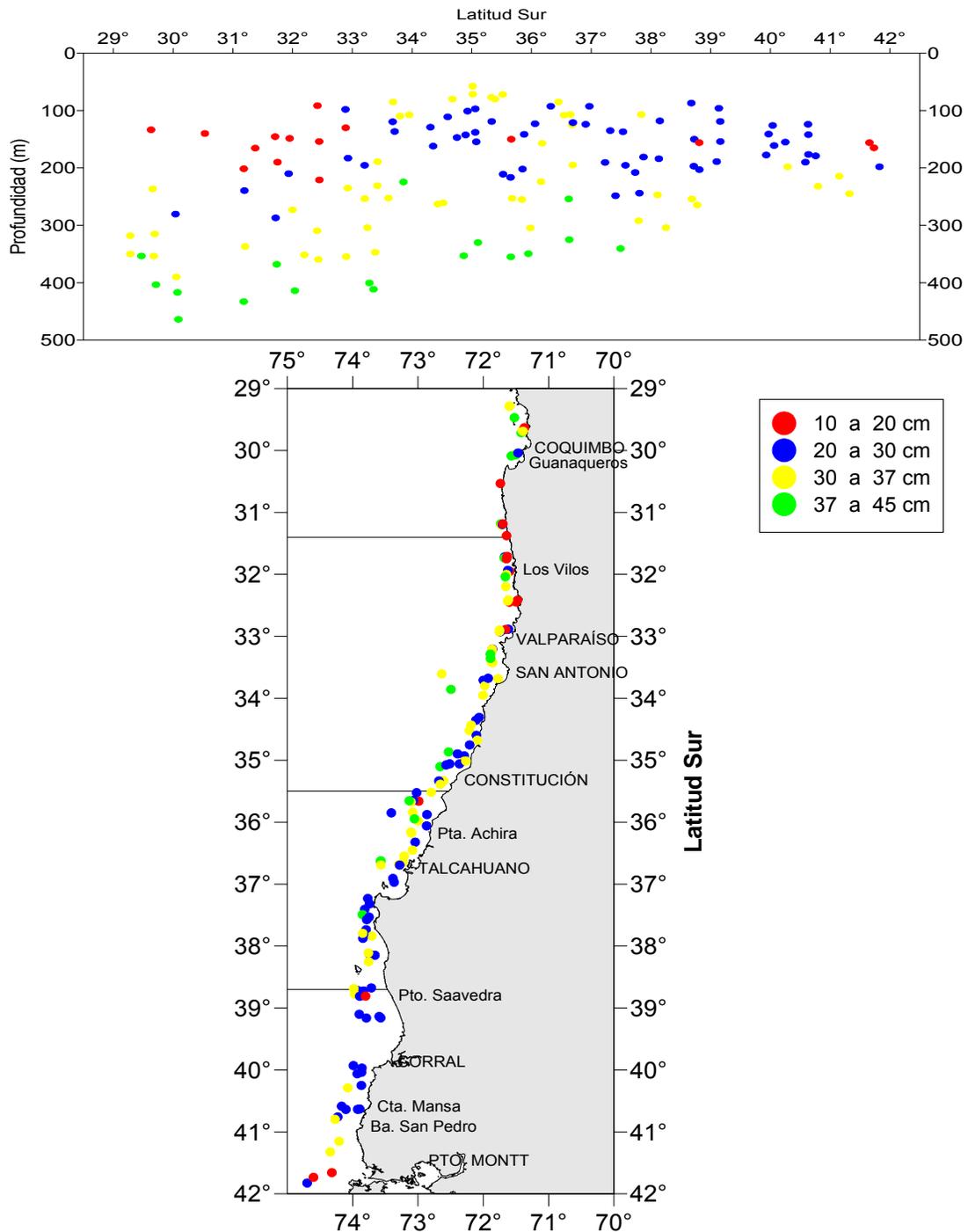
**Figura 11.** Proporción sexual de merluza común para los estratos de profundidad (< 200 m y > 200 m), las subzonas 1 a 4 y para el área total prospectada, evaluación hidroacústica año 2008. Los valores entre paréntesis corresponden a los tamaños de muestra.



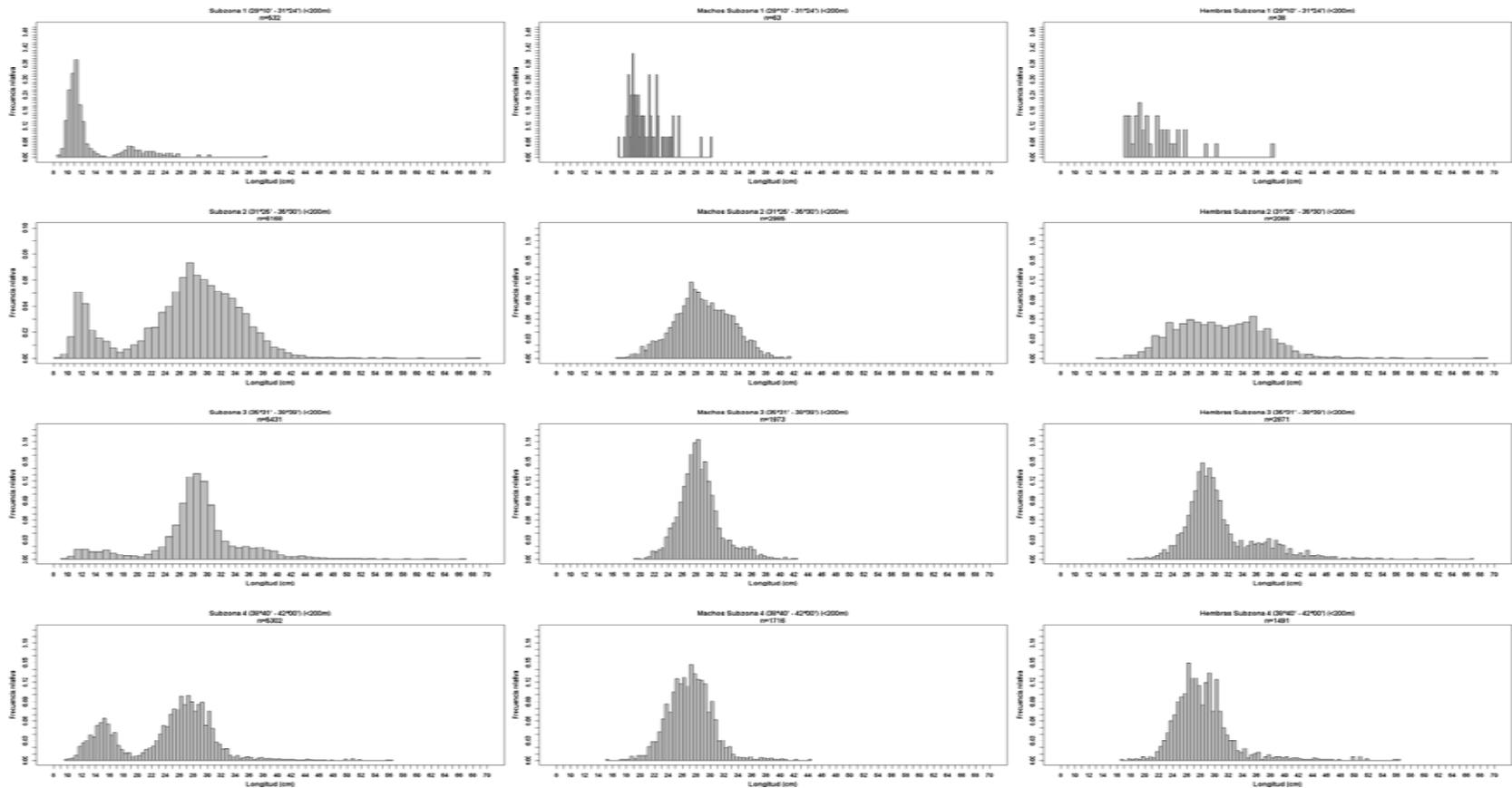
**Figura 12.** Dispersi3n de las variables pesos total (g) y longitud total (cm), de merluza com3n, por zona en el 3rea de evaluaci3n durante el 2008.



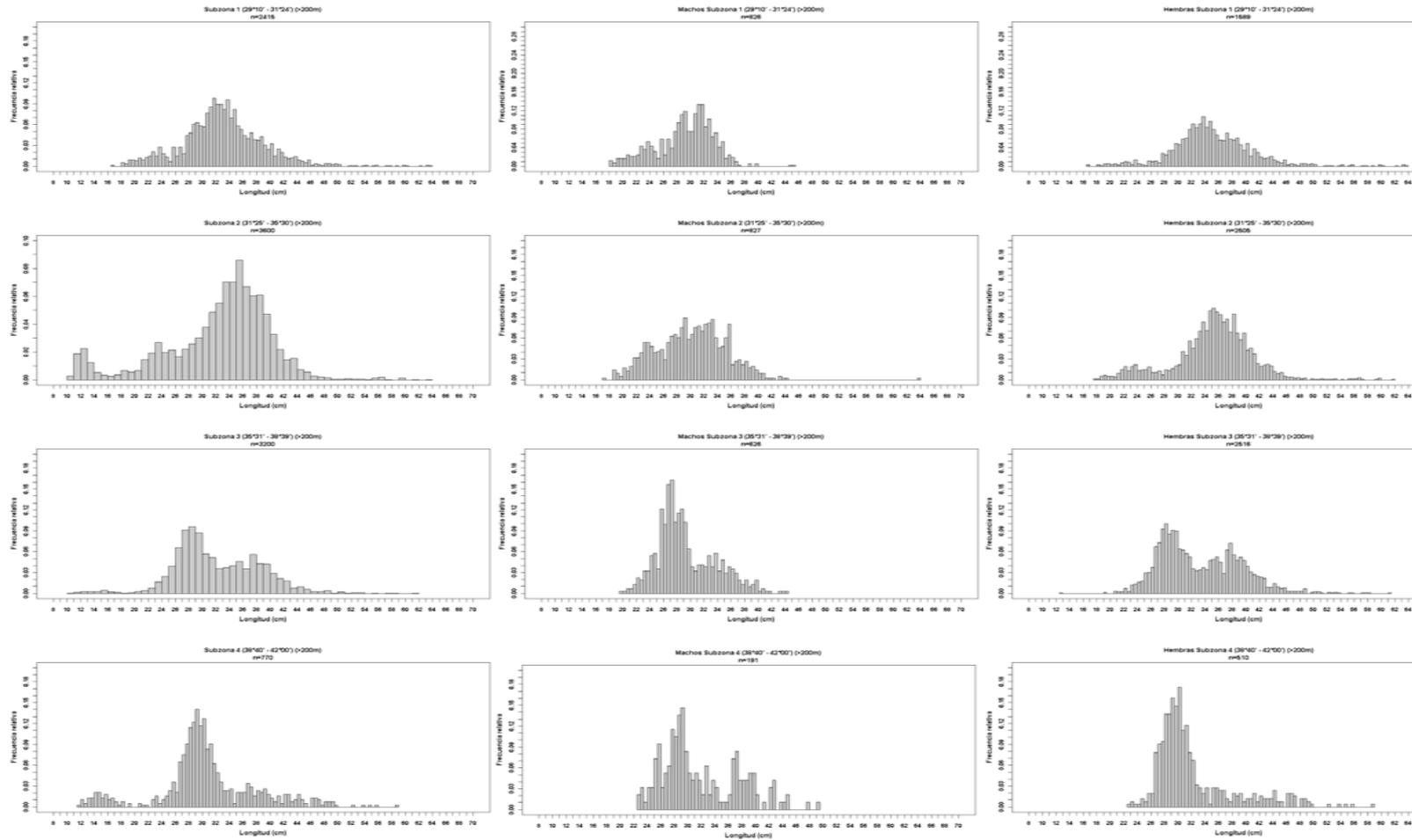
**Figura 13.** Distribuci3n de la estructura de tallas de merluza com3n por rango de talla (cm), sexo y subzona de estudio. Crucero de prospecci3n hidroac3stica de merluza com3n, agosto-septiembre 2008.



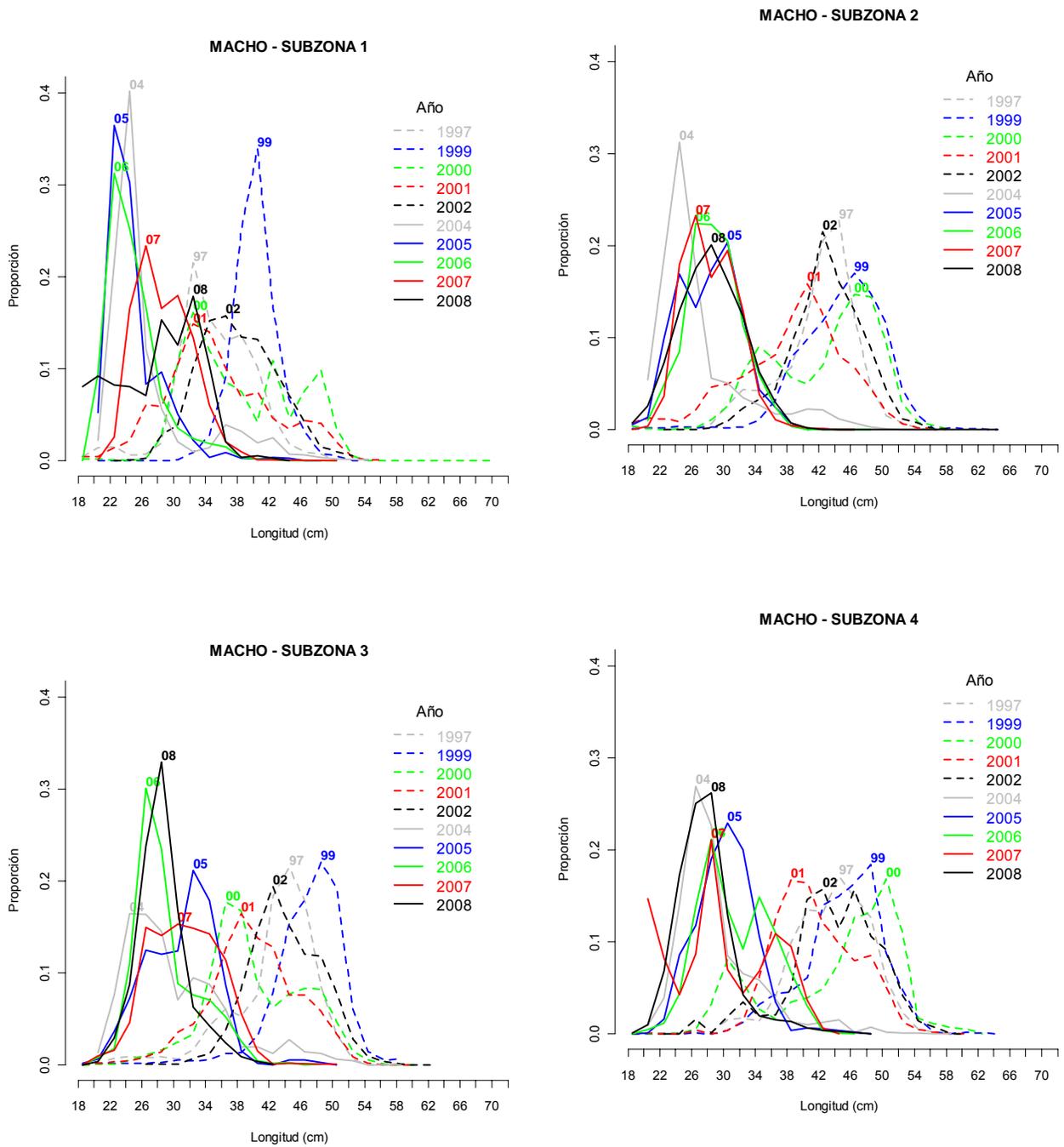
**Figura 14.** Distribuci3n de la talla media de merluza com3n estimada a partir de los lances de pesca de identificaci3n (agosto-septiembre, 2008).



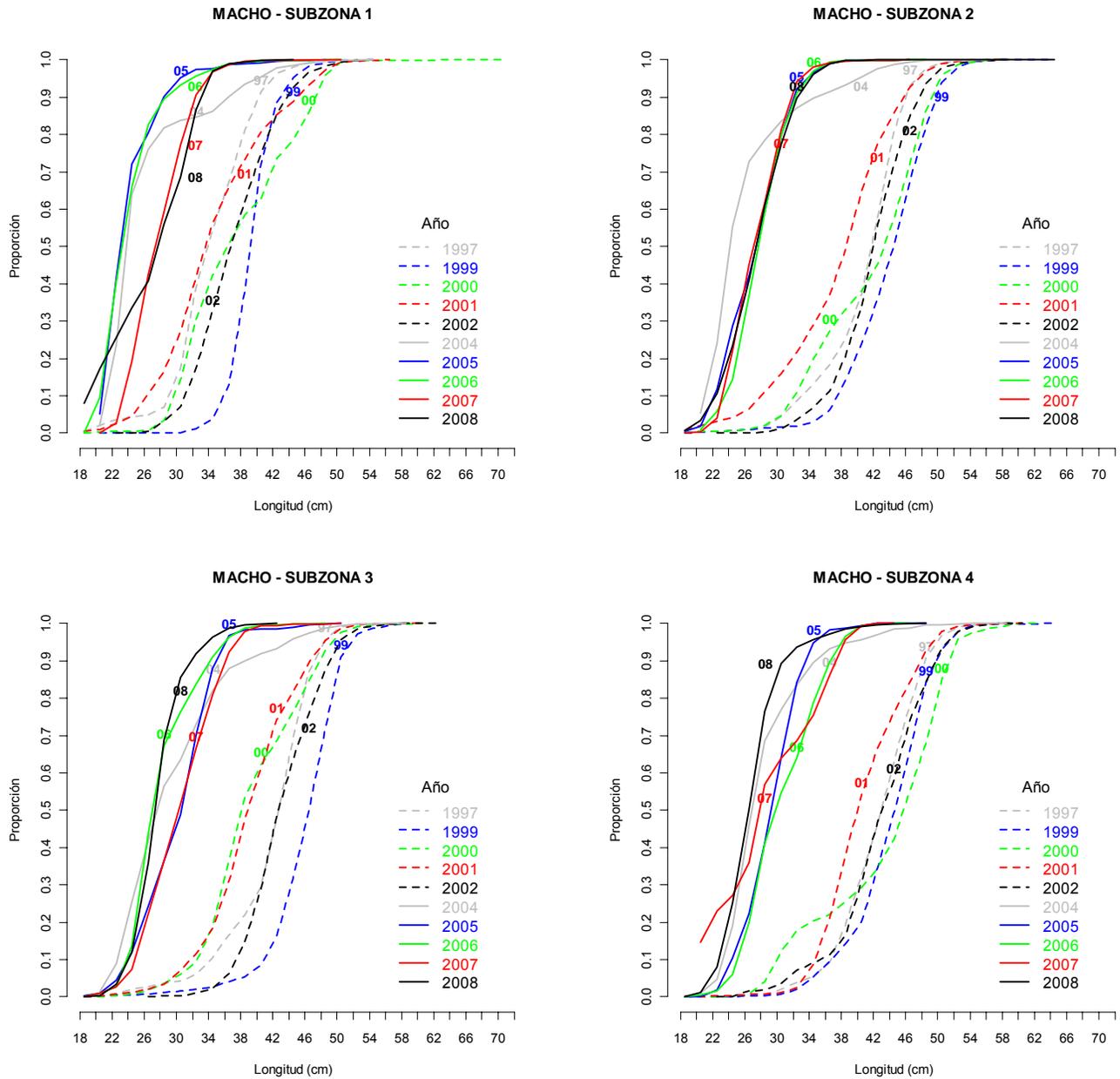
**Figura 15.** Distribuci3n de la estructura de tallas de merluza com3n por rango de talla (cm), sexo y subzona de estudio en profundidad inferior a 200 metros. Crucero de prospecci3n hidroac3stica de merluza com3n, agosto-septiembre 2008.



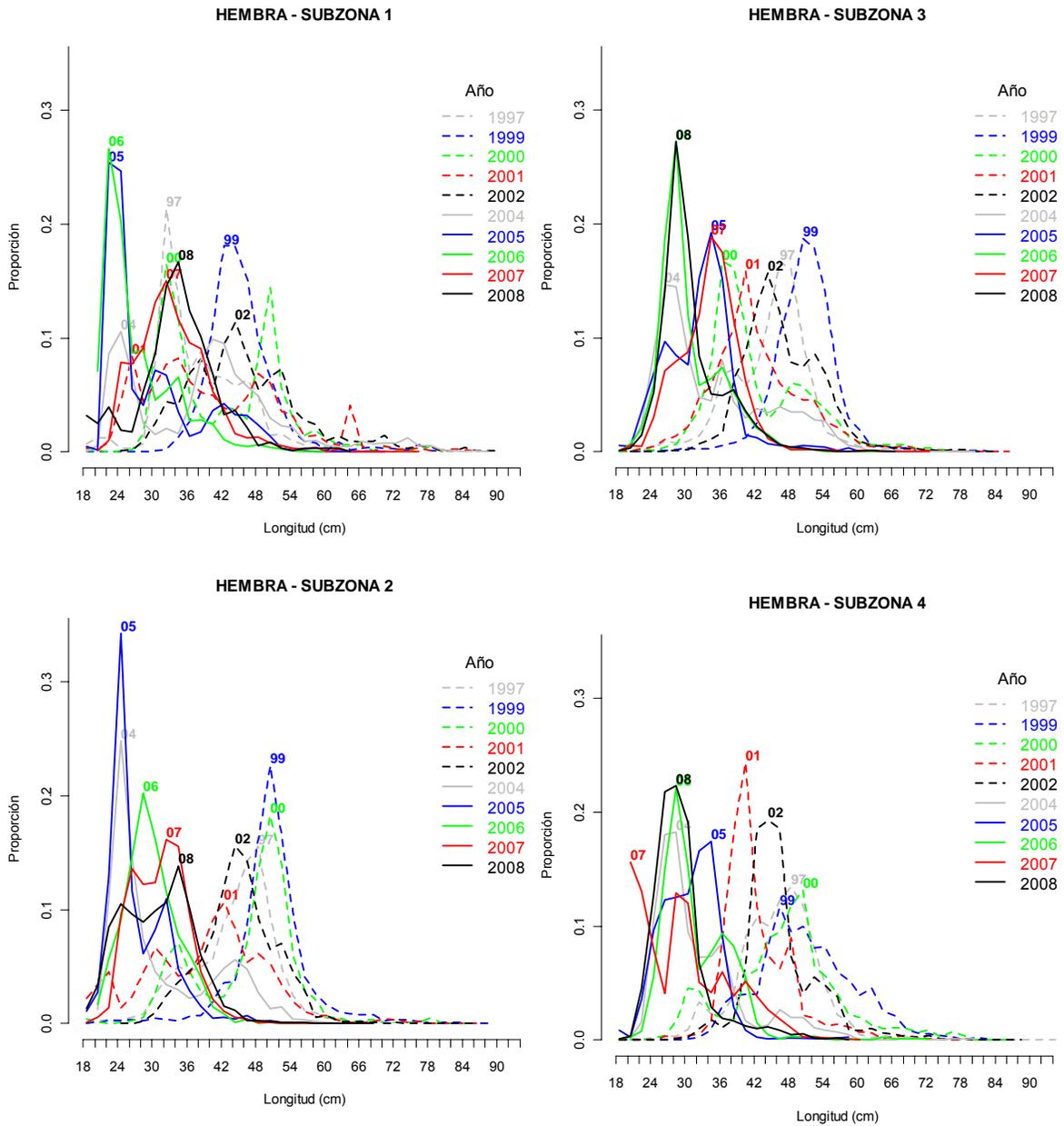
**Figura 16.** Distribución de la estructura de tallas de merluza común por rango de talla (cm), sexo y subzona de estudio en profundidad superior a 200 metros. Crucero de prospección hidroacústica de merluza común, agosto-septiembre 2008.



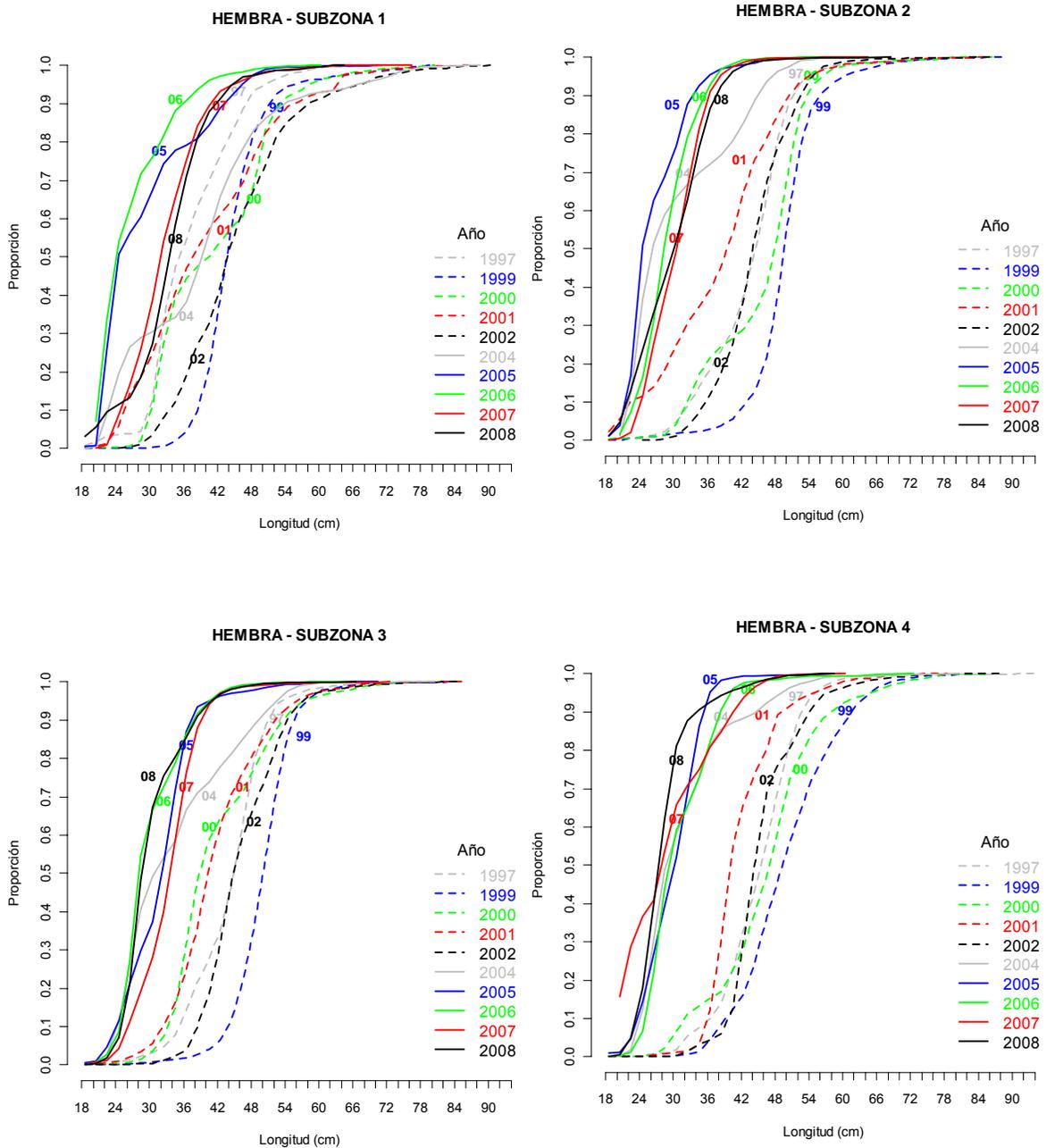
**Figura 17.** Composici3n de tallas estimada de machos en la captura por a1o de evaluaci3n, separadas por zona en el periodo julio – agosto.



**Figura 18.** Ojiva estimada de talla para machos en la captura por a1o de evaluaci3n, separadas por zona en el periodo julio – agosto.



**Figura 19.** Composici3n de tallas estimada de hembras en la captura por a3o de evaluaci3n, separadas por zona en el periodo julio – agosto.



**Figura 20.** Ojiva estimada de talla para hembras en la captura por a1o de evaluaci3n, separadas por zona en el periodo julio – agosto.

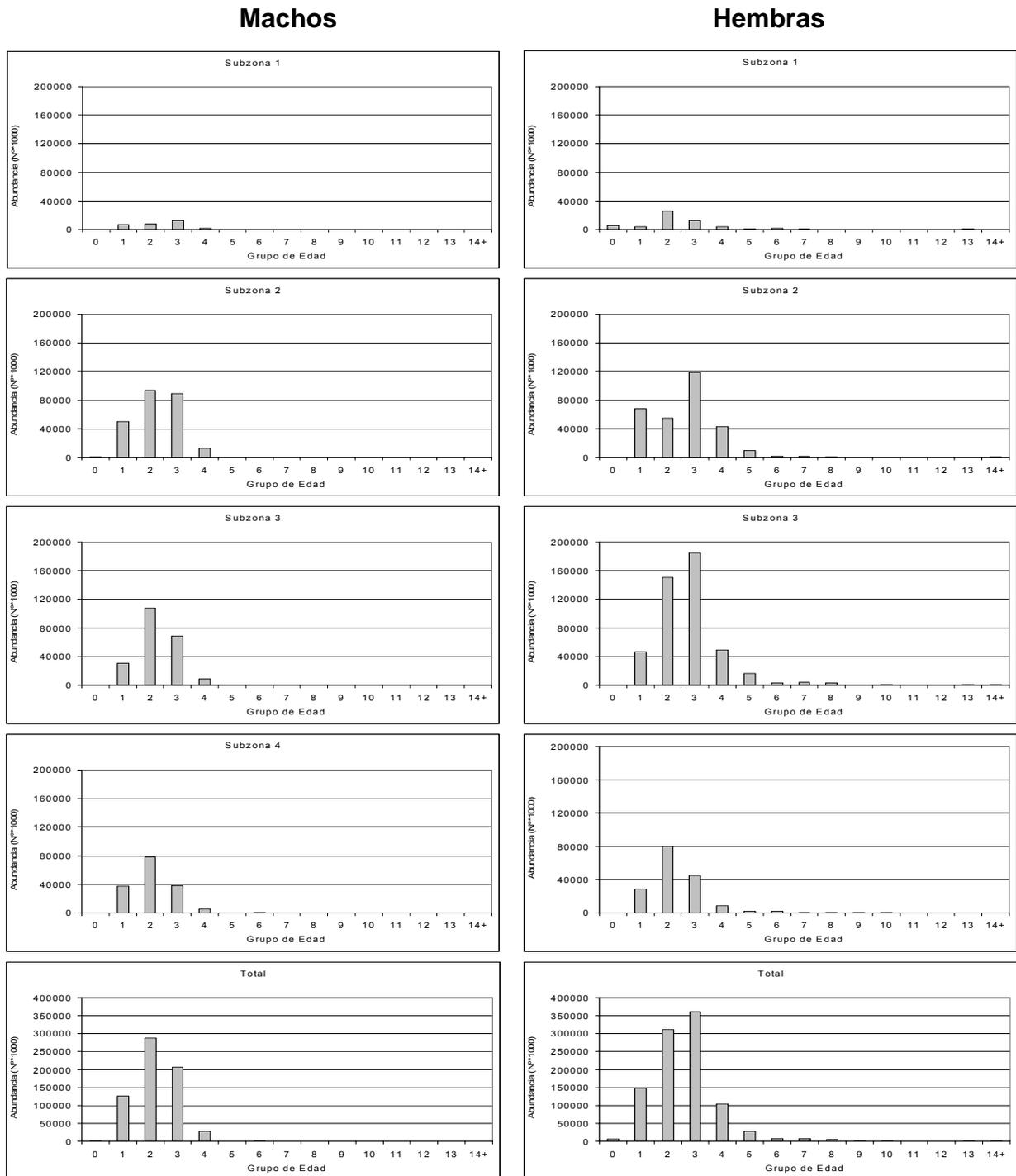
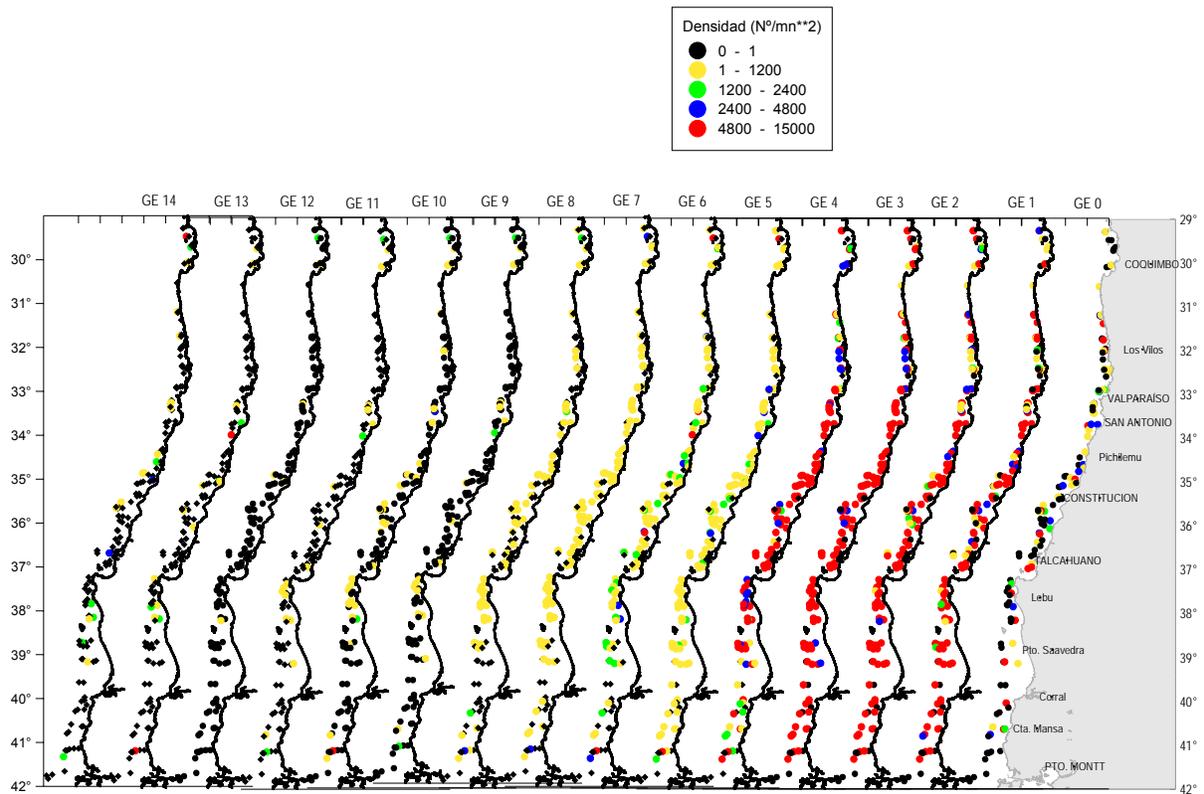
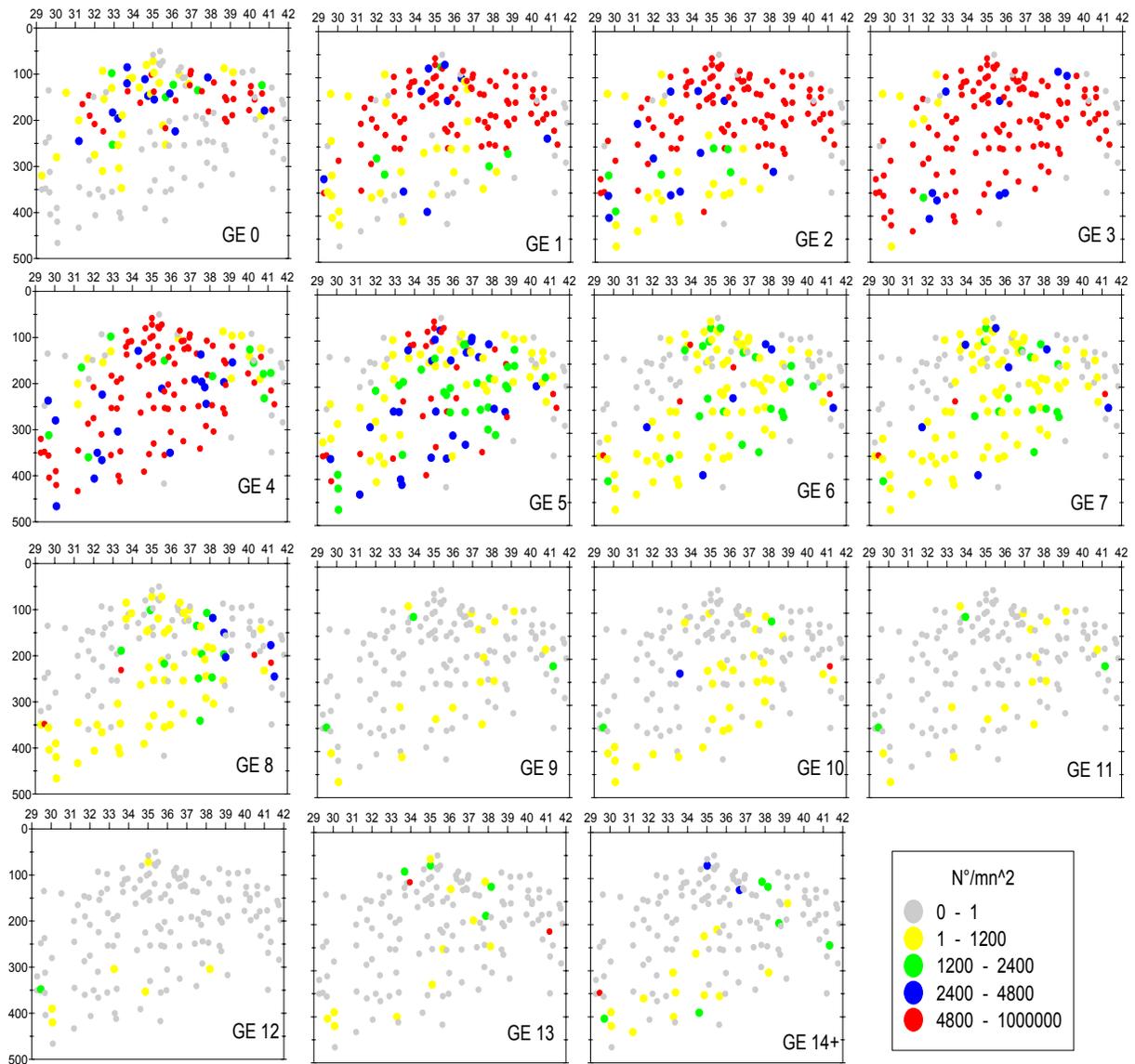


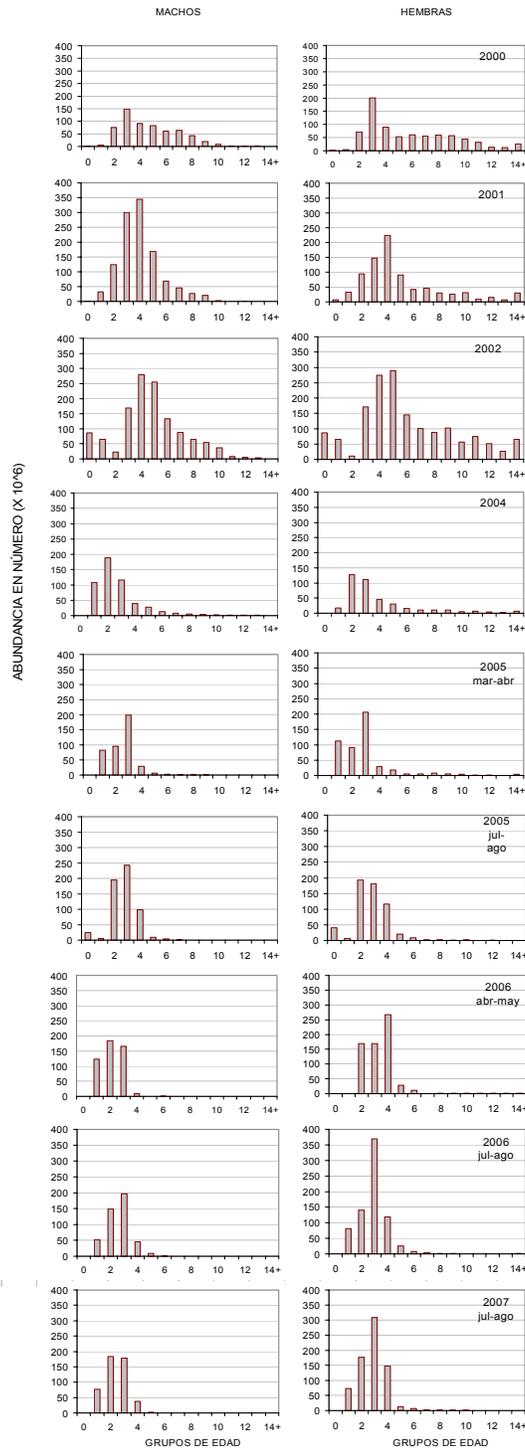
Figura 21. Composici3n de la estructura de edades del stock de merluza com3n por grupo de edad y sexo.



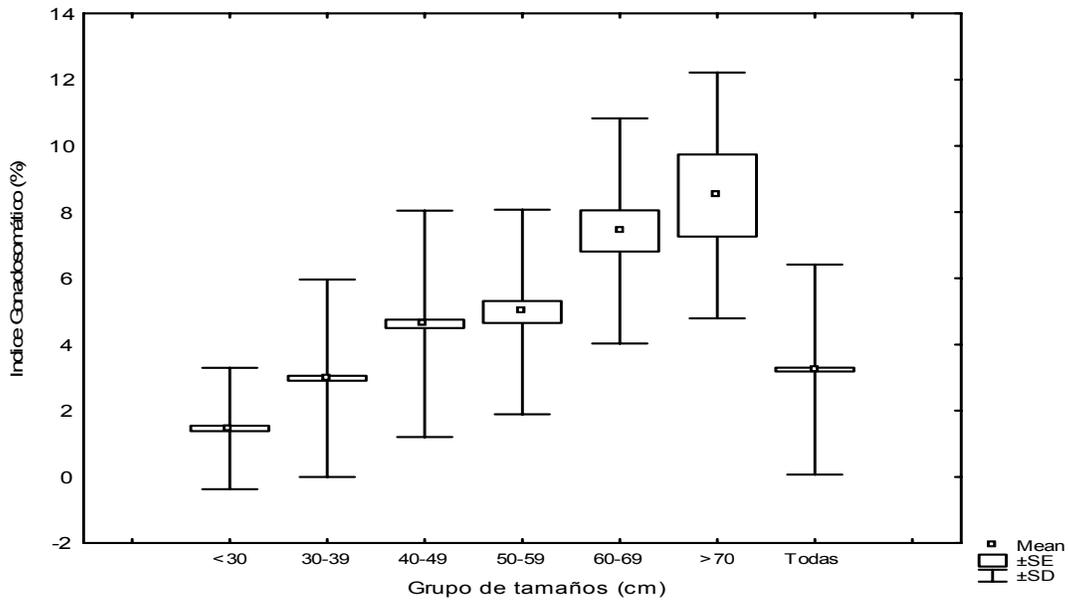
**Figura 22.** Distribuci3n espacial de las densidades locales por grupo de edad estimados a partir de los lances de pesca de identificaci3n.



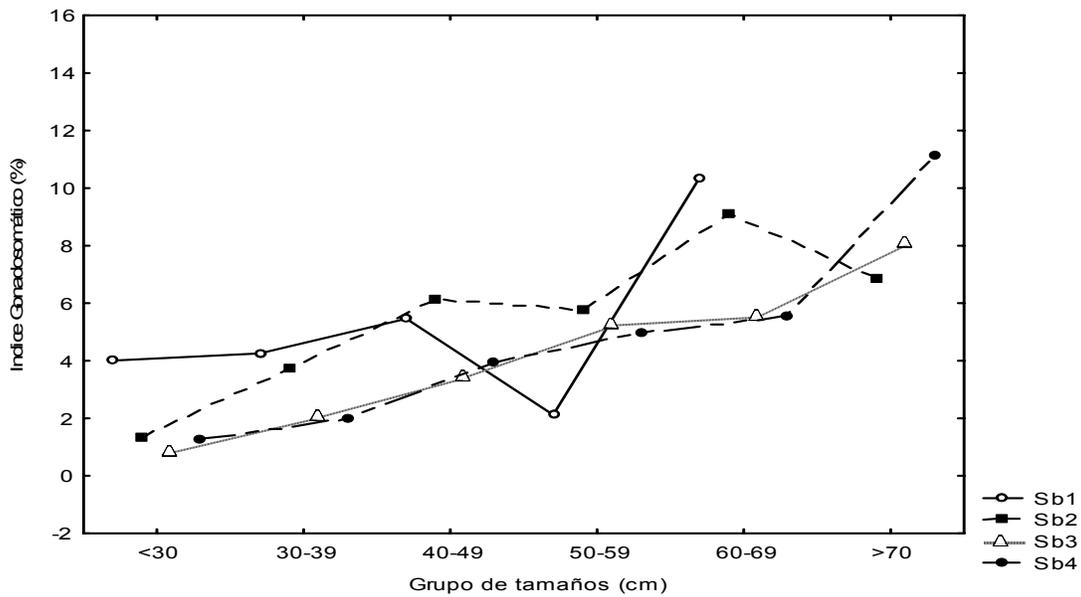
**Figura 23.** Distribuci3n batim3trica de las densidades locales por grupo de edad estimado a partir de los lances de pesca de identificaci3n



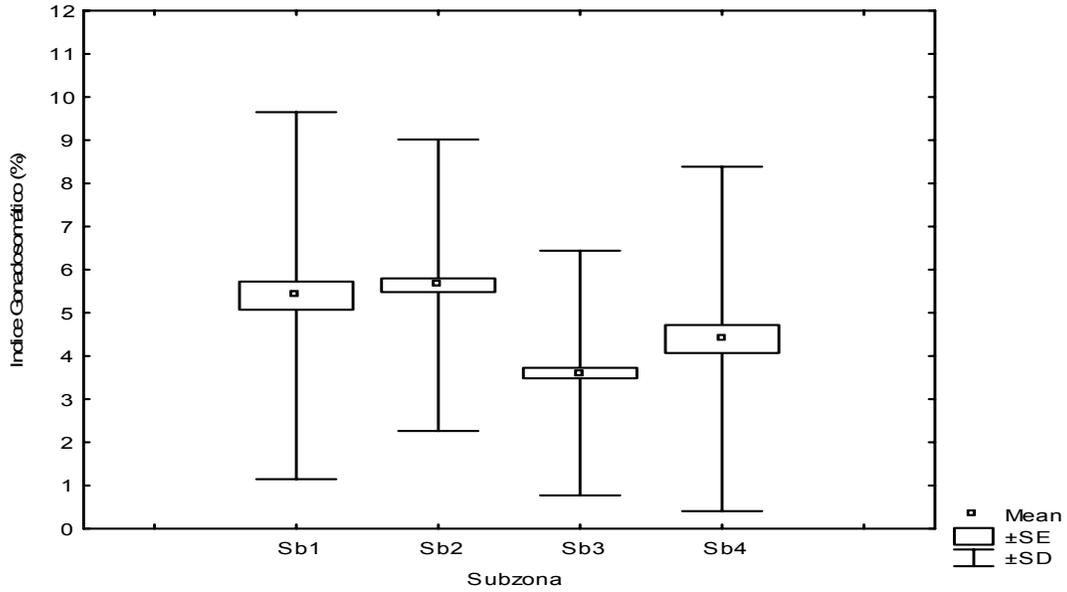
**Figura 24.** Abundancia por grupos de edad de merluza com3n, cruces de Evaluaci3n, per3odo 2000 – 2002 y 2004-2008.



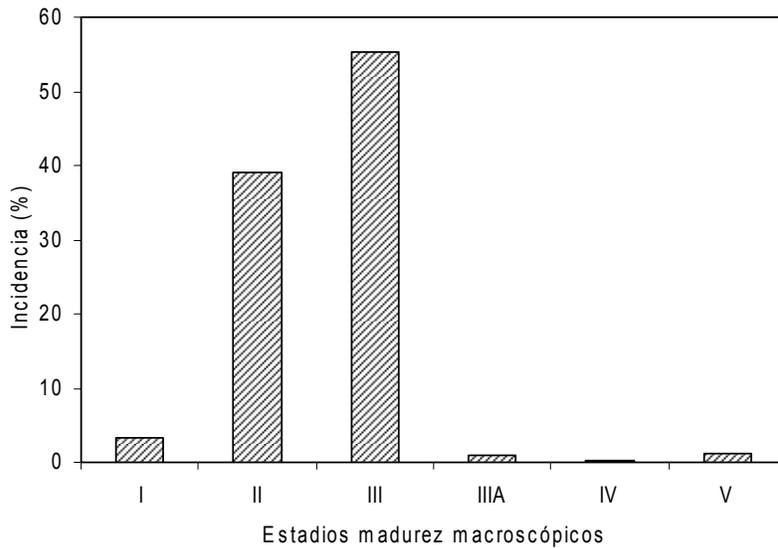
**Figura 25.** Índice gonadosomático y desviación estándar por grupo de tamaños, en hembras de merluza común en el área total, agosto-septiembre, 2008.



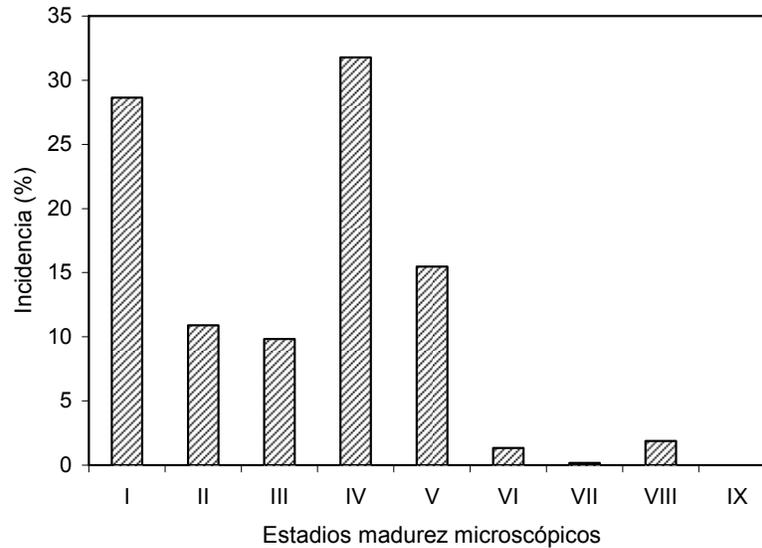
**Figura 26.** Variaci3n del índice gonadosomático por grupo de tamaños y por zonas para hembras de merluza común (Z1: zona 1; Z2: zona 2; Z3: zona 3 y Z4: zona 4), agost-septiembre 2008.



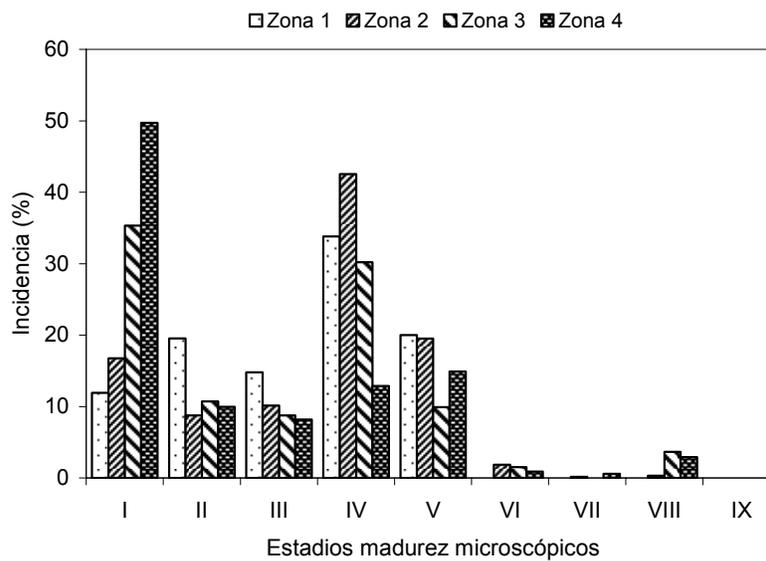
**Figura 27.** Índice gonadosomático promedio en hembras igual y mayor a 37 cm LT, por subzonas, agosto-septiembre, 2008.



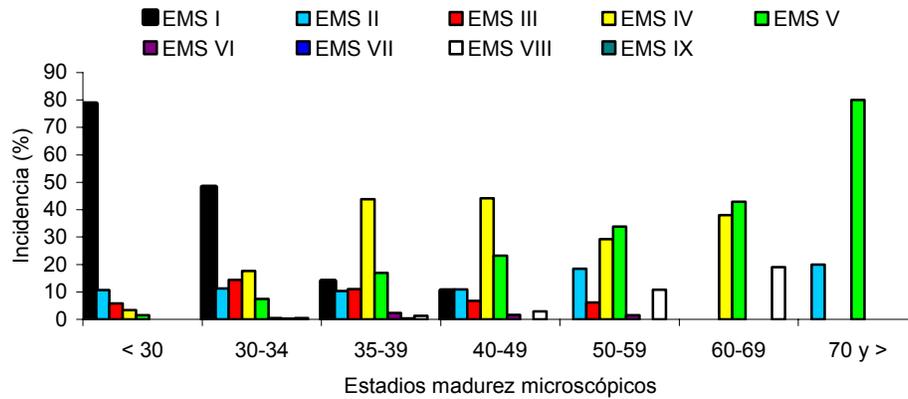
**Figura 28.** Incidencia de EMS macrosc3picos en hembras de merluza com3n en el 3rea total de estudio, 2008.



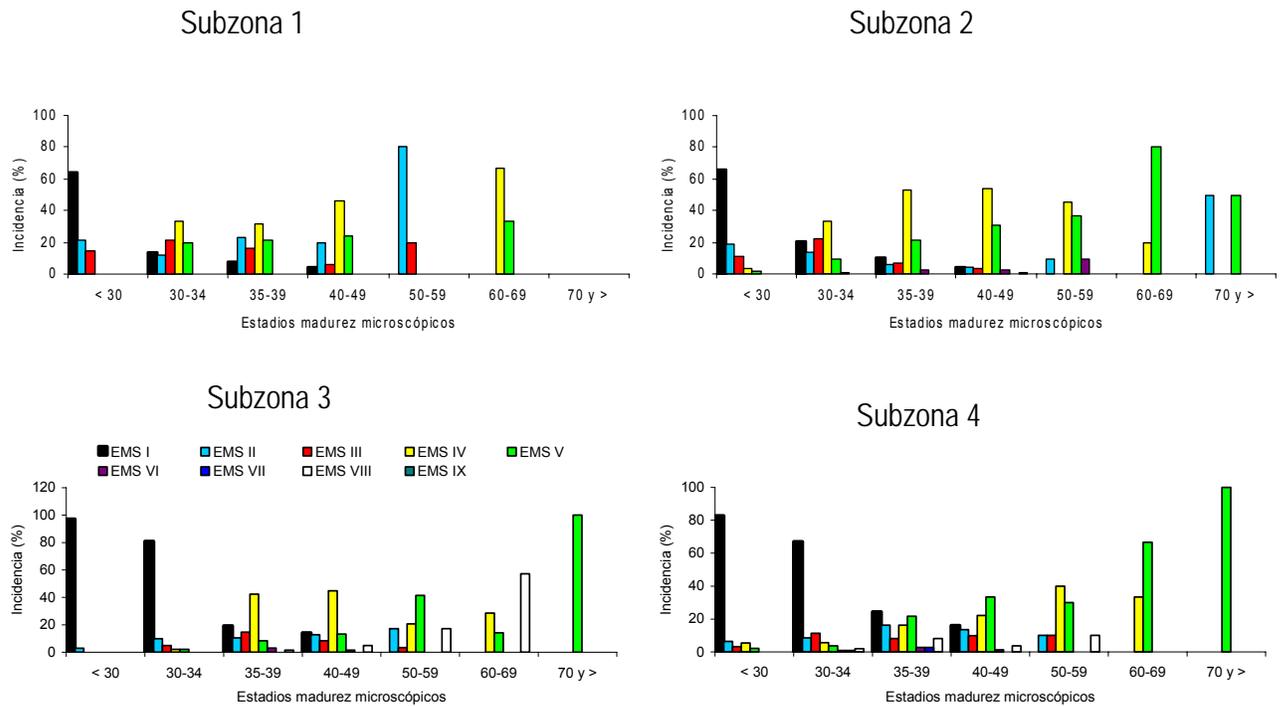
**Figura 29.** Incidenca de EMS microsc3picos en hembras de merluza com3n en el 3rea total de estudio, 2008.



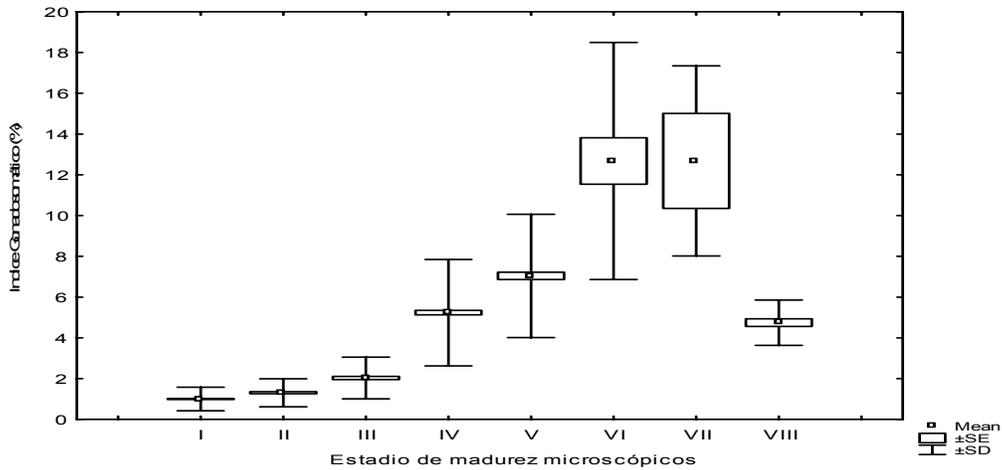
**Figura 30.** Incidenca de EMS microsc3pico en hembras de merluza com3n, por subzonas de estudio, 2008.



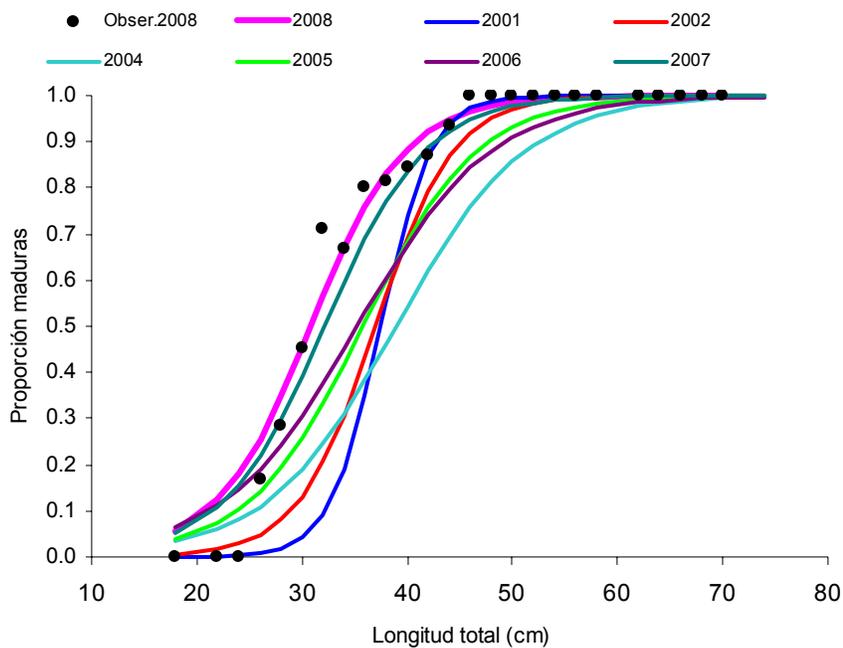
**Figura 31.** Incidencia de EMS microsc3pico por grupo de tama1os en hembras, para el 1rea total de estudio, 2008.



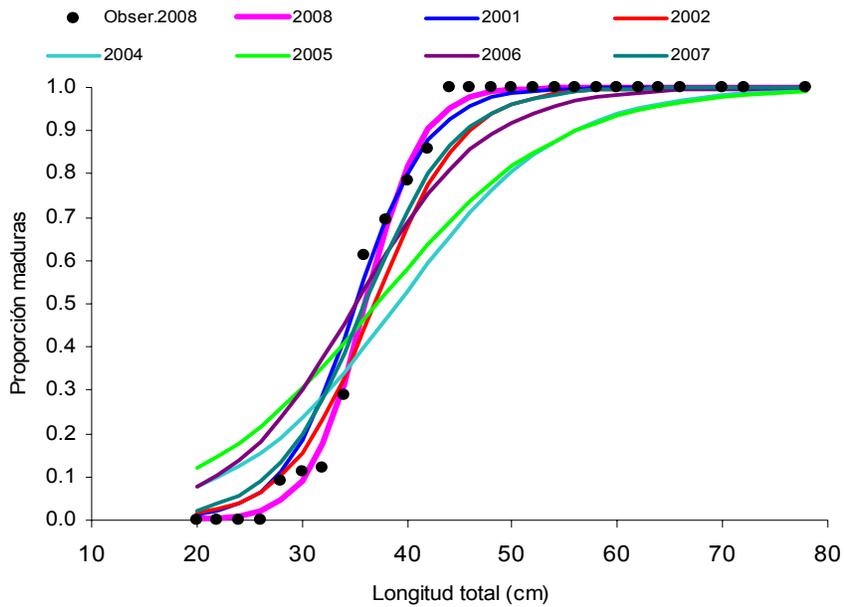
**Figura 32.** Incidencia de EMS microsc3picos en hembras, por grupo de tama1os, de la subzona de estudio, 2008.



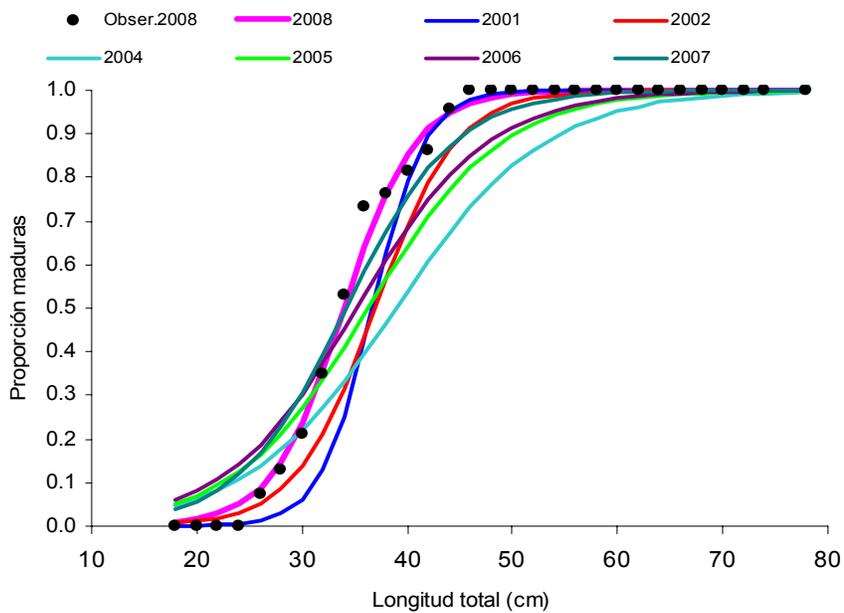
**Figura 33.** Valor promedio del índice gonadosomático y desviación estándar por EMS microscópico.



**Figura 34.** Ojiva de madurez sexual de la merluza com3n de la zona centro norte, 2001-2008.



**Figura 35.** Ojiva de madurez sexual de merluza com3n de la zona centro sur, 2001-2008.



**Figura 36.** Ojiva de madurez sexual de la merluza com3n para el 3rea total de estudio, 2001-2008.

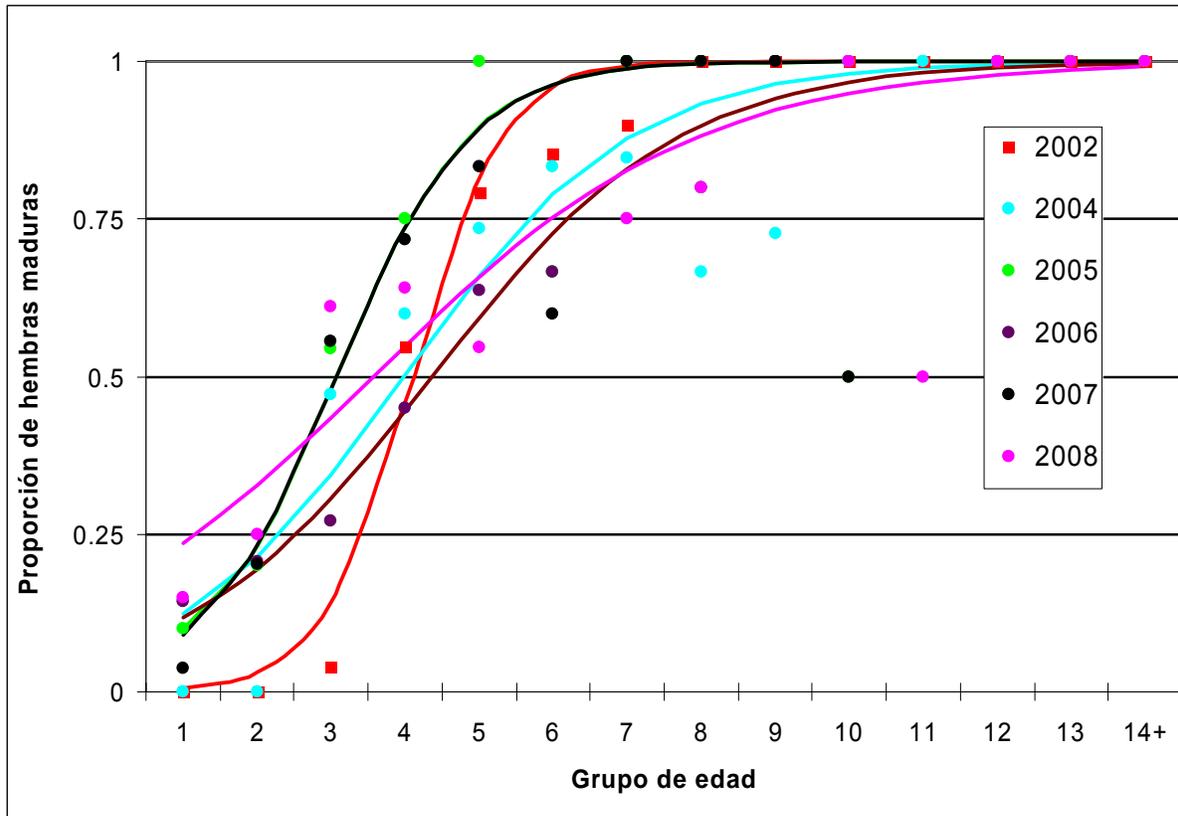
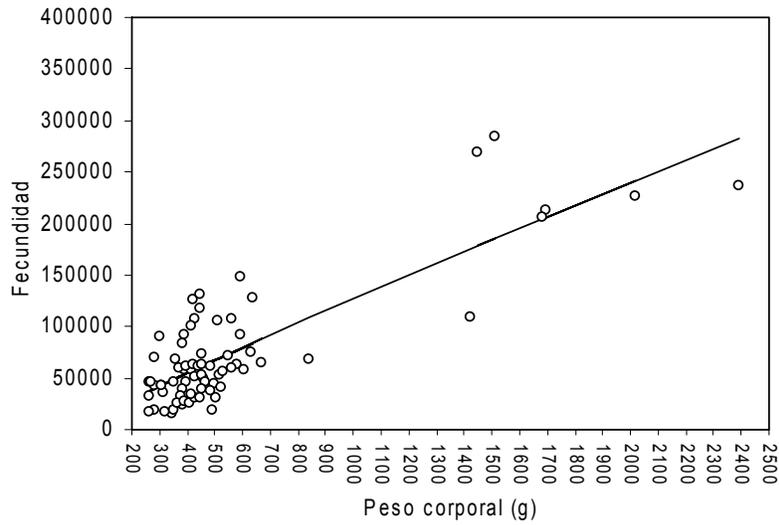
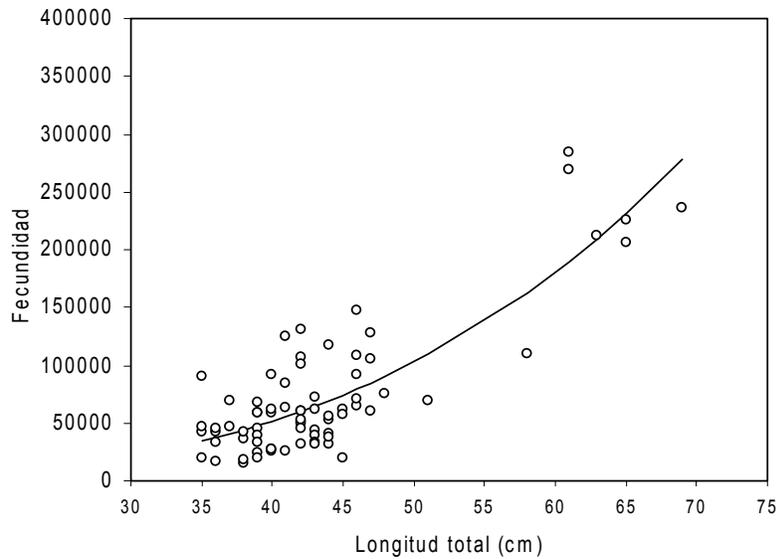


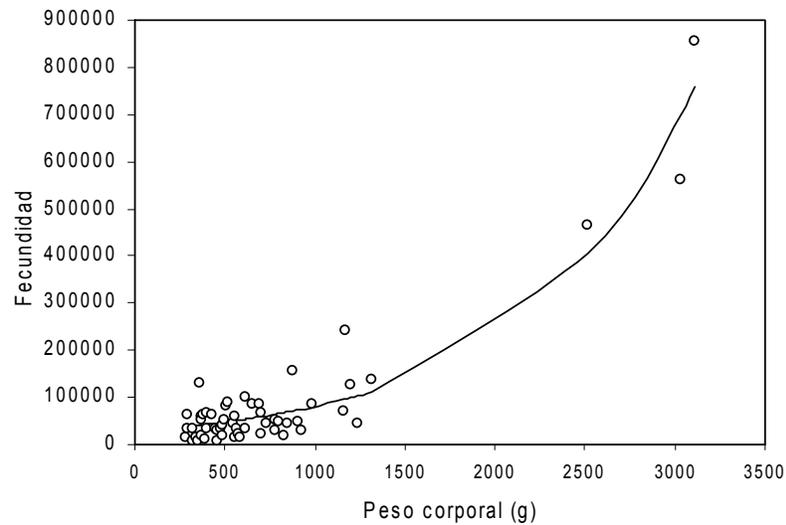
Figura 37. Proporci3n de hembras maduras por grupo de edad y modelo ajustado.



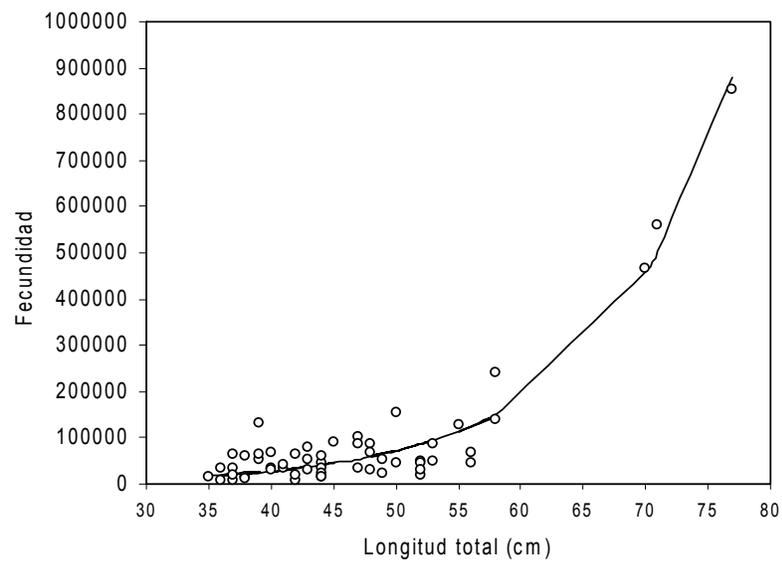
**Figura 38.** Relaci3n entre la fecundidad modal y el peso corporal de la merluza com3n del 3rea centro norte, 2008.



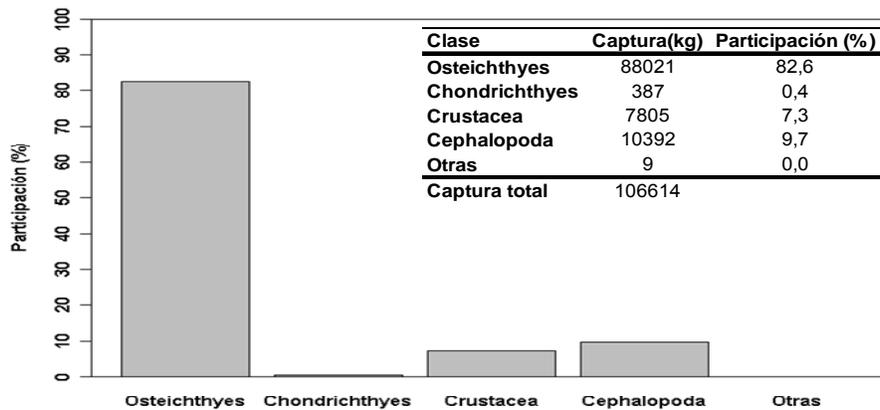
**Figura 39.** Relaci3n entre la fecundidad modal y la longitud total de la merluza com3n del 3rea centro norte, 2008.



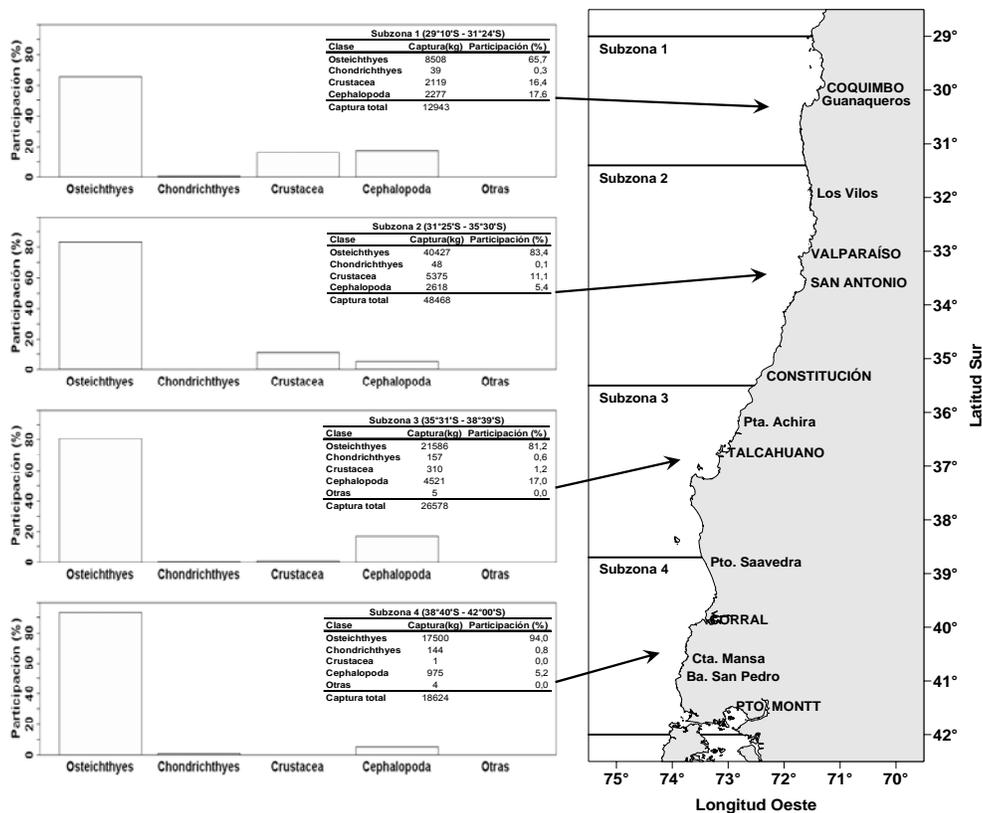
**Figura 40.** Relaci3n entre la fecundidad modal y el peso corporal de la merluza com3n del 1rea centro sur, 2008.



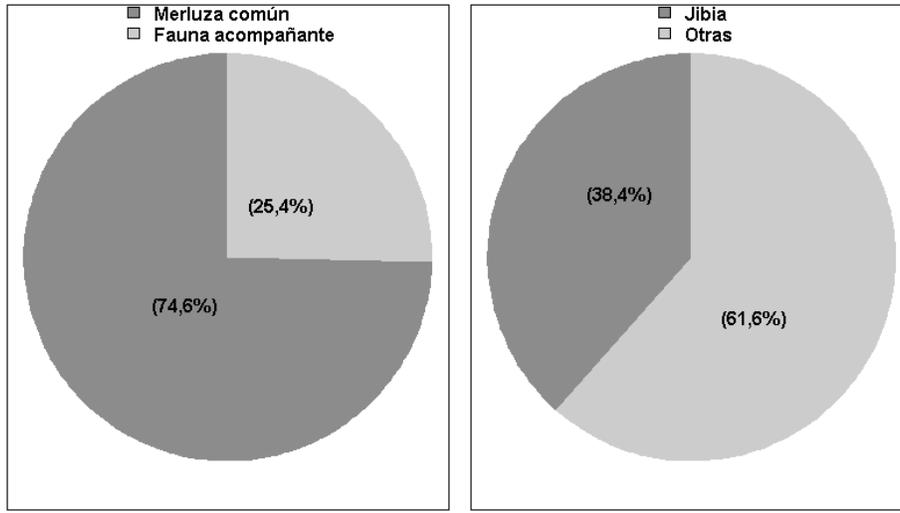
**Figura 41.** Relaci3n entre la fecundidad modal y la longitud total de la merluza com3n del 1rea centro sur, 2008.



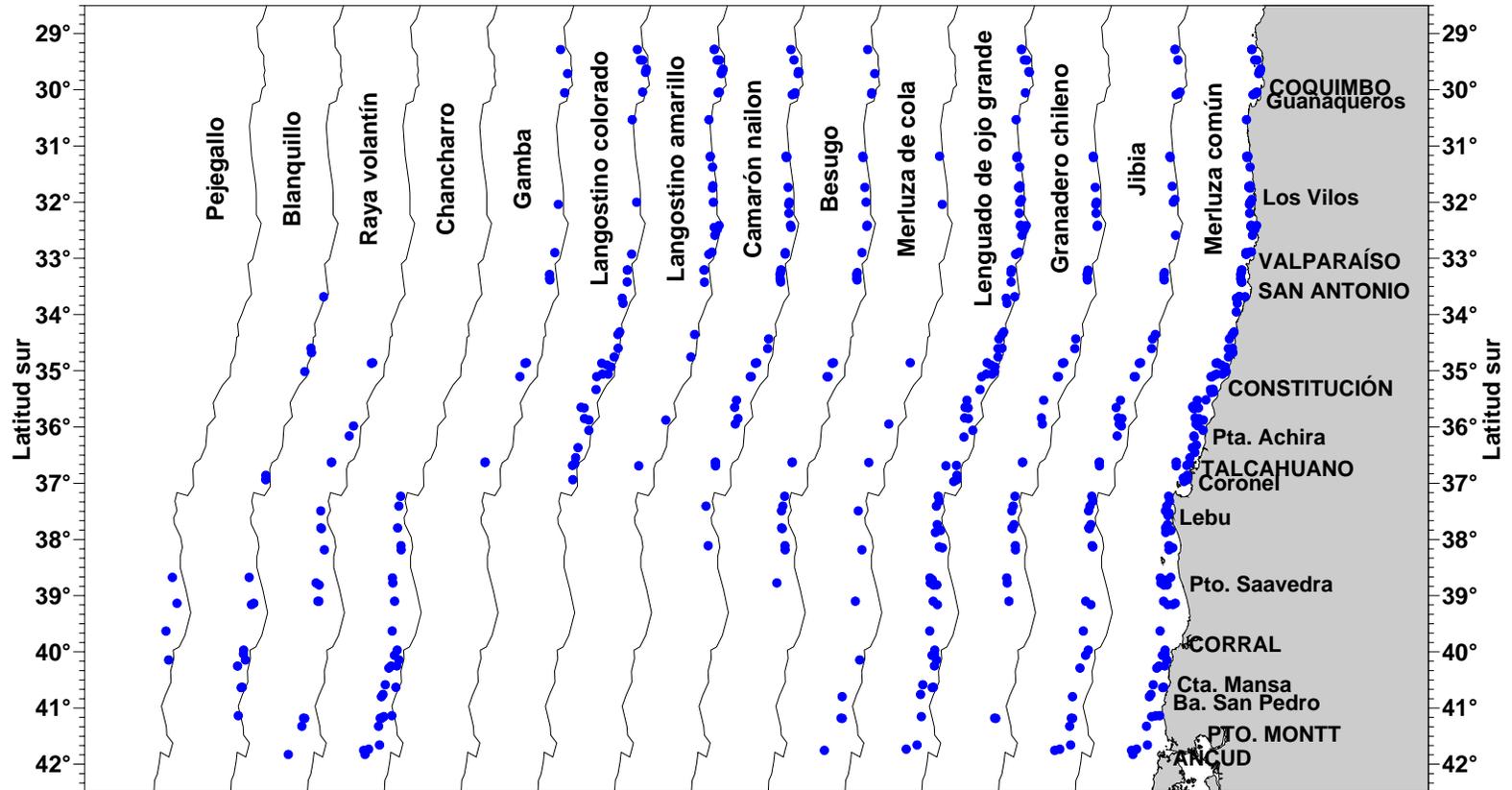
**Figura 42.** Participación porcentual respecto de la captura total crucero, de los principales grupos taxonómicos capturados como fauna acompañante. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno 2008.



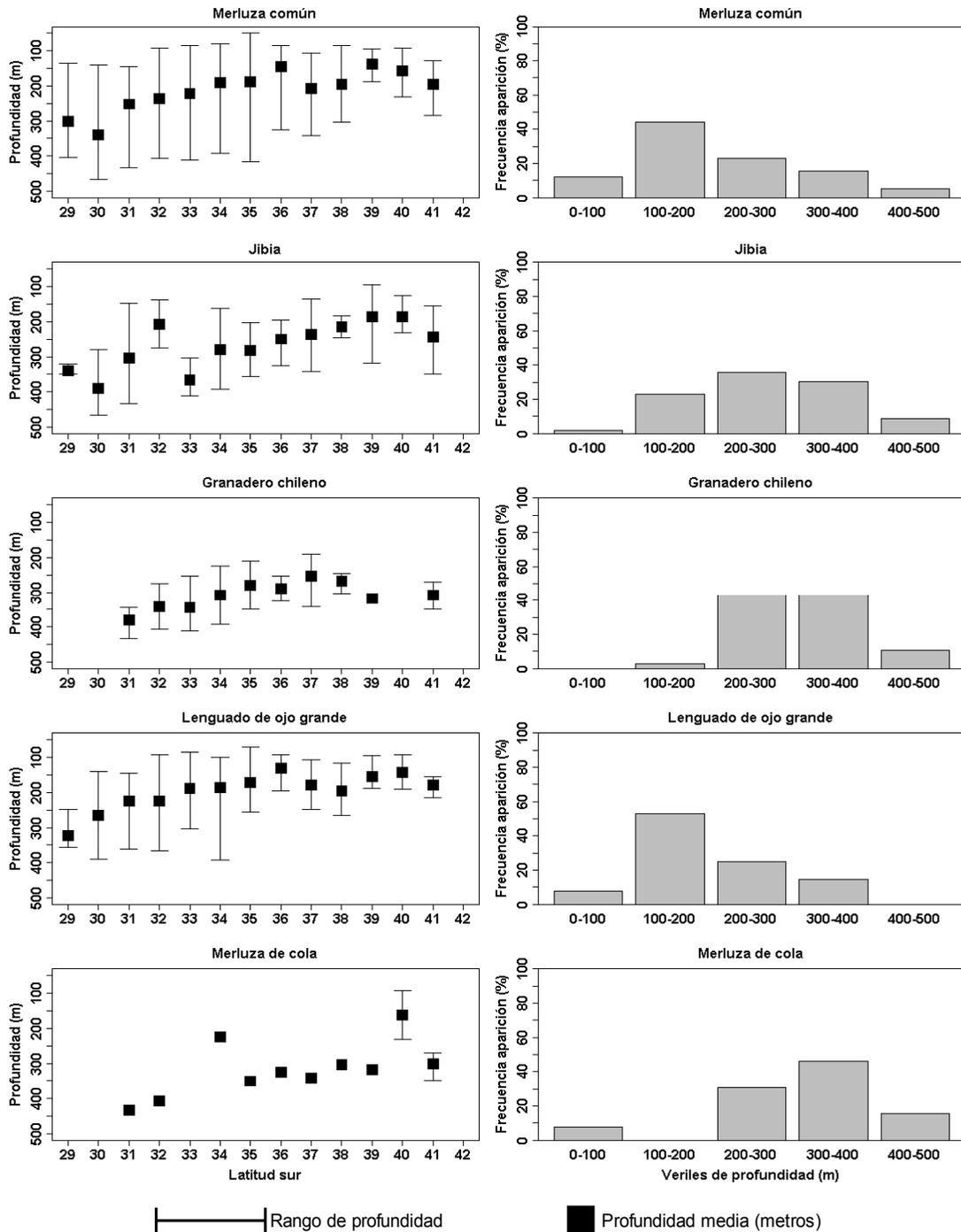
**Figura 43.** Participación porcentual respecto de la captura total por subzona, de los principales grupos taxonómicos capturados como fauna acompañante. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno 2008.



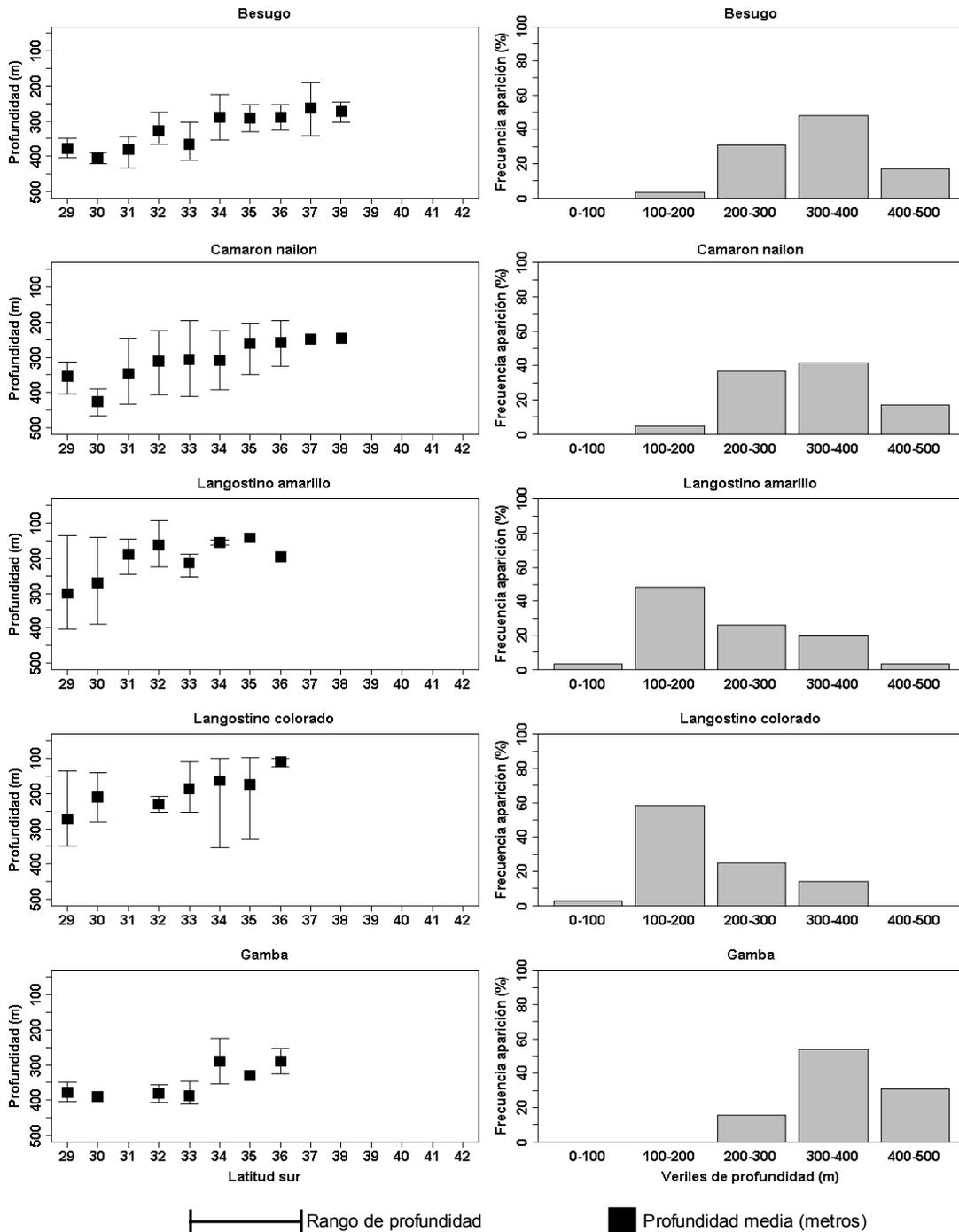
**Figura 44.** Participaci3n porcentual respecto de la captura total por subzona, de los principales grupos taxon3micos capturados como fauna acompañante. Crucero de evaluaci3n hidroacústica de merluza común, invierno 2008.



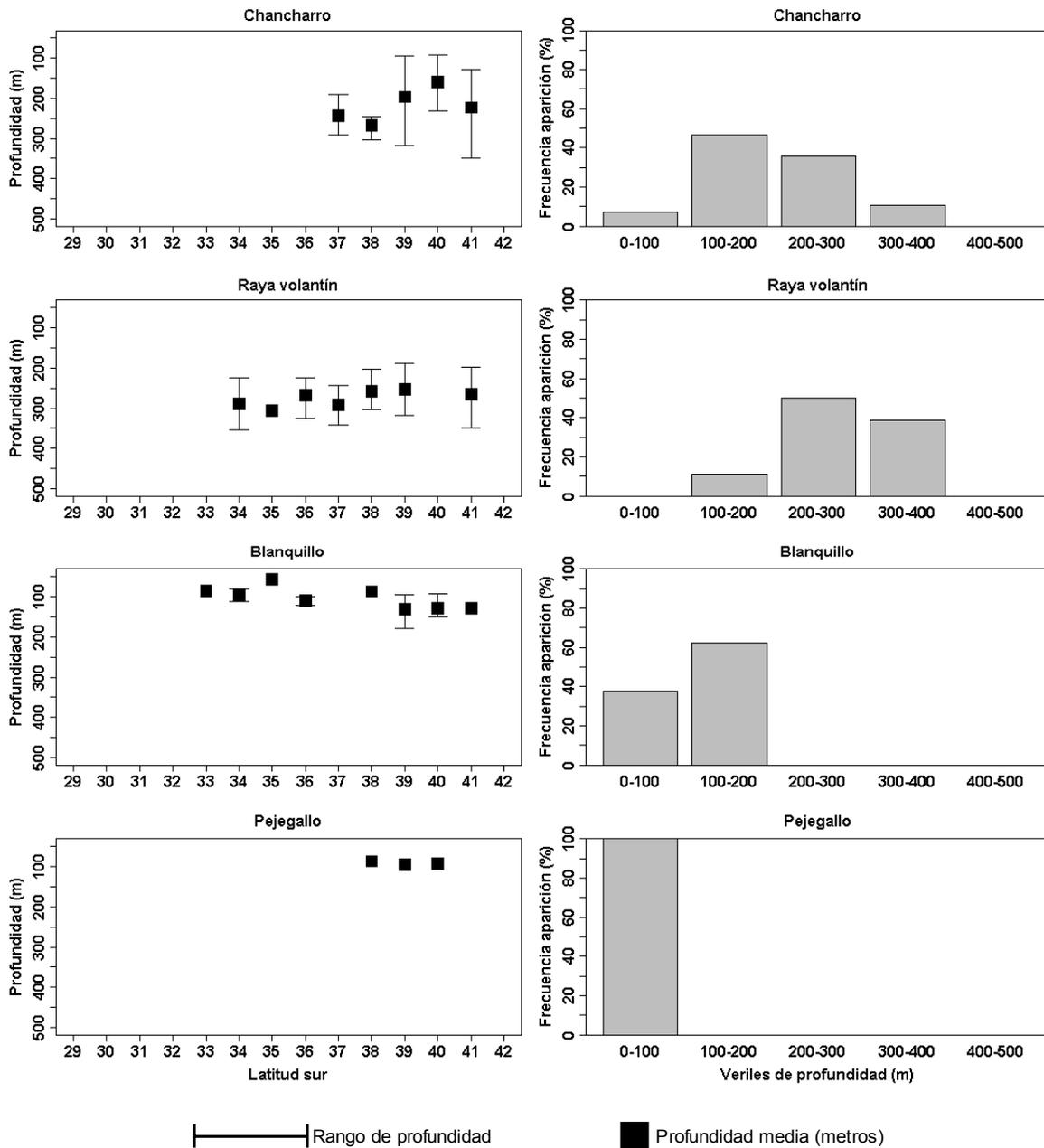
**Figura 45.** Distribuci3n latitudinal de las principales especies capturadas durante el crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, invierno de 2008.



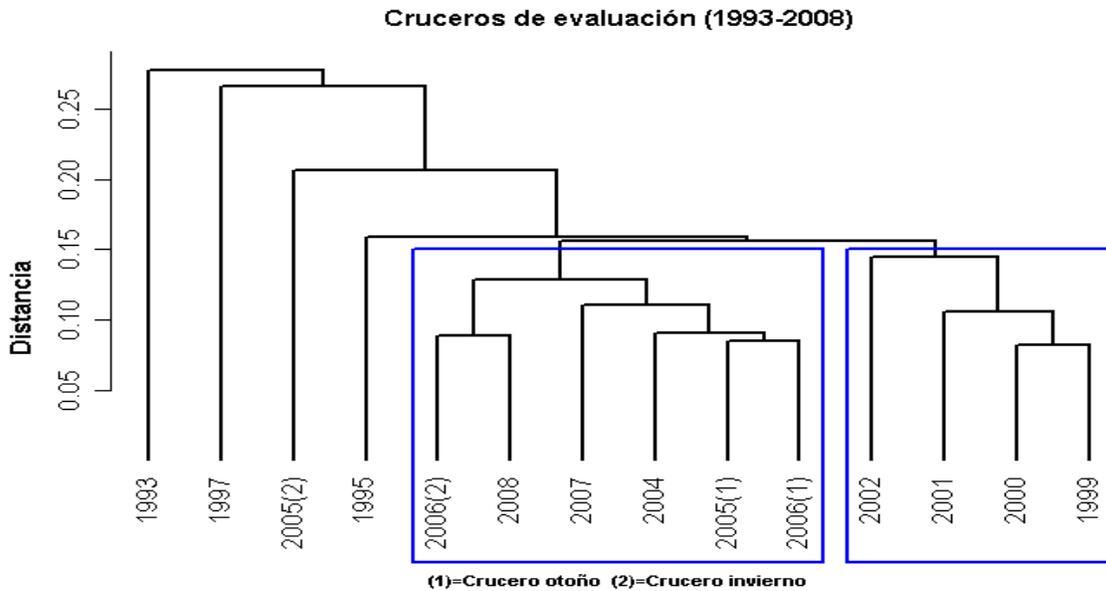
**Figura 46.** Distribuci3n en latitud y profundidad de las especies capturadas en toda el 3rea de estudio. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, invierno de 2008.



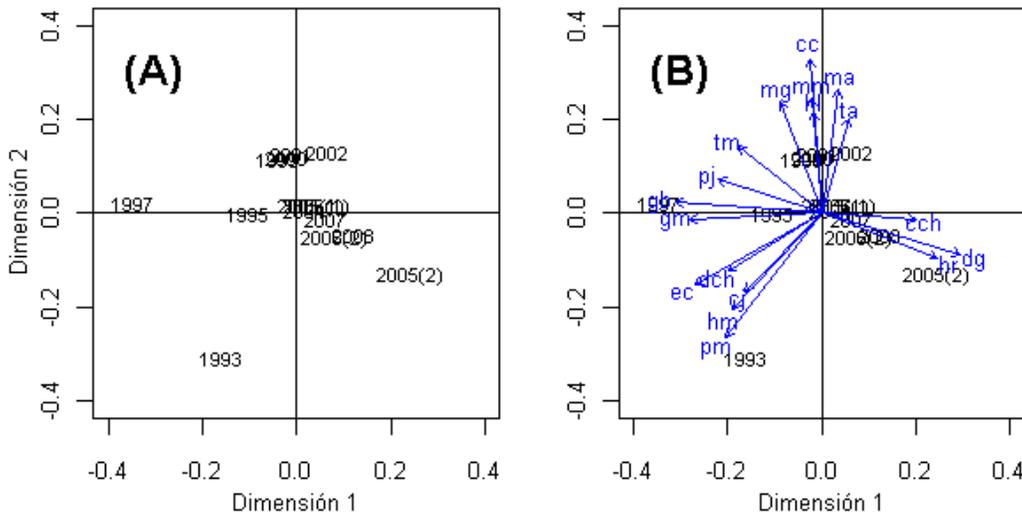
**Figura 47.** Distribuci3n en latitud y profundidad de las especies capturadas preferentemente al norte de la latitud 38° sur. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, invierno de 2008.



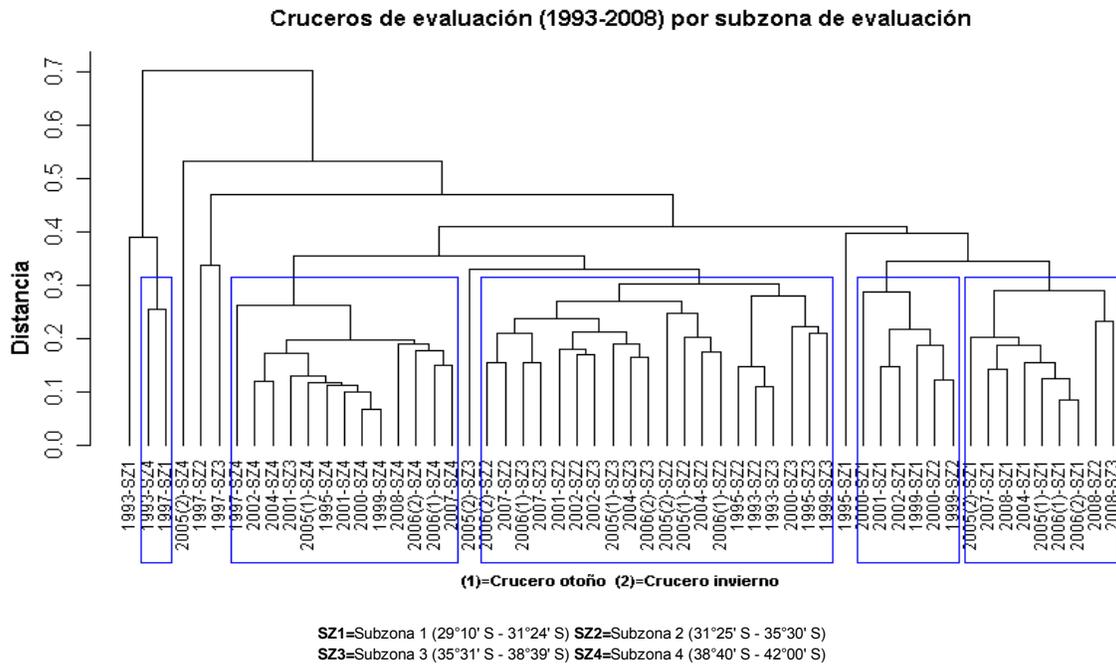
**Figura 48.** Distribuci3n en latitud y profundidad de las especies capturadas preferentemente al sur de la latitud 38° sur. Crucero de evaluaci3n hidroacústica de merluza comú, invierno de 2008.



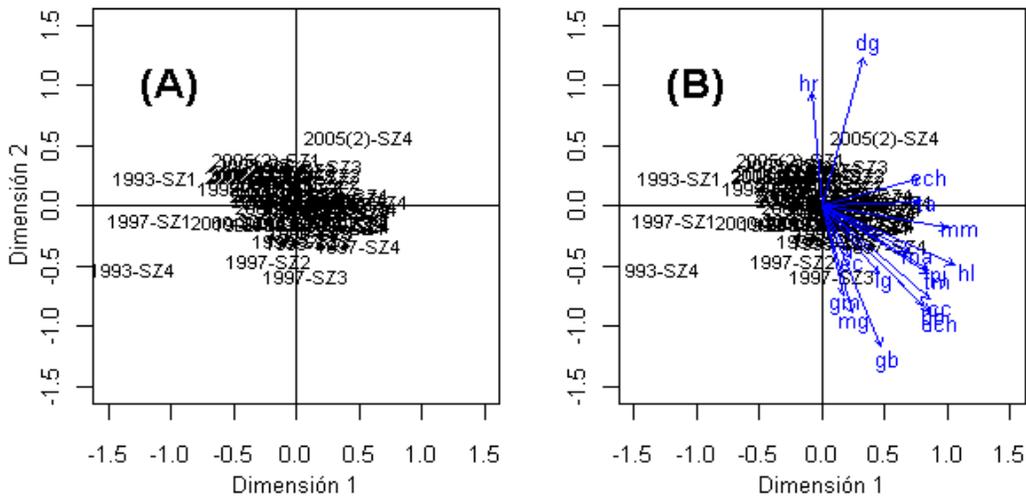
**Figura 49.** Resultado del análisis de clasificaci3n de la abundancia relativa (CPUA) de las principales especies presentes por crucero de evaluaci3n hidroacústica de merluza común, 1993 a 2008



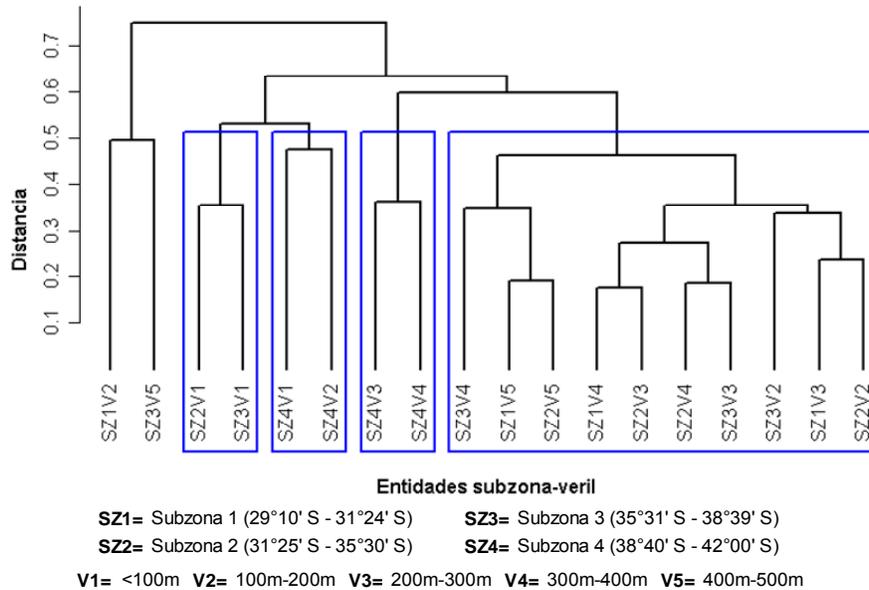
**Figura 50.** Resultado del análisis de ordenaci3n (NMDS) de la abundancia relativa (CPUA) de las principales especies presentes por crucero de evaluaci3n hidroacústica de merluza común, 1993 a 2008. Simbología especies ver tabla 44a.



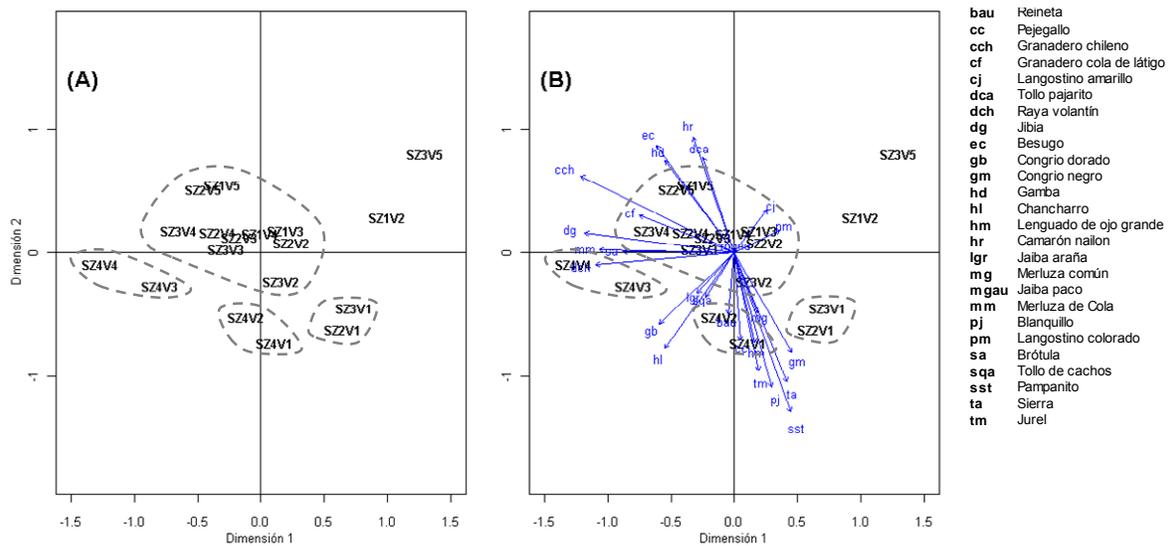
**Figura 51.** Resultado del an3lisis de clasificaci3n de la abundancia relativa (CPUA) de las principales especies presentes por crucero y subzona. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, 1993 a 2008.



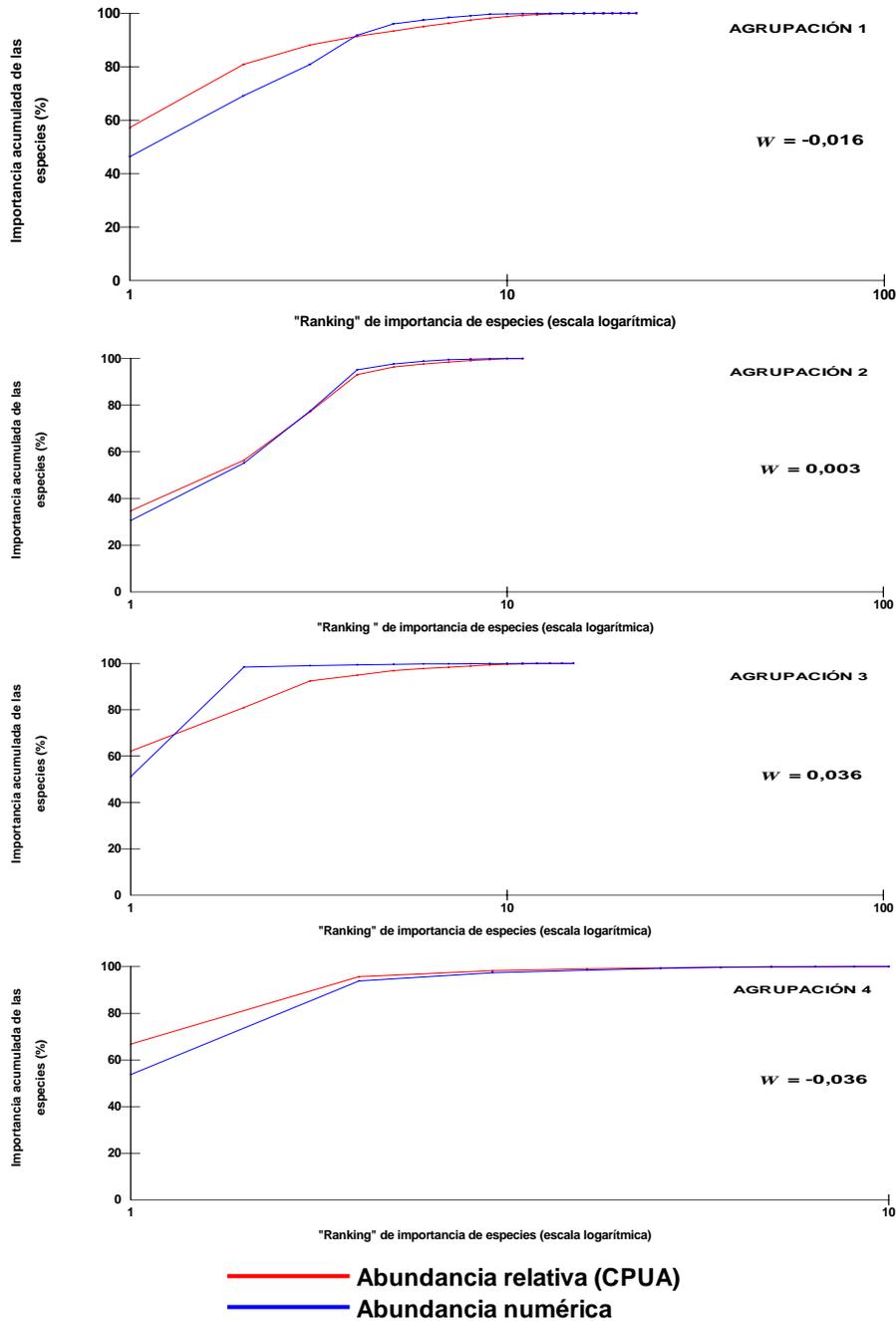
**Figura 52.** Resultado del an3lisis de ordenaci3n (NMDS) de la abundancia relativa (CPUA) de las principales especies presentes por crucero y subzona. Cruceros de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, 1993 a 2008. Simbolog3a especies ver tabla 44a.



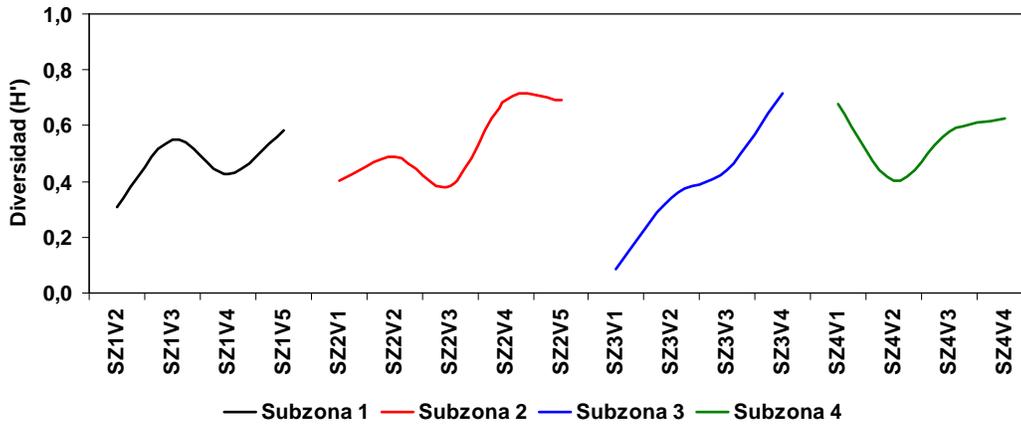
**Figura 53.** Resultado del análisis de clasificaci3n de la abundancia relativa (CPUA) por subzona y veril de las principales especies presentes durante el crucero de evaluaci3n hidroacústica de merluza comúN 2008.



**Figura 54.** Resultado del análisis de ordenaci3n (NMDS) de la abundancia relativa (CPUA) por subzona y veril de las principales especies presentes durante el crucero de evaluaci3n hidroacústica de merluza comúN 2008.



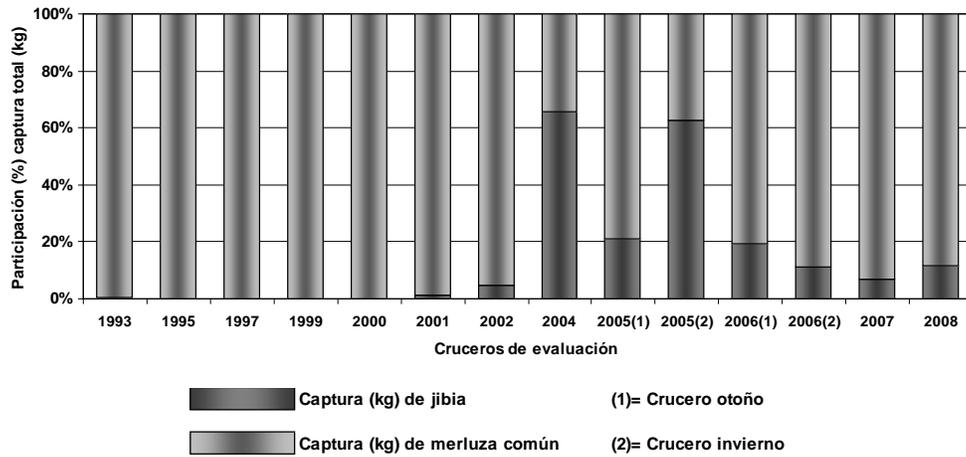
**Figura 55.** Curvas de k-dominancia para la abundancia numérica y la abundancia en peso (biomasa) de las principales especies capturadas como fauna acompañante durante el crucero de evaluaci3n hidroacústica de merluza común, invierno 2008.



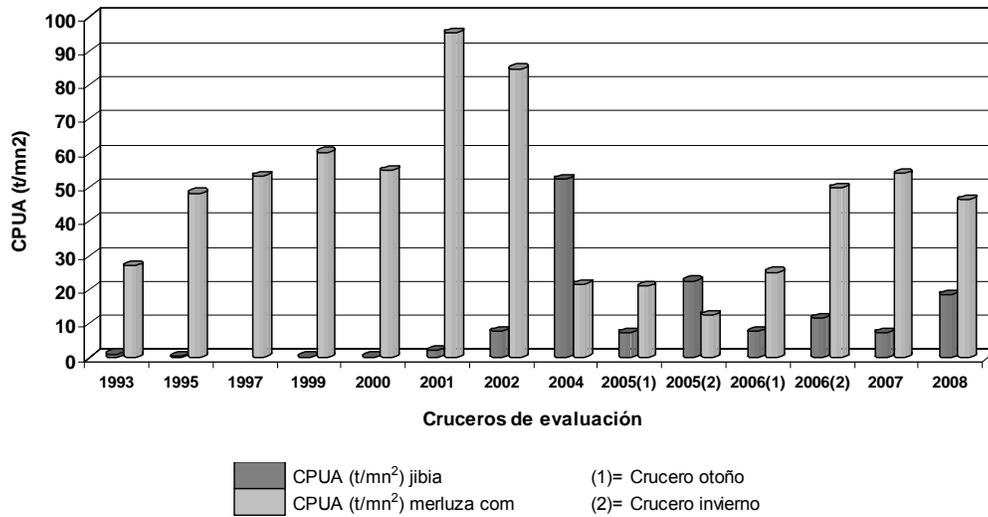
SZ1=Subzona 1 (29°10' S - 31°24' S) SZ2=Subzona 2 (31°25' S - 35°30' S)  
SZ3=Subzona 3 (35°31' S - 38°39' S) SZ4=Subzona 4 (38°40' S - 42°00' S)

V1: <100m V2: 100m-200m V3: 200m-300m V4: 300m-400m V5: 400m-500m

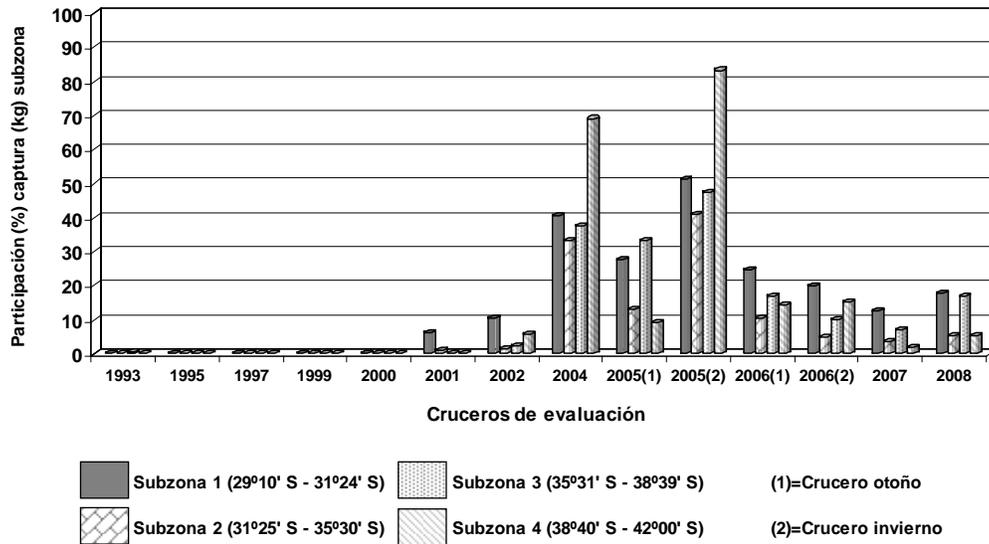
**Figura 56.** Evoluci3n del 3ndice de diversidad de Shannon – Wiener ( $H'$ ) para cada subzona y por estrato de profundidad. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, invierno 2008.



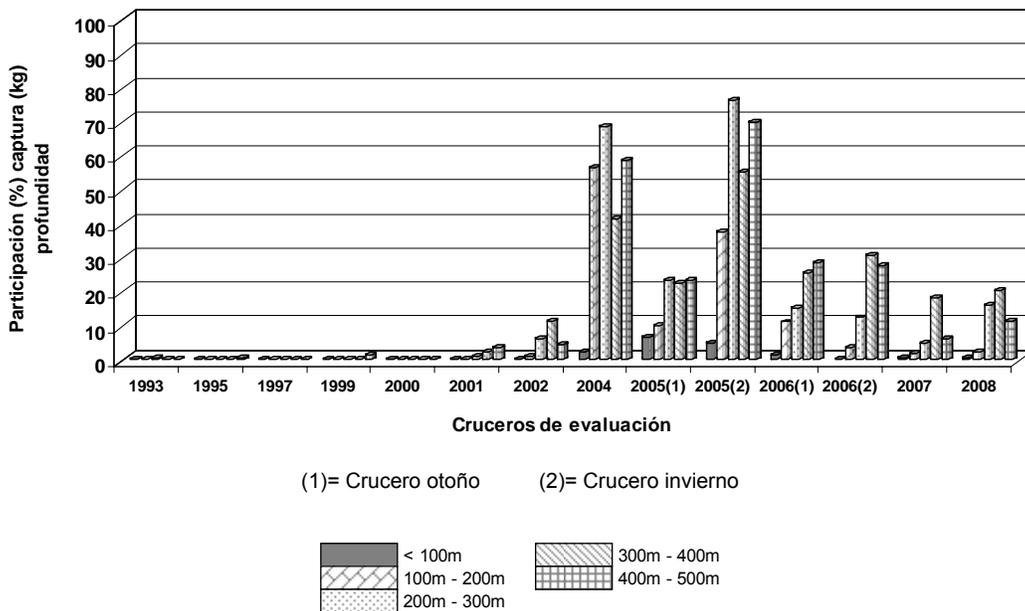
**Figura 57.** Participaci3n (%) de la jibia, respecto de la captura total por cruceo de evaluaci3n de merluza com3n.



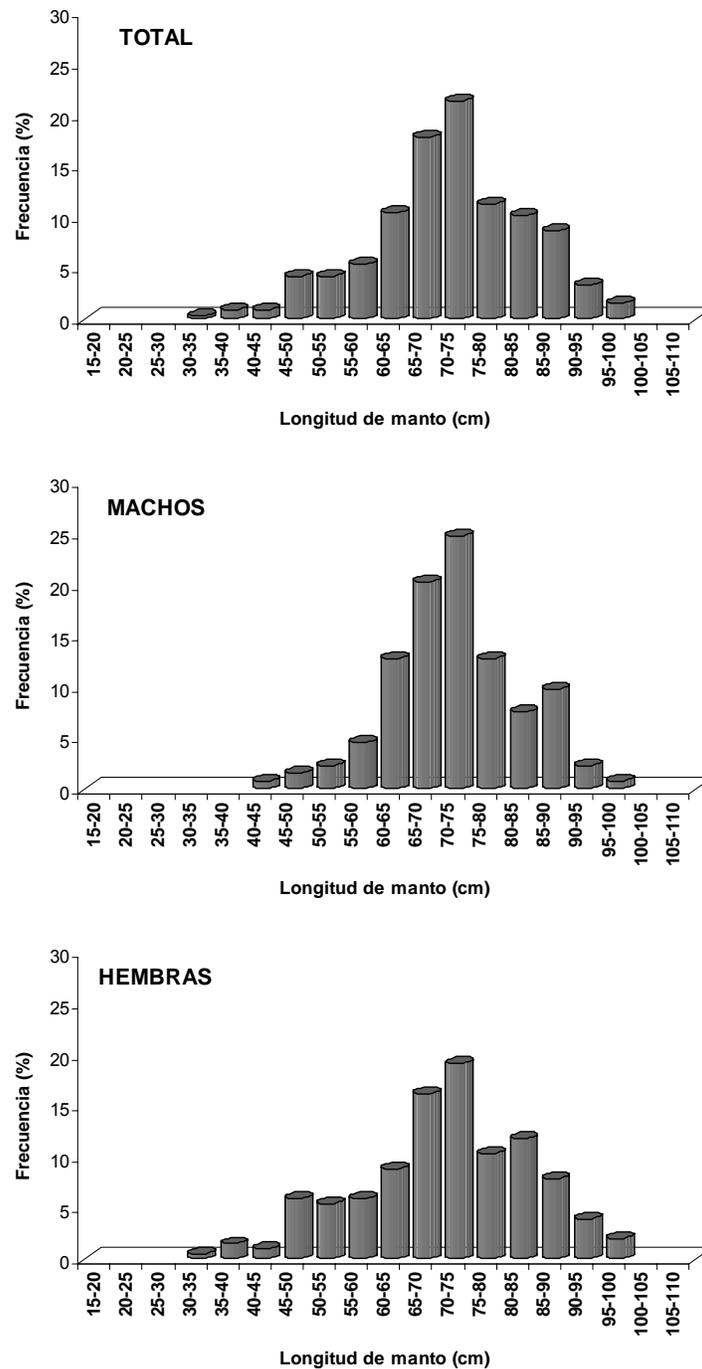
**Figura 58.** Captura por unidad de 3rea (CPUA [t/mn<sup>2</sup>]) de jibia registrada durante los cruceos de evaluaci3n de merluza com3n.



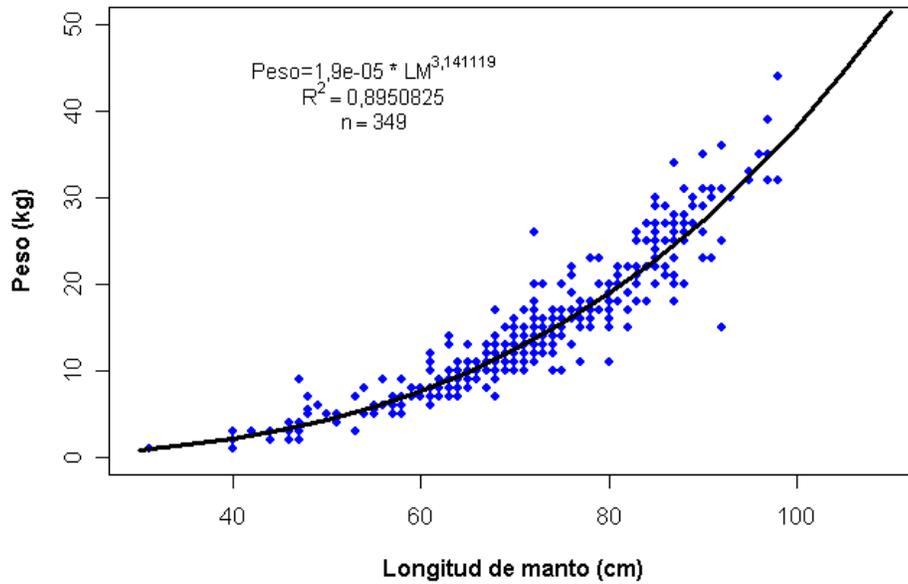
**Figura 59.** Participación (%) de jibia respecto de la captura total obtenida por subzona. Cruceros de evaluación de merluza común, 1993 a 2008.



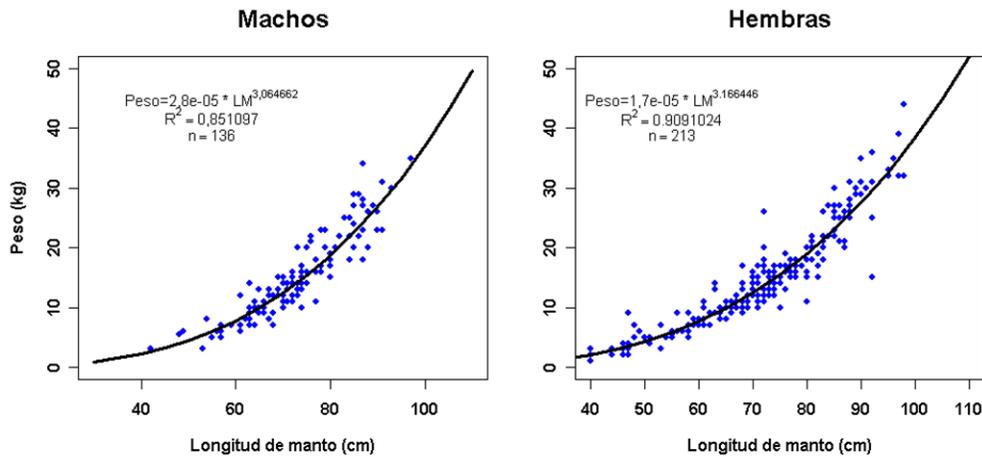
**Figura 60.** Participación (%) de jibia respecto de la captura total por veril de profundidad. Cruceros de evaluación de merluza común, 1993 a 2008.



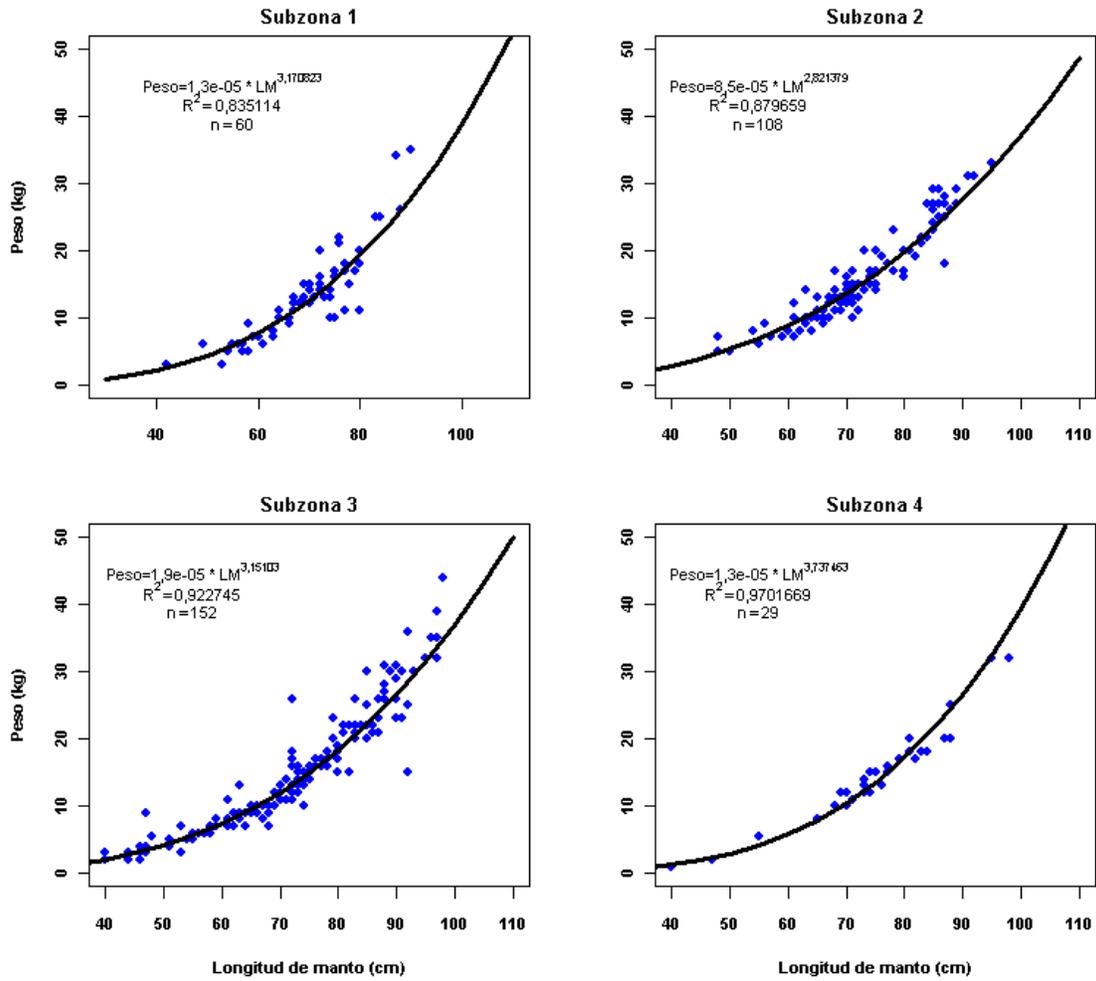
**Figura 61.** Distribuci3n de frecuencia para la longitud de manto de jibia capturada en los lances de evaluaci3n. Evaluaci3n de merluza com3n, 2008.



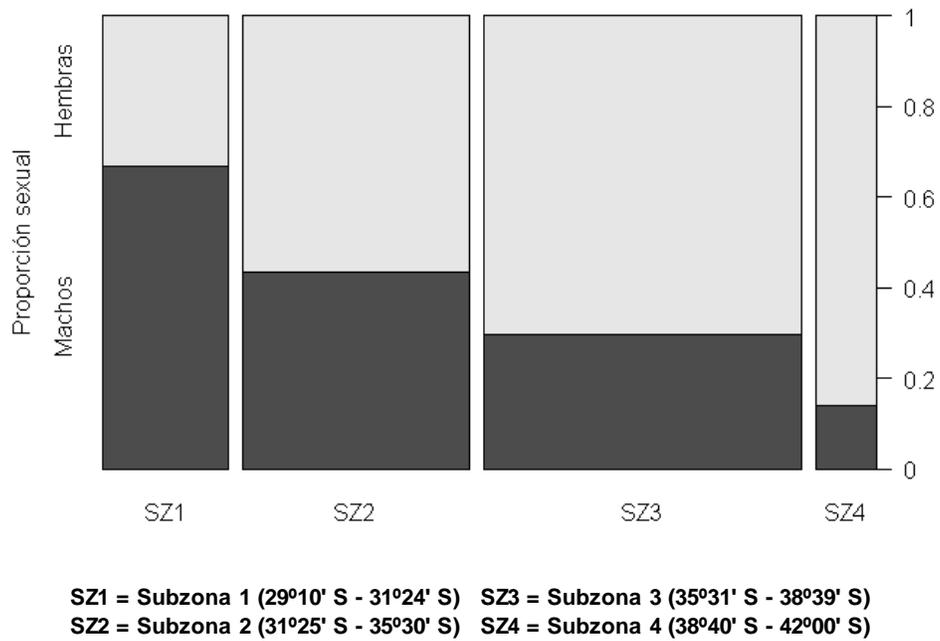
**Figura 62.** Relaci3n longitud de manto – peso para los ejemplares de jibia capturados durante los lances de identificaci3n. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, 2008.



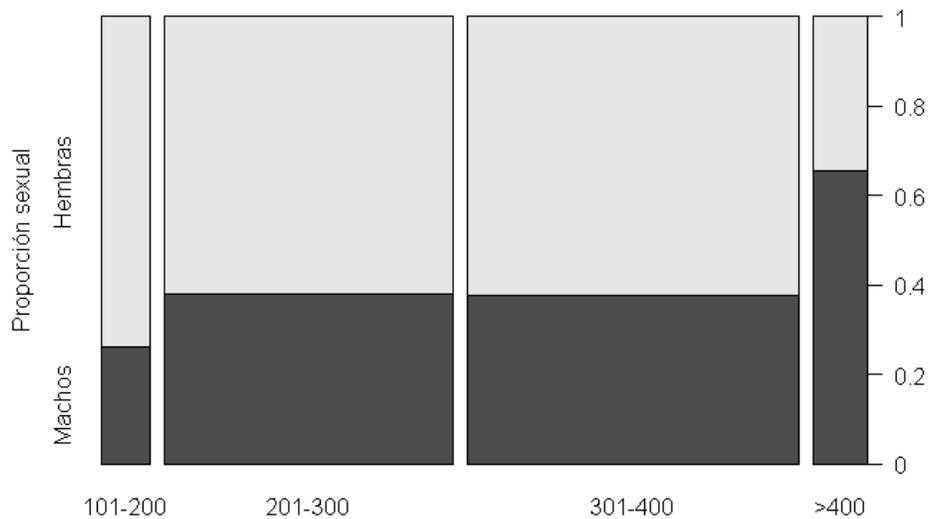
**Figura 63.** Relaci3n longitud de manto – peso por sexo para los ejemplares de jibia capturados durante los lances de identificaci3n. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, 2008.



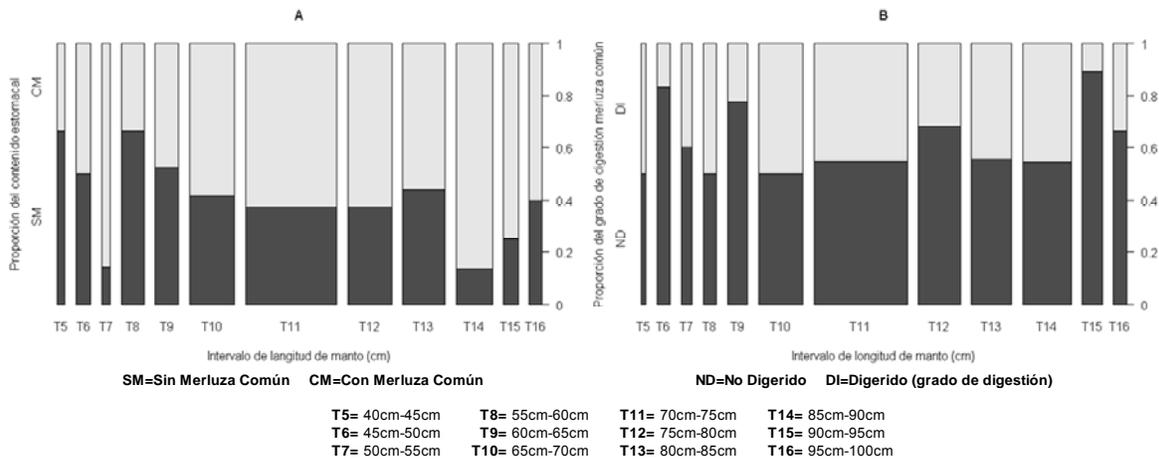
**Figura 64.** Relaci3n longitud del manto – peso por subzona para los ejemplares de jibia capturados durante los lances de identificaci3n. Crucero de evaluaci3n directa de merluza com3n, 2008.



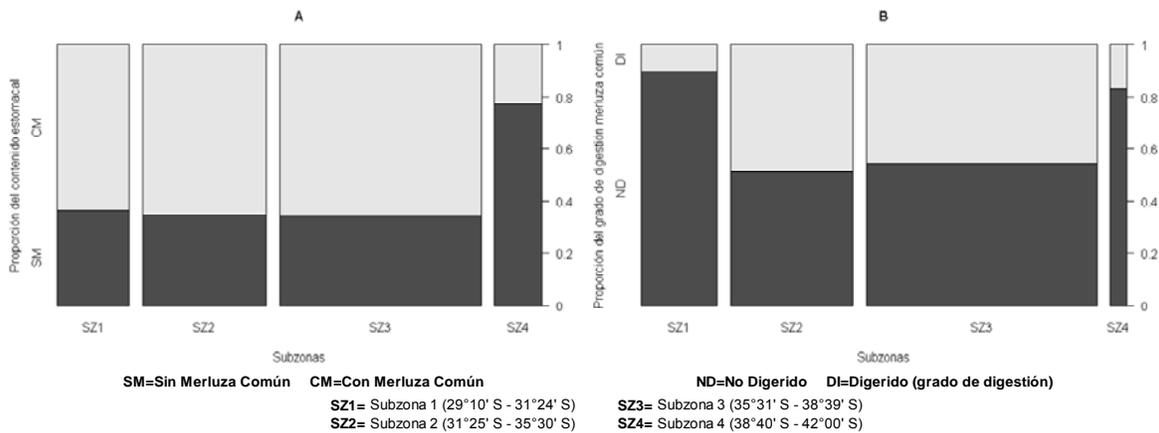
**Figura 65.** Proporci3n sexual de jibia por subzona. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, 2008.



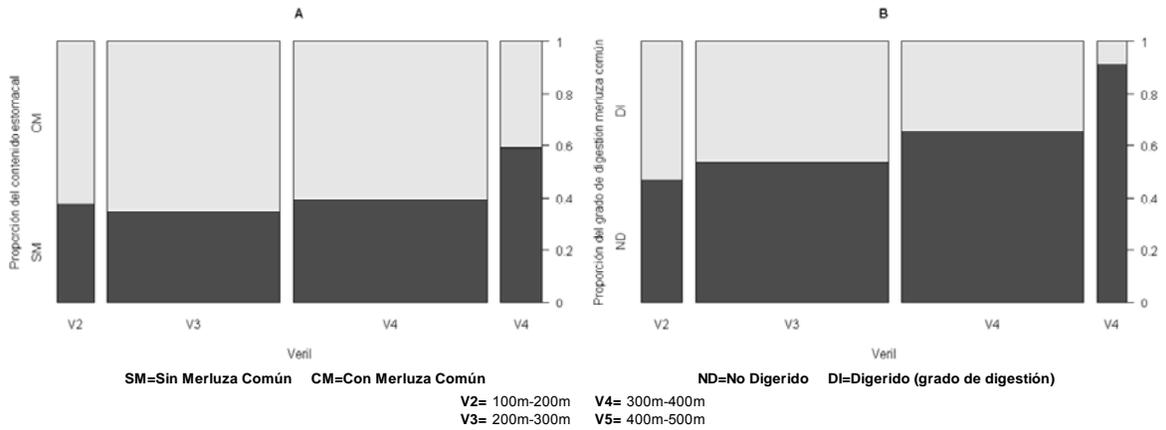
**Figura 66.** Proporci3n sexual de jibia por estrato de profundidad. Crucero de evaluaci3n de merluza com3n, 2008.



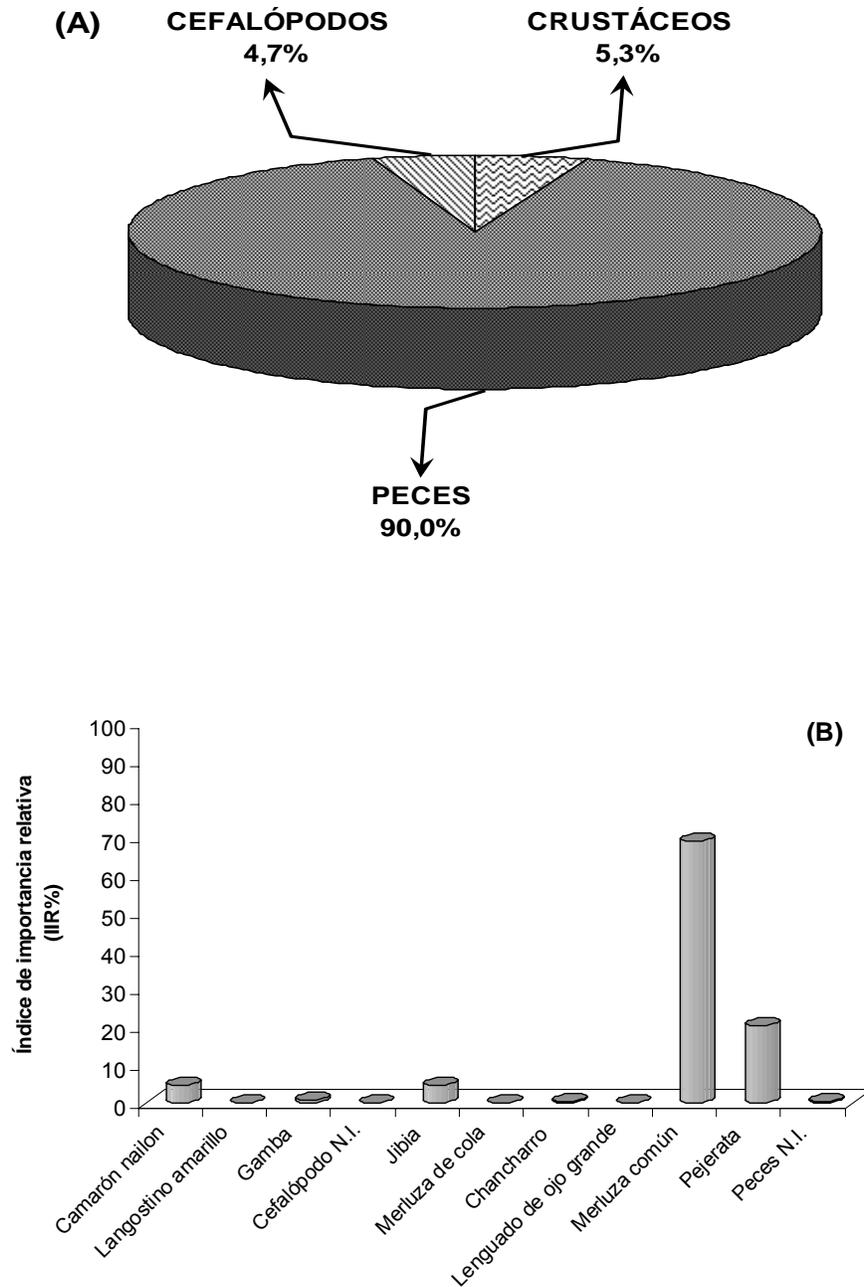
**Figura 67.** **A)** Proporci3n del contenido estomacal de jibia agrupada por intervalo de longitud de manto (T) y **B)** proporci3n del grado de digesti3n observado en los est3magos con merluza com3n por intervalo de longitud de manto (T). Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, invierno 2008.



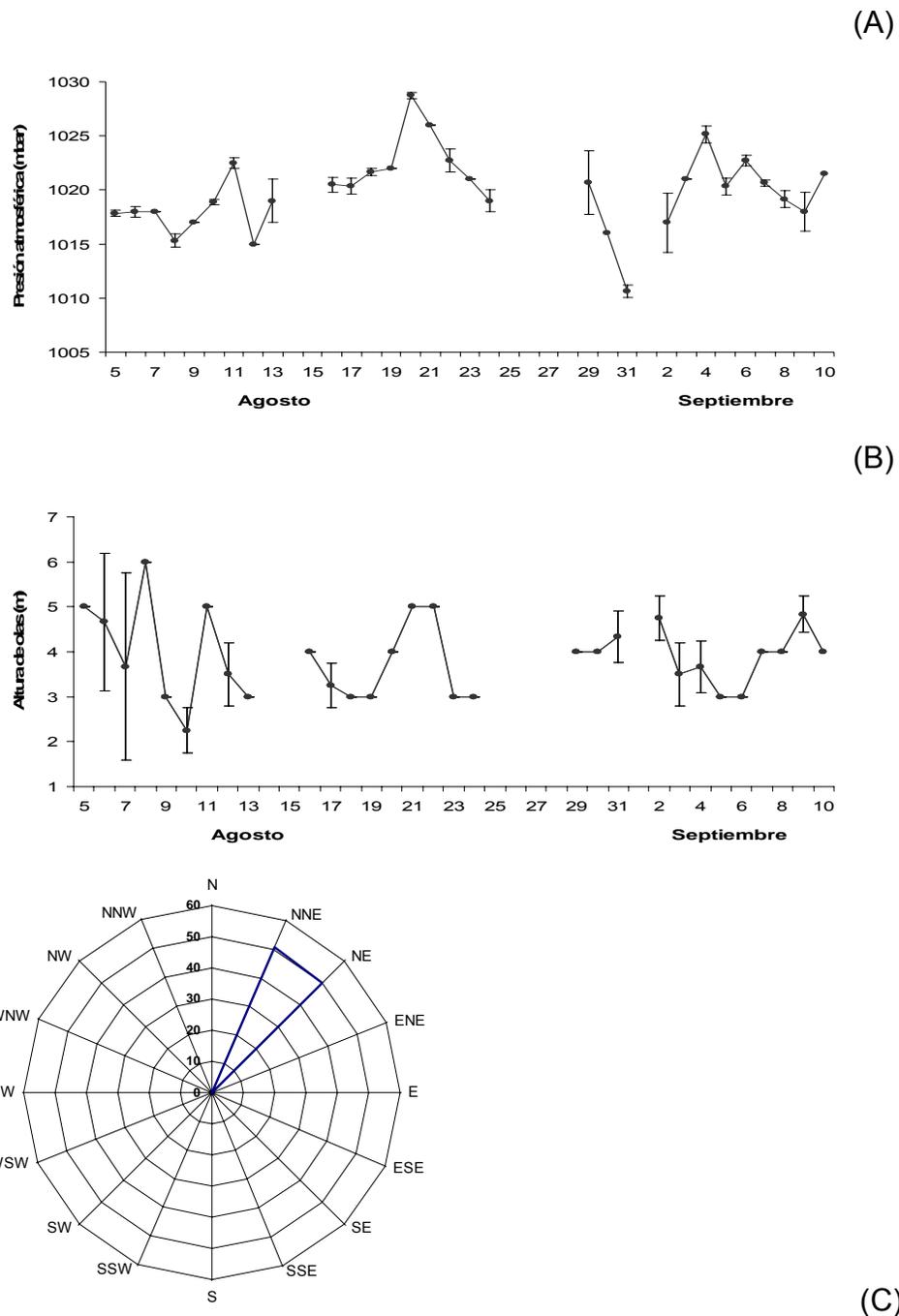
**Figura 68.** **A)** Proporci3n del contenido estomacal de jibia agrupada por subzona en el 3rea de estudio y **B)** proporci3n del grado de digesti3n observado en los est3magos colectados por subzona en el 3rea de estudio. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, invierno 2008.



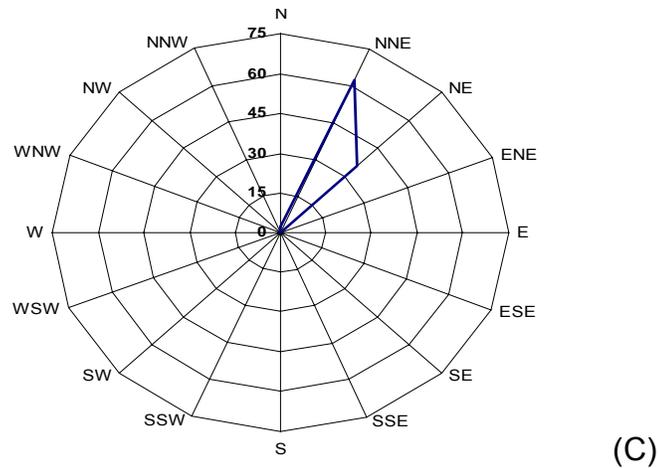
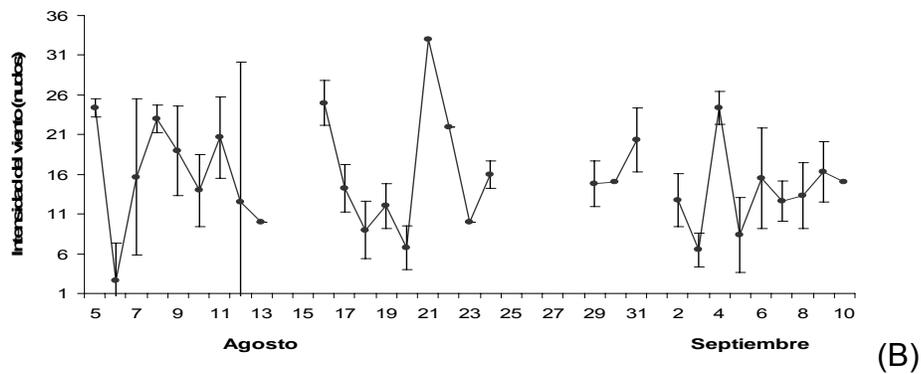
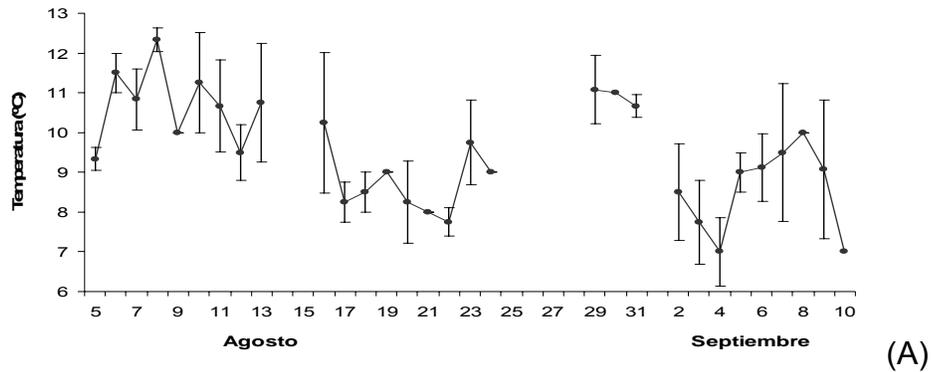
**Figura 69.** **A)** Proportión del contenido estomacal de jibia agrupada por estrato de profundidad (Veril) y **B)** propositión del grado de digestión observado en los estómagos colectados por estrato de profundidad. Crucero de evaluaci3n hidroacústica de merluza común, invierno 2008.



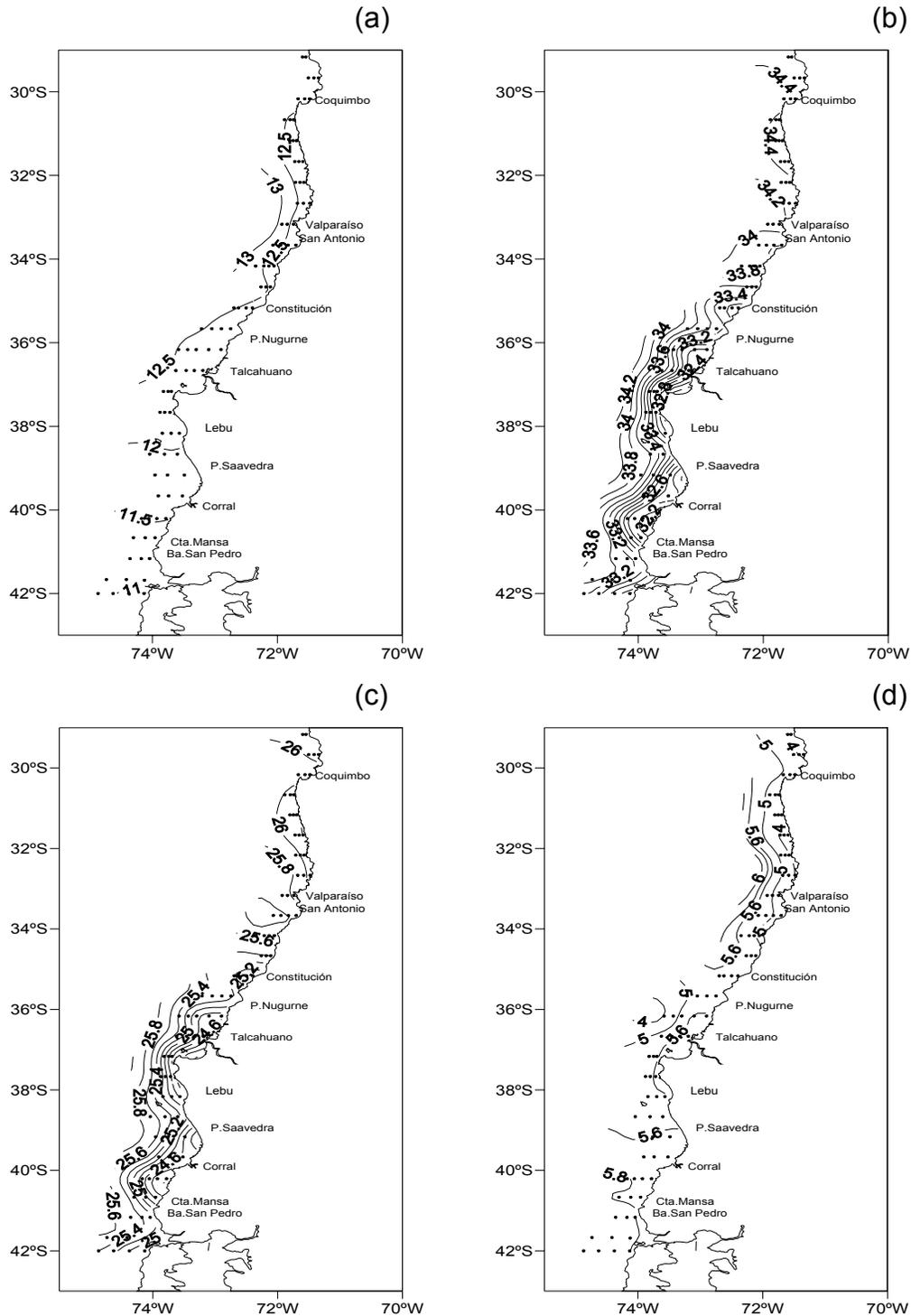
**Figura 70.** Índice de importancia relativa (*IIR*) del contenido estomacal de jibia por: **A)** grupo taxon3mico y **B)** por especie identificada. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, invierno 2008.



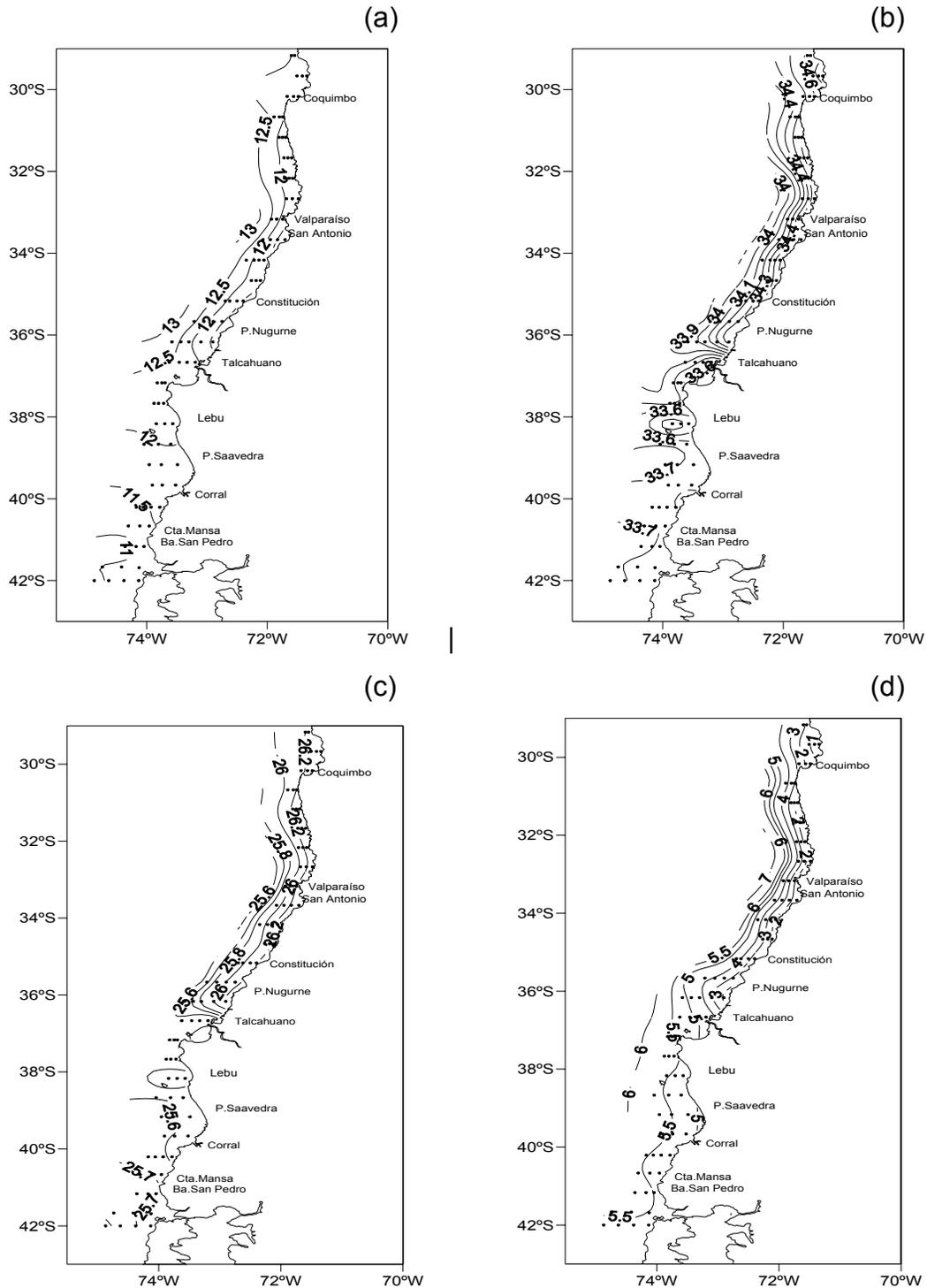
**Figura 71.** Variabilidad de las condiciones meteorol3gicas durante el per3odo de estudio: (A) presi3n atmosf3rica (mbar), (B) altura de olas (m), (C) direcci3n de olas. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).



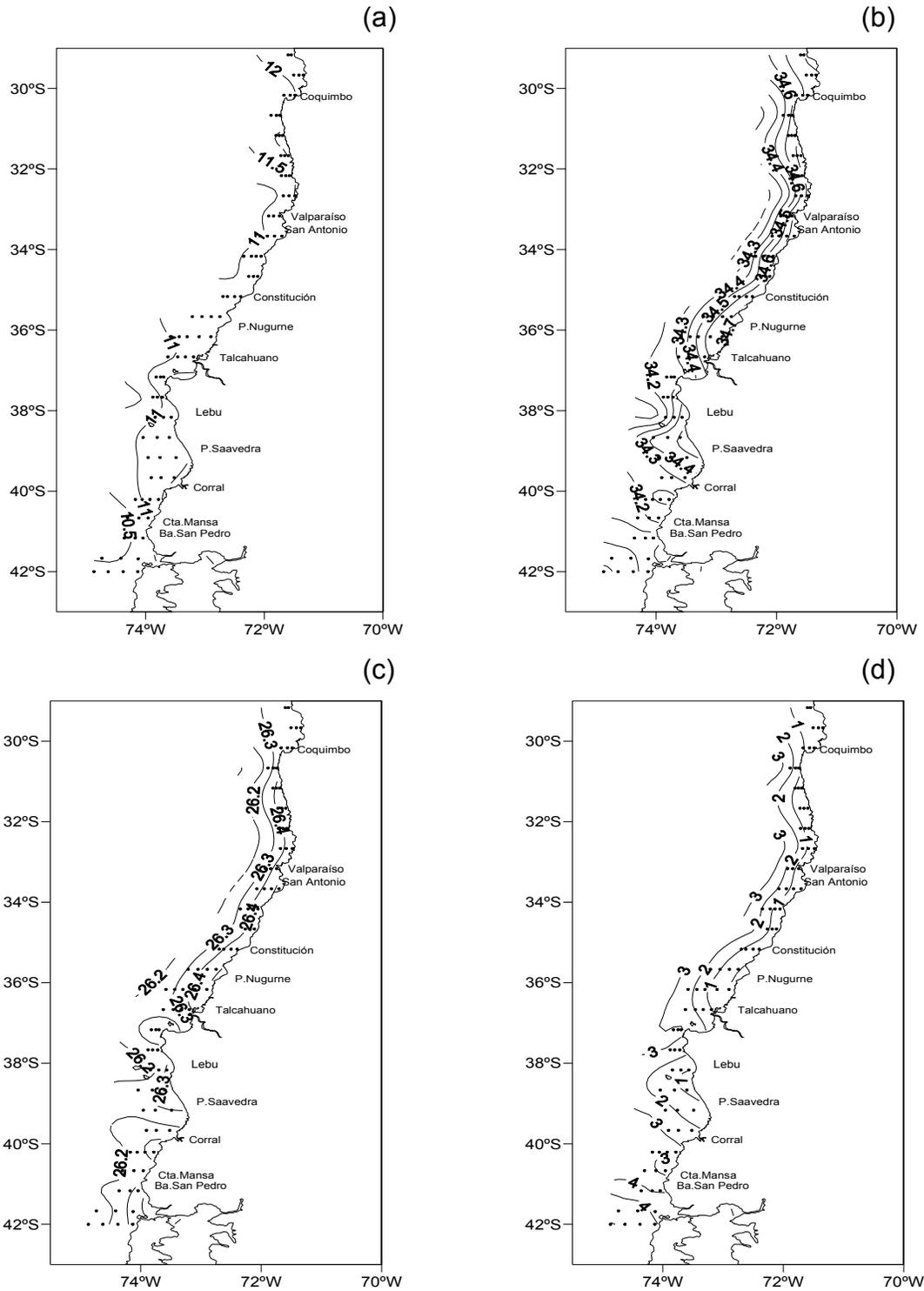
**Figura 72.** Variabilidad de las condiciones meteorol3gicas durante el per3odo de estudio: (A) temperatura del aire ( $^{\circ}\text{C}$ ), (B) rapidez del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ), (C) direcci3n del viento. Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008).



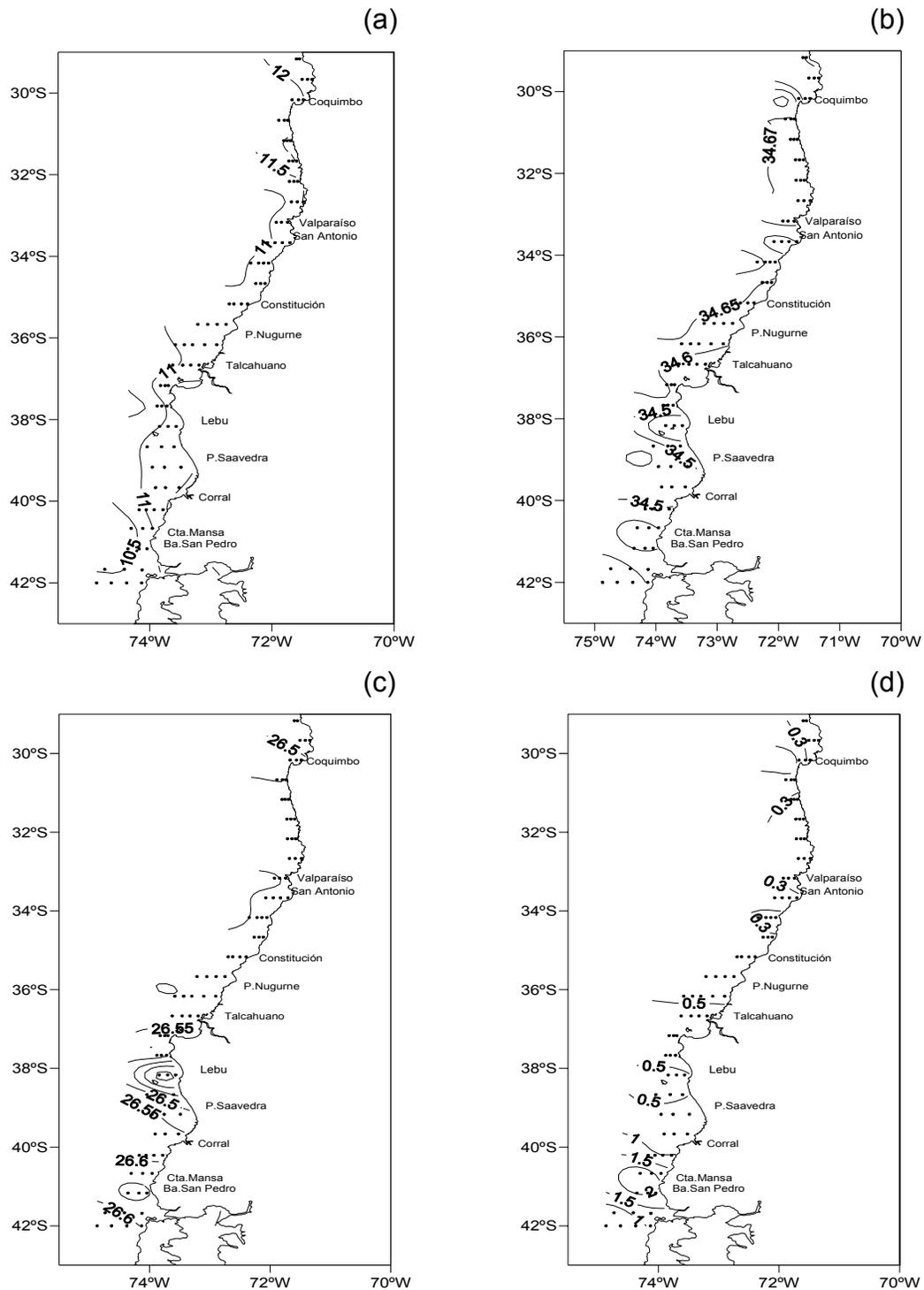
**Figura 73.** Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto (ml/l) en el estrato de 5 m. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



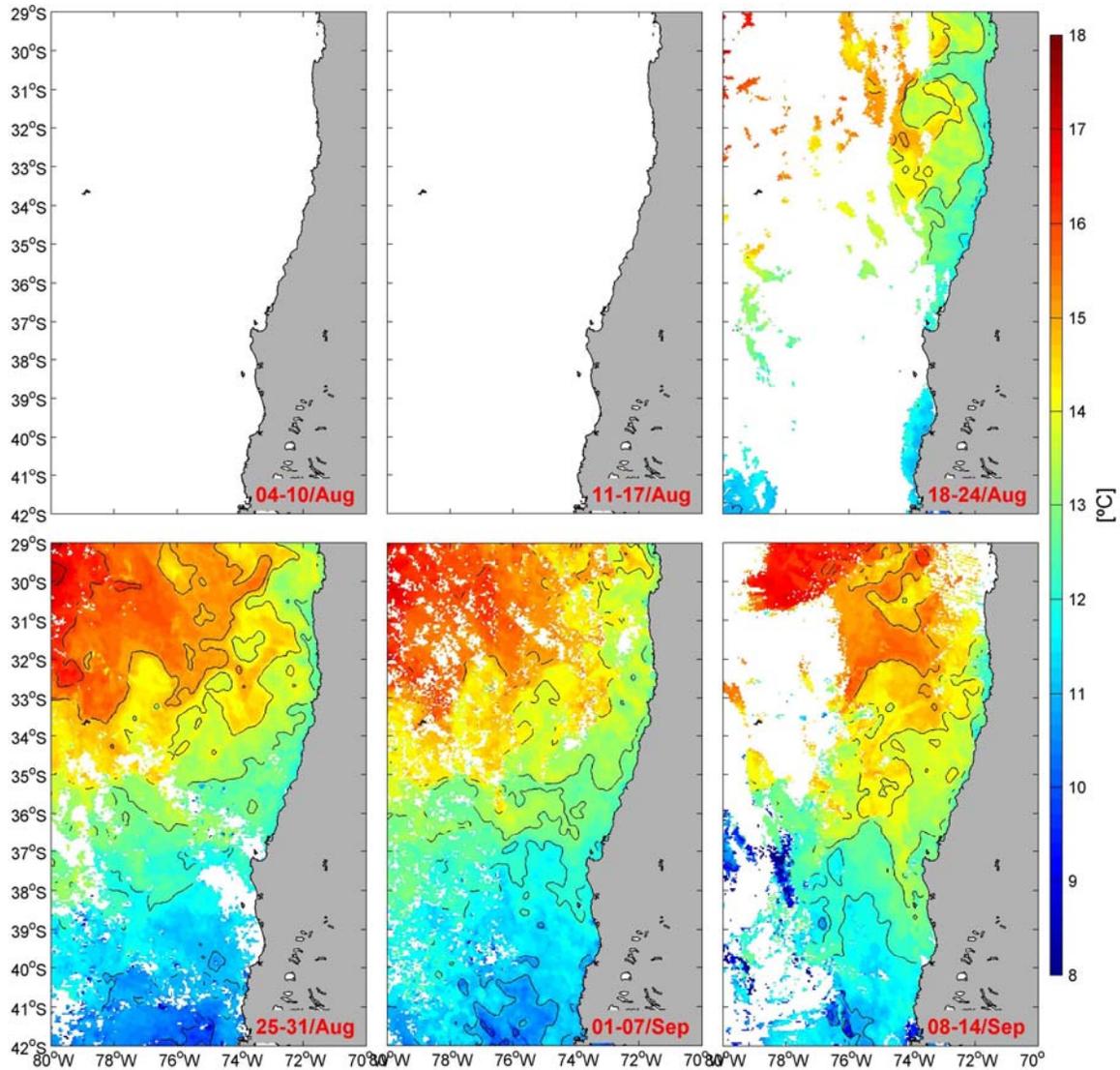
**Figura 74.** Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto (ml/l) en el estrato de 50 m. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



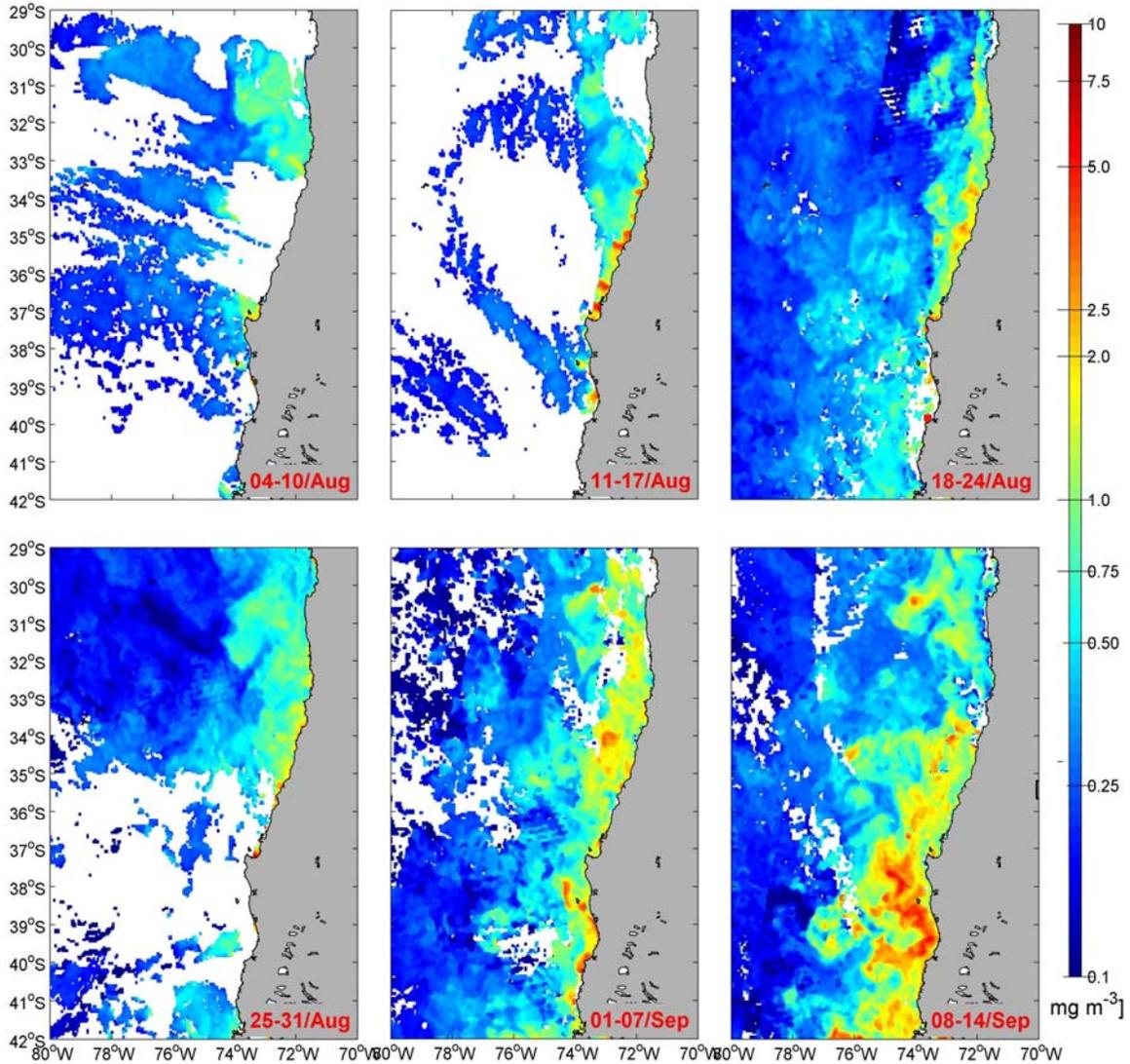
**Figura 75.** Distribuci3n horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) ox3geno disuelto (ml/l) en el estrato de 100 m. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



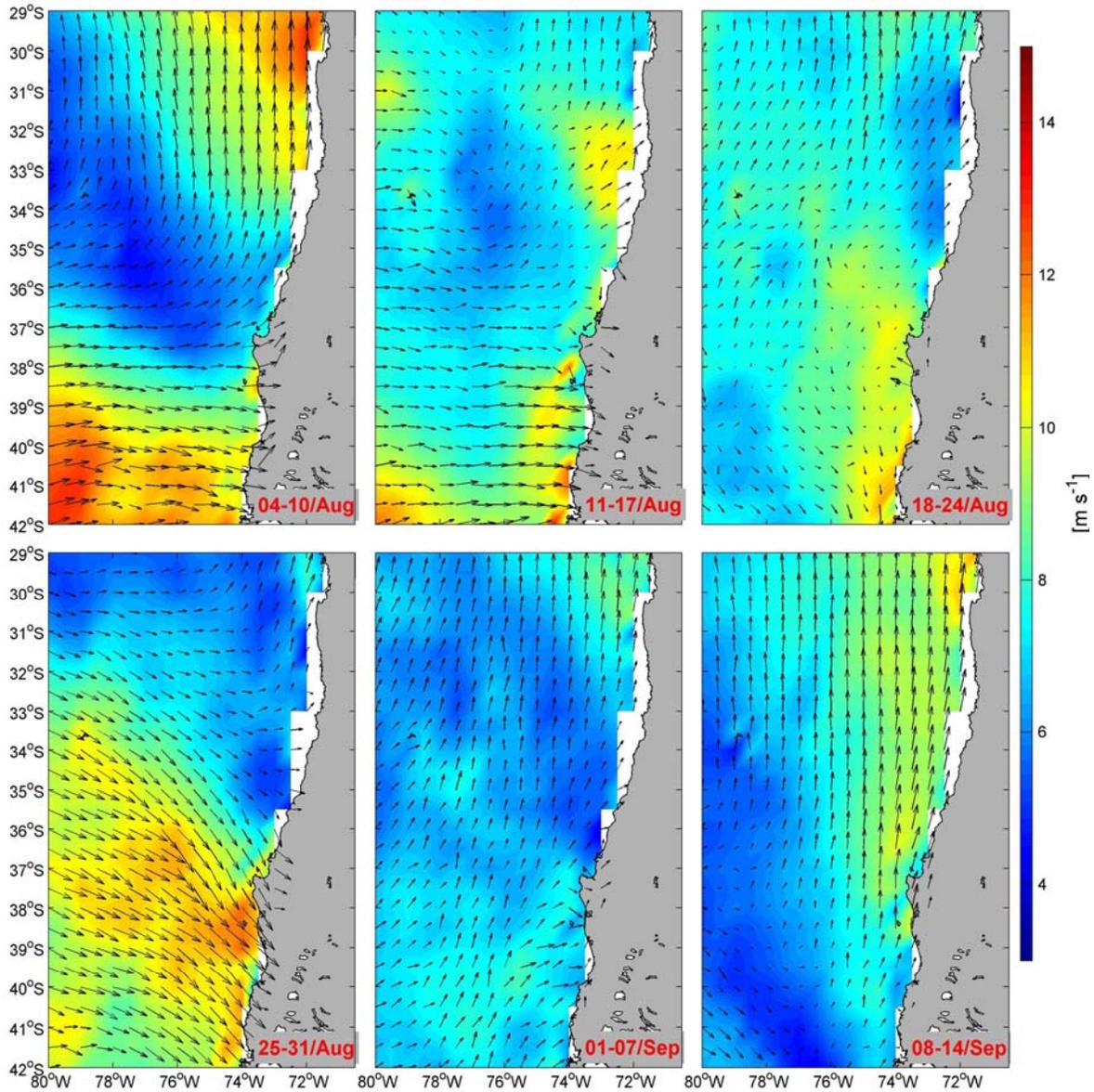
**Figura 76.** Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto (ml/l) en el estrato de 200 m. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



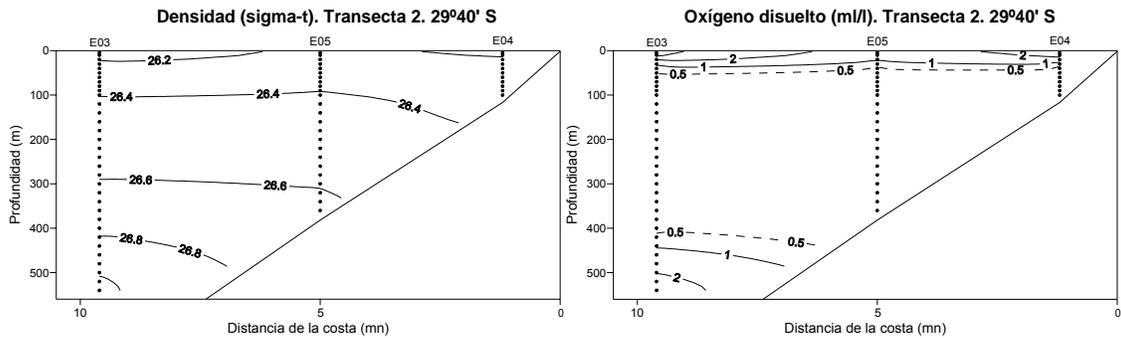
**Figura 77.** Imágenes satelitales de temperatura superficial del mar (°C) de frecuencia semanal para el período de estudio. Crucero invernal (Agosto-Septiembre de 2008).



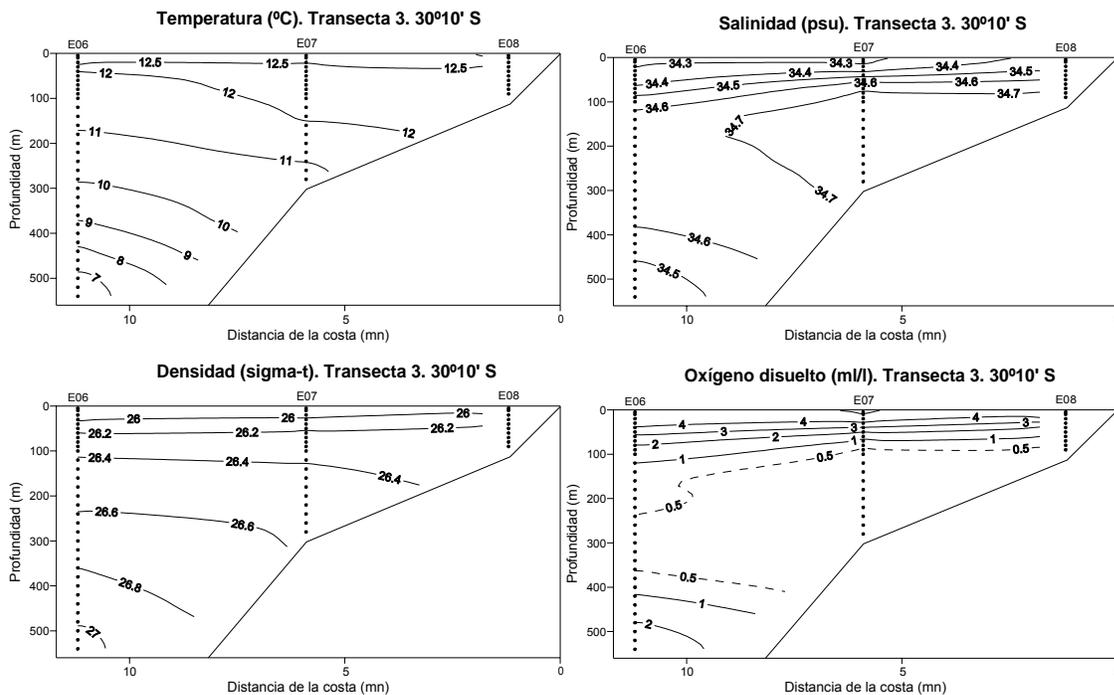
**Figura 78.** Imágenes satelitales de clorofila ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) de frecuencia semanal para el período de estudio. Crucero invernal (Agosto-Septiembre de 2008).



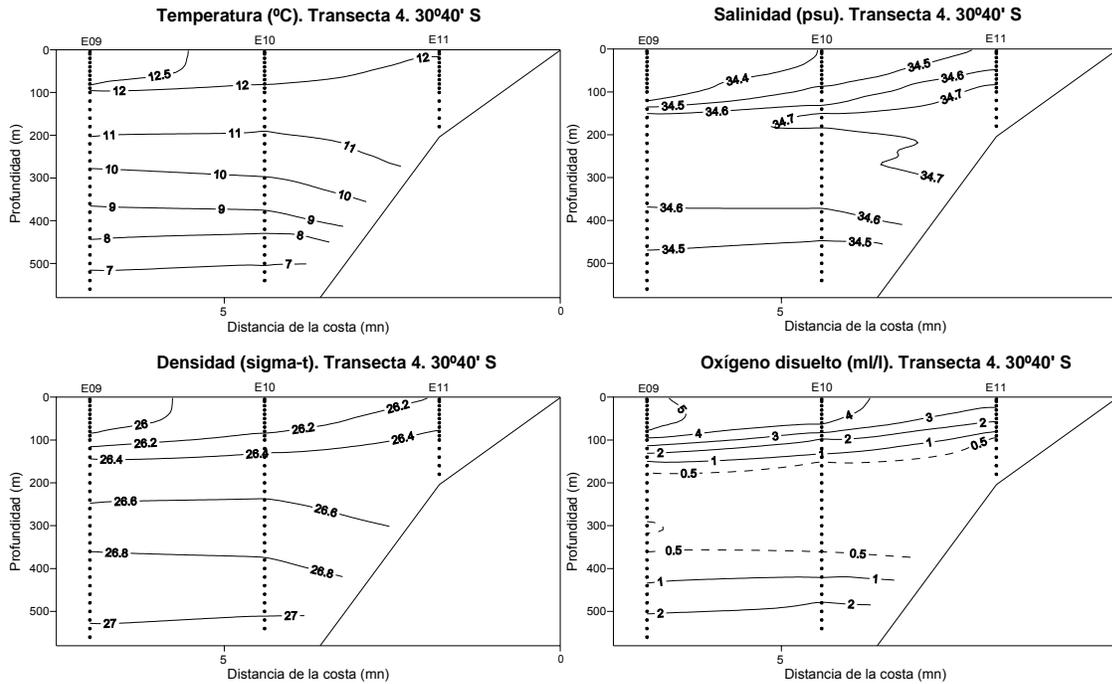
**Figura 79.** Imágenes satelitales de viento (m/s) de frecuencia semanal para el período de estudio. Crucero invernal (Agosto-Septiembre de 2008).



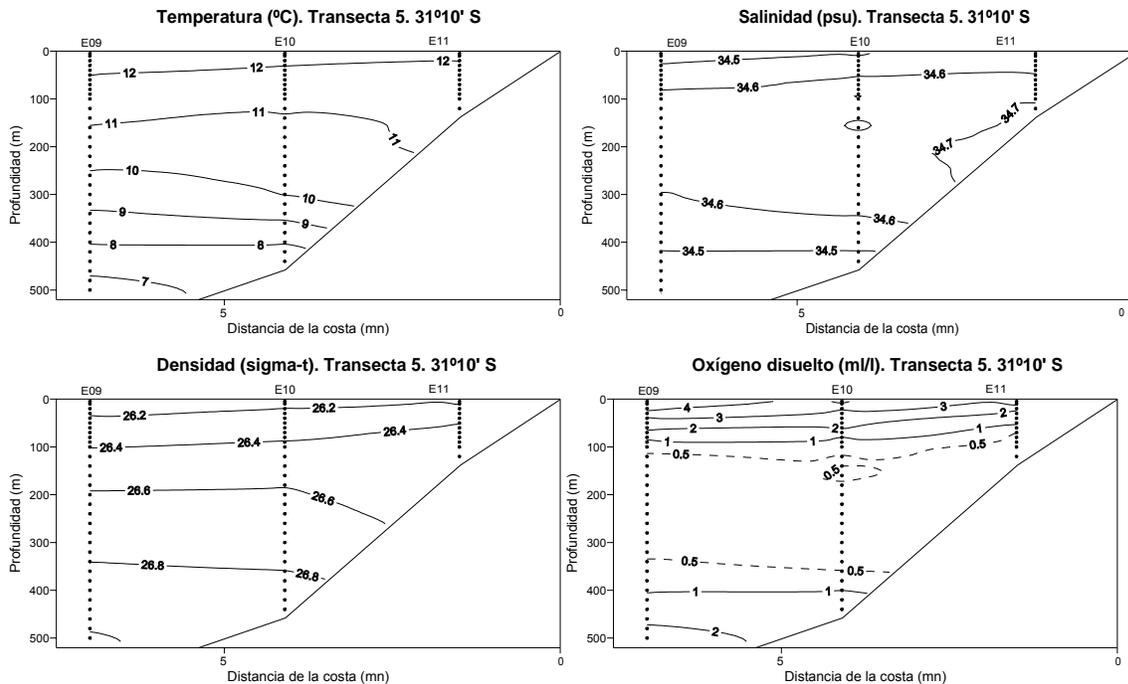
**Figura 80.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 2. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



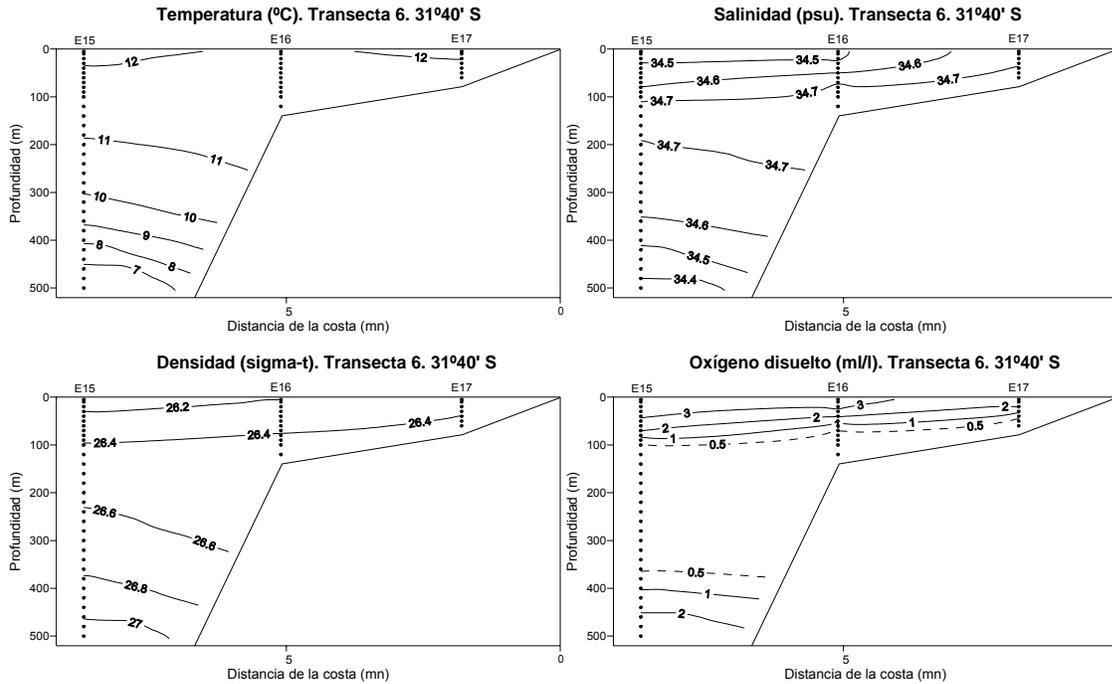
**Figura 81.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 3. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



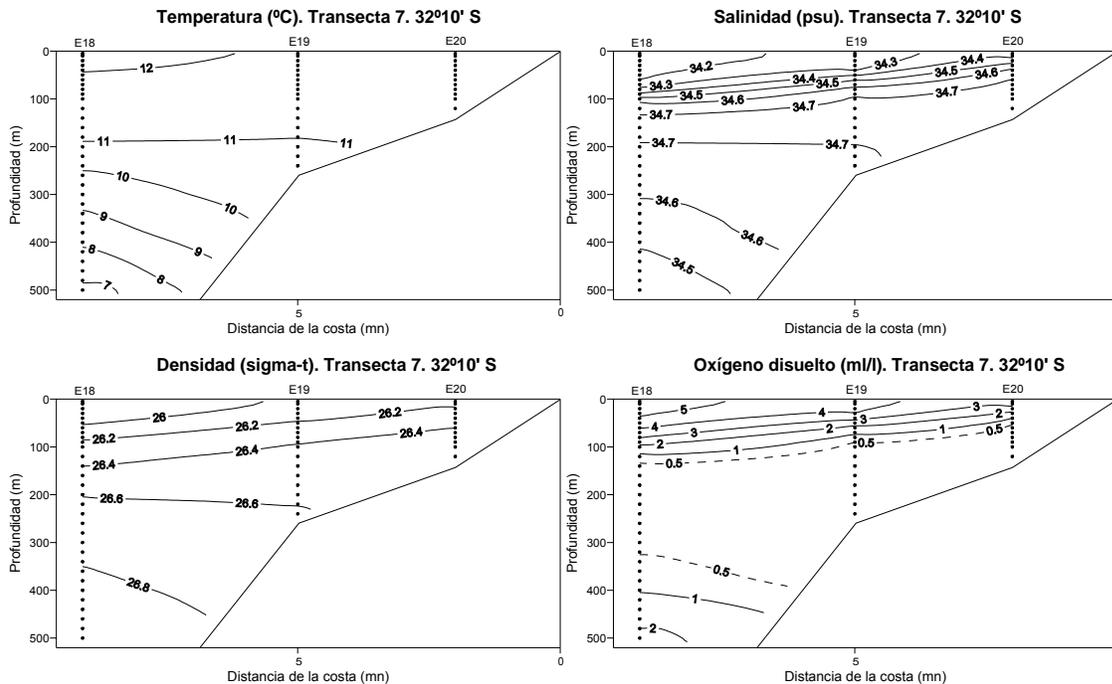
**Figura 82.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 4. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



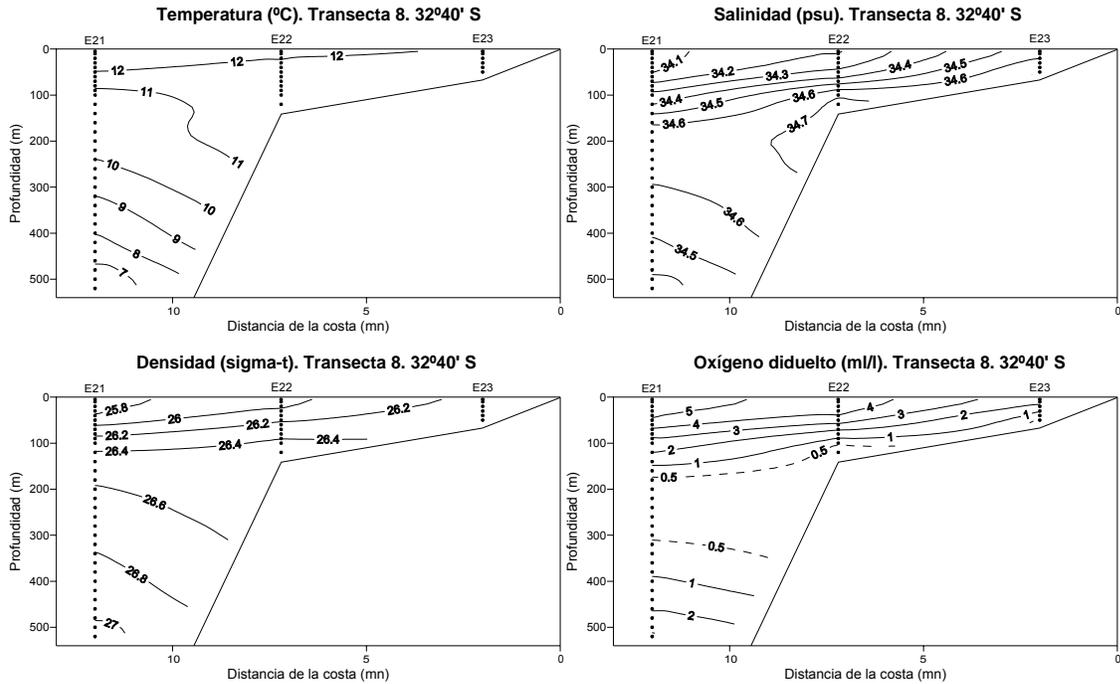
**Figura 83.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 5. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



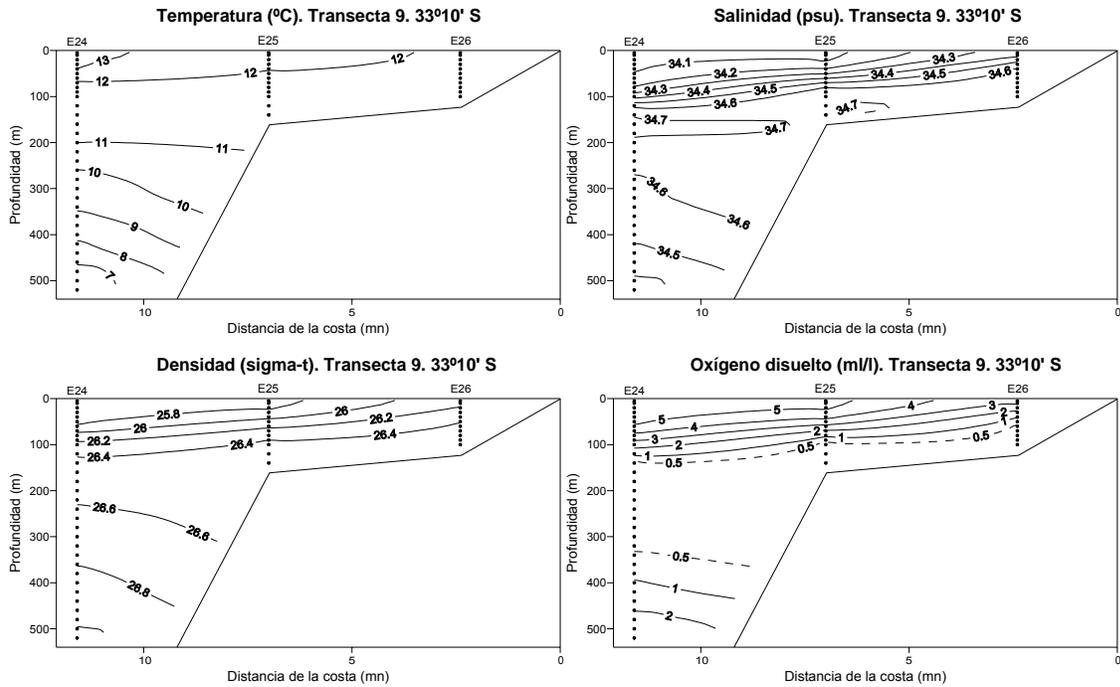
**Figura 84.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 6. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



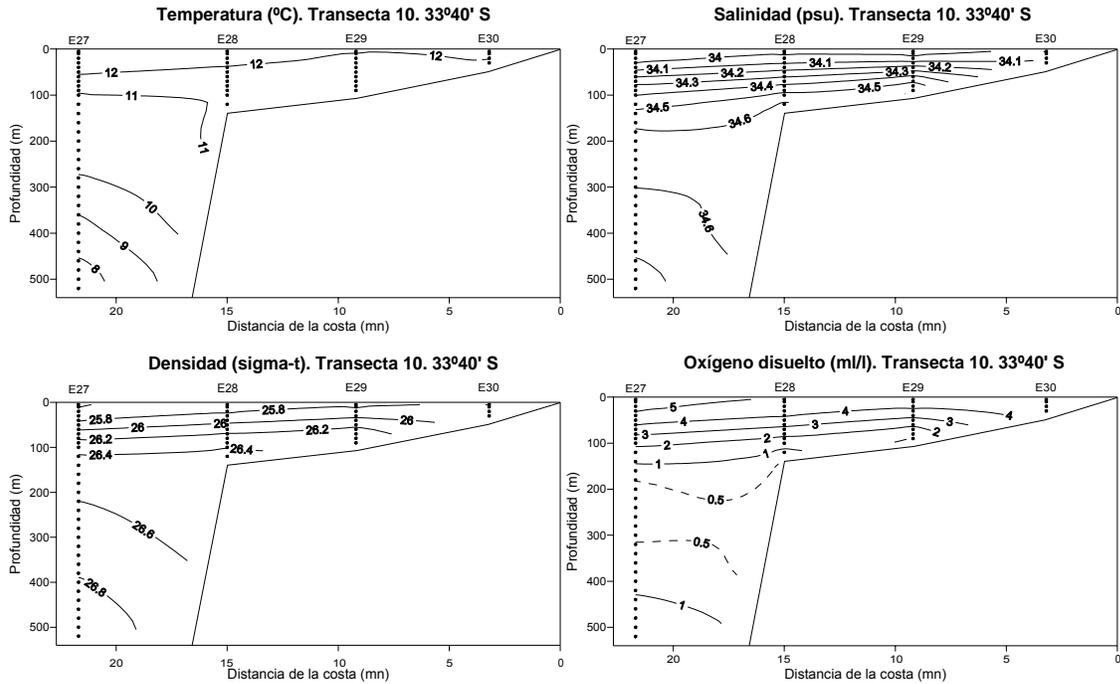
**Figura 85.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 7. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



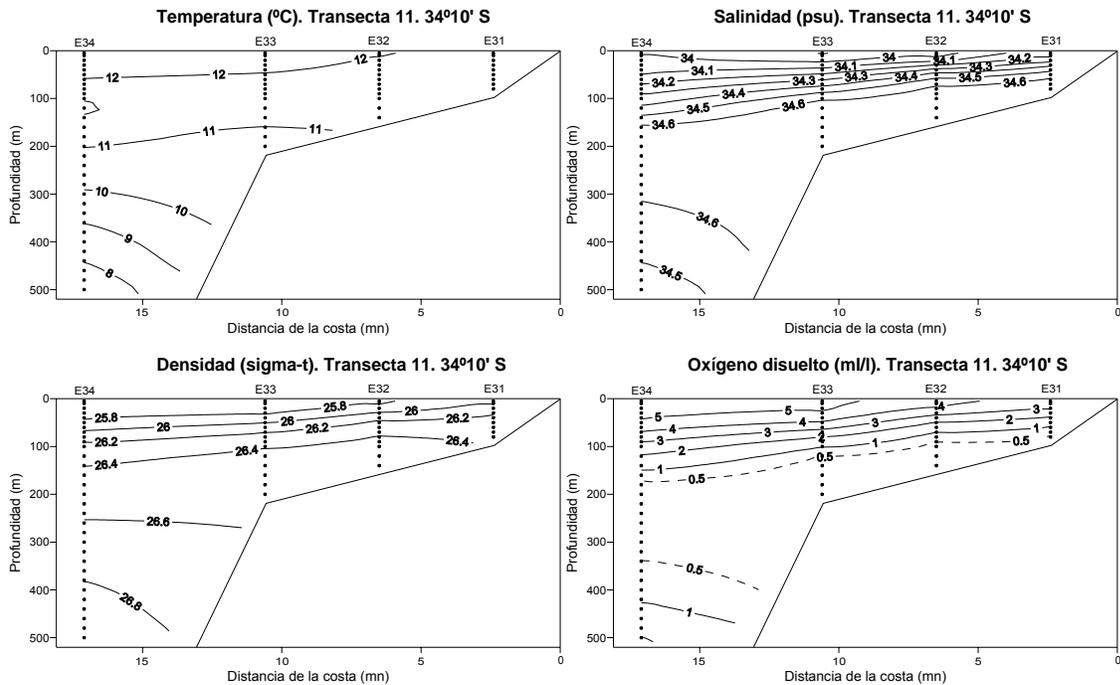
**Figura 86.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 8. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



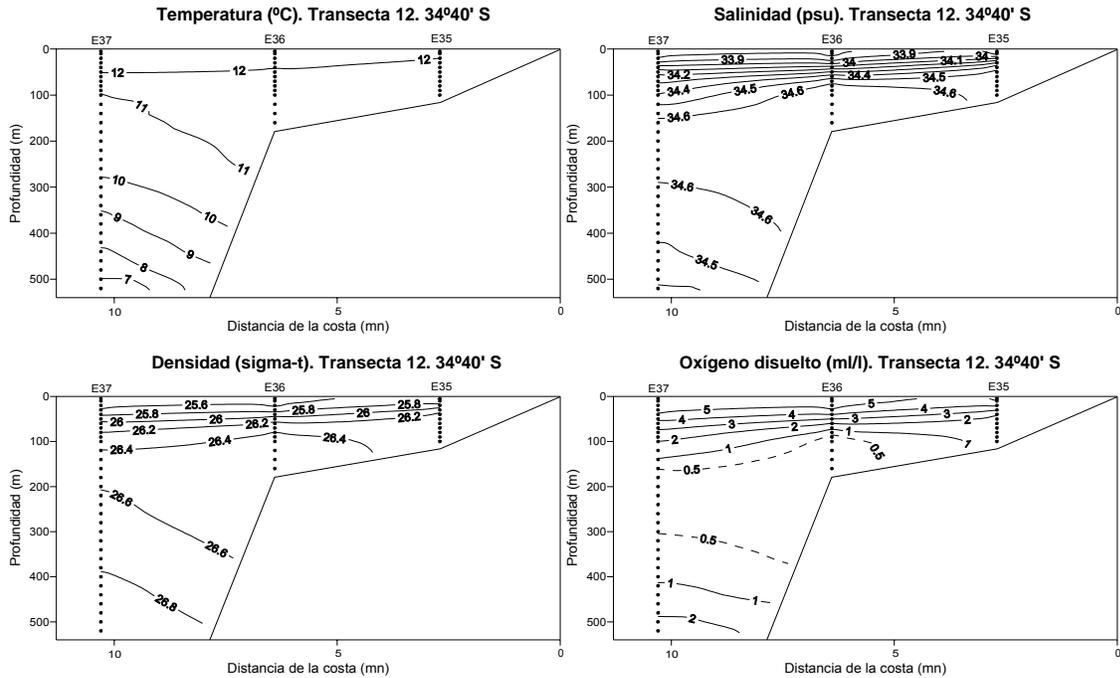
**Figura 87.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 9. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



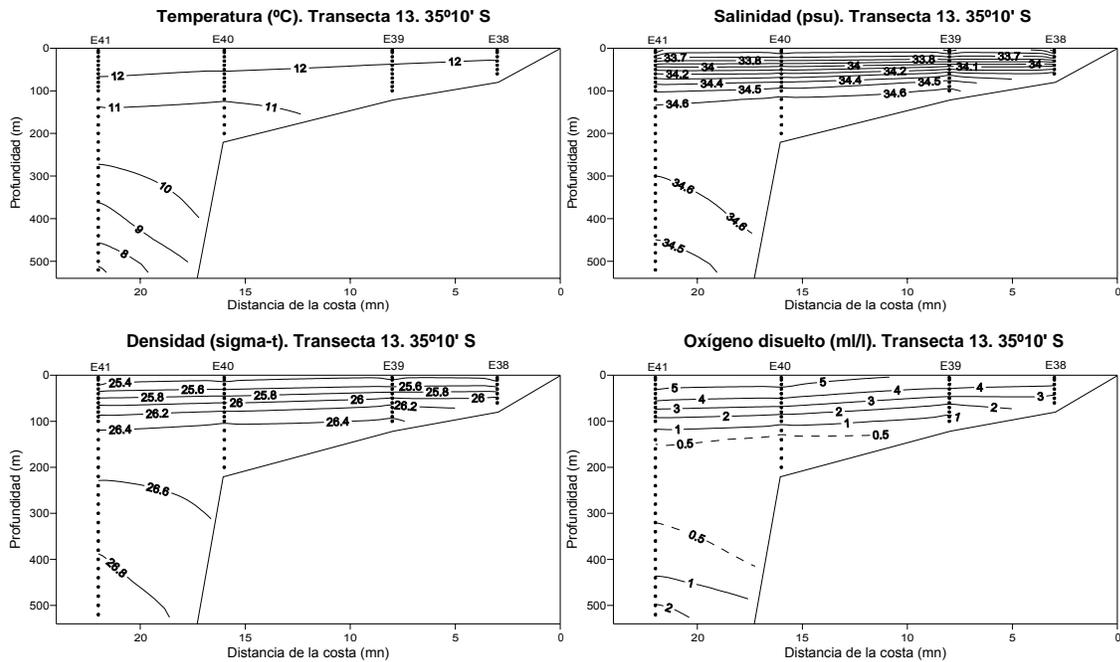
**Figura 88.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 10. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



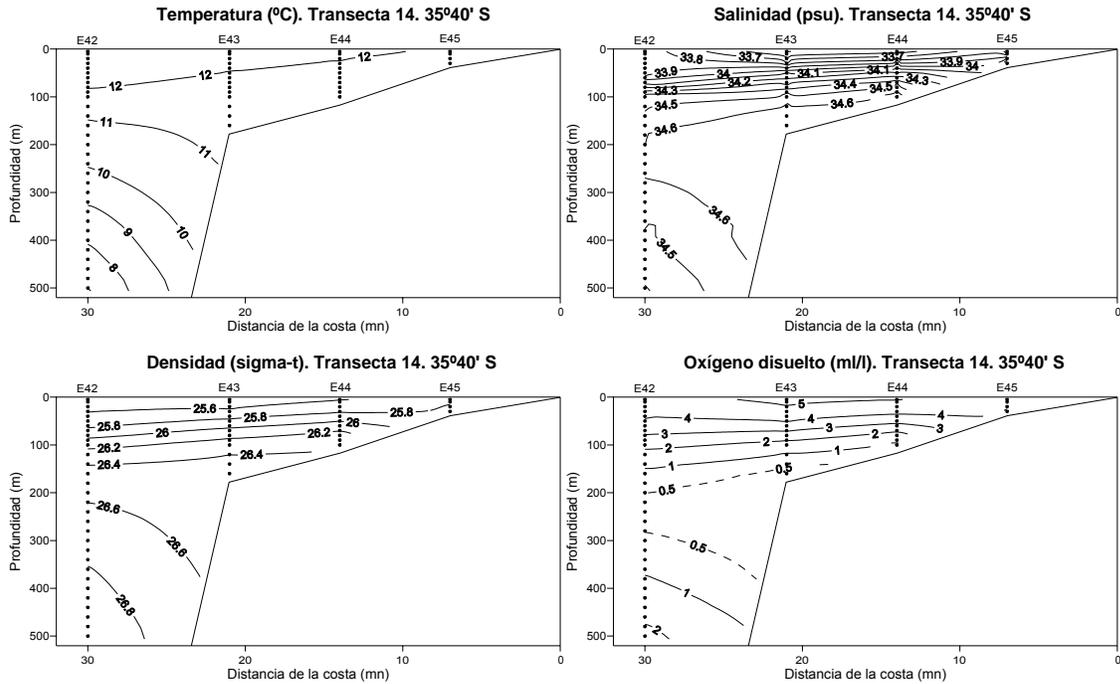
**Figura 89.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 11. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



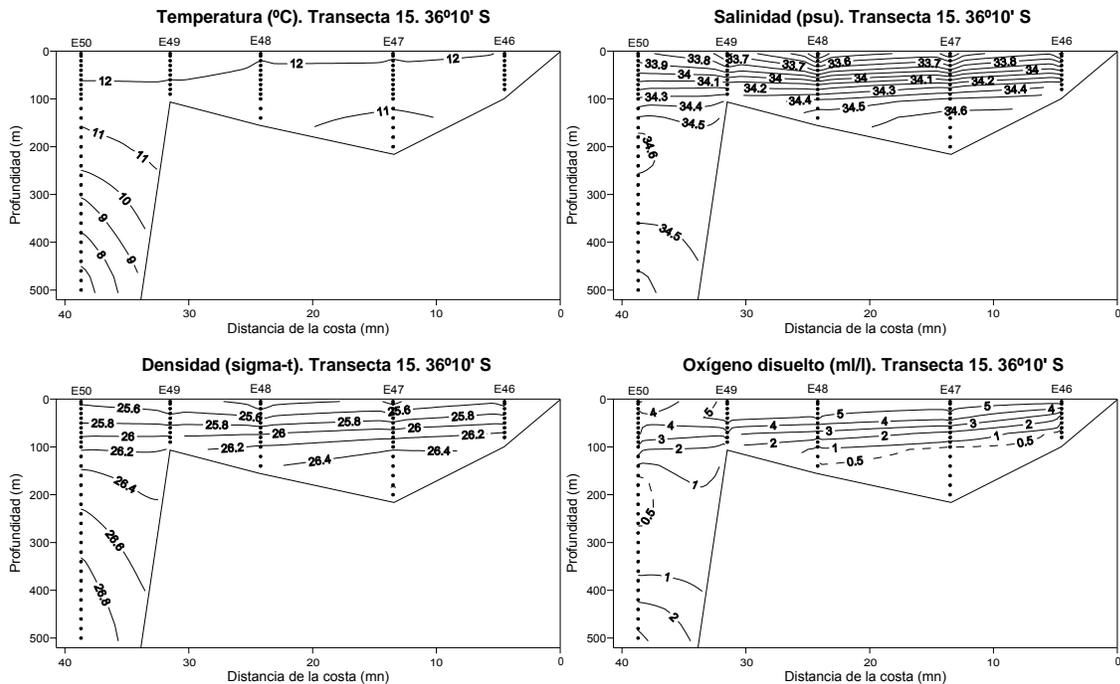
**Figura 90.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 12. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



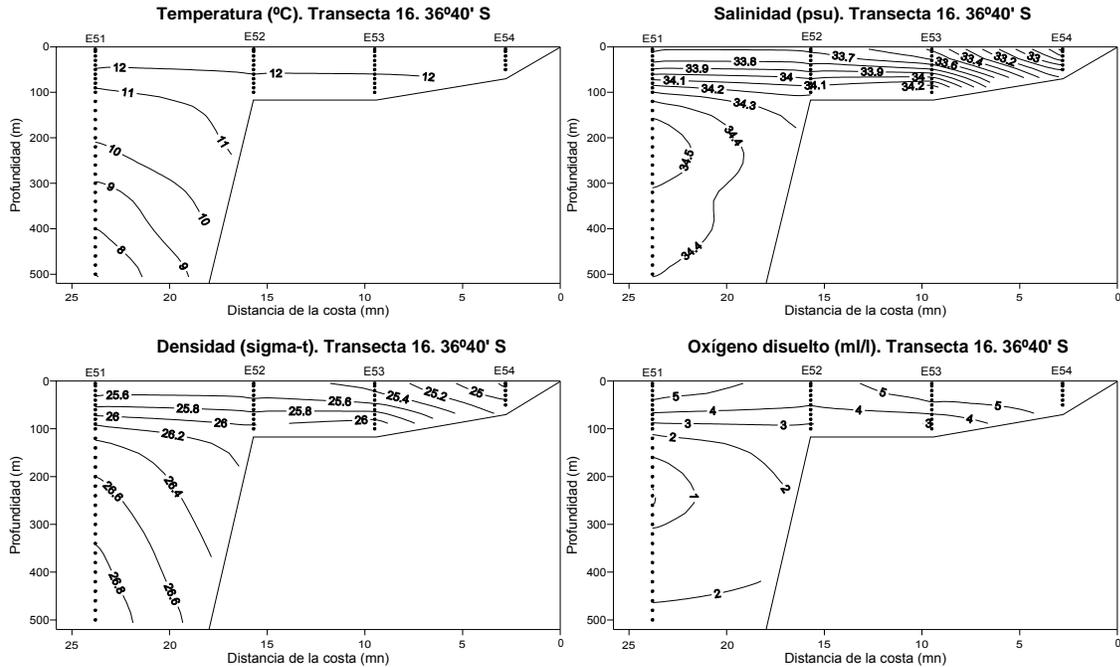
**Figura 91.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 13. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



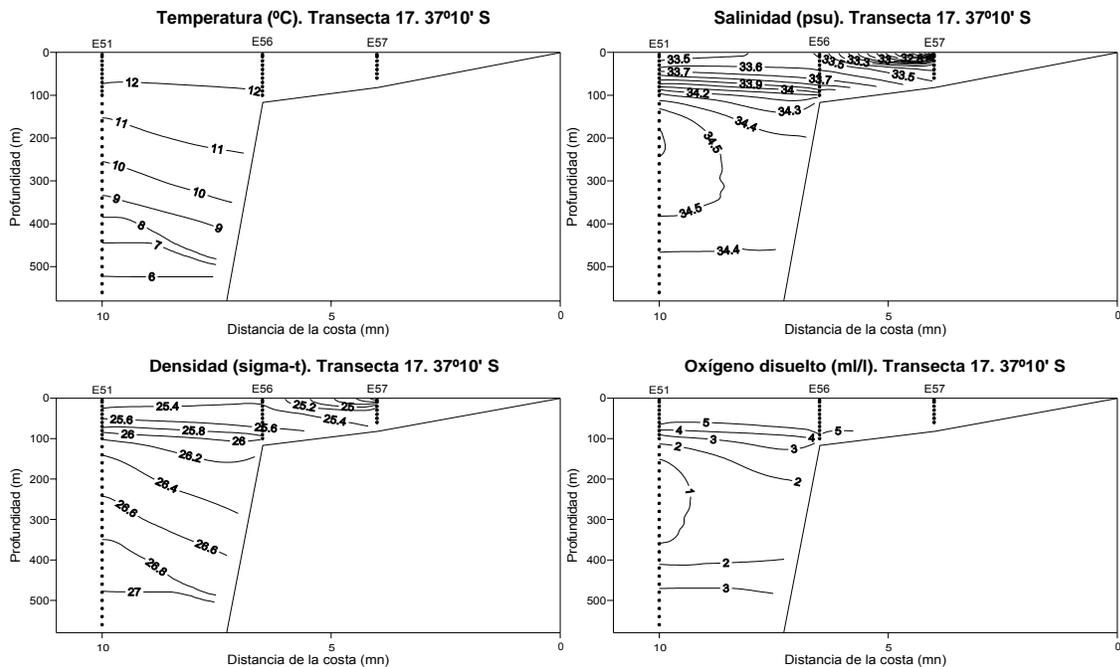
**Figura 92.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 14. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



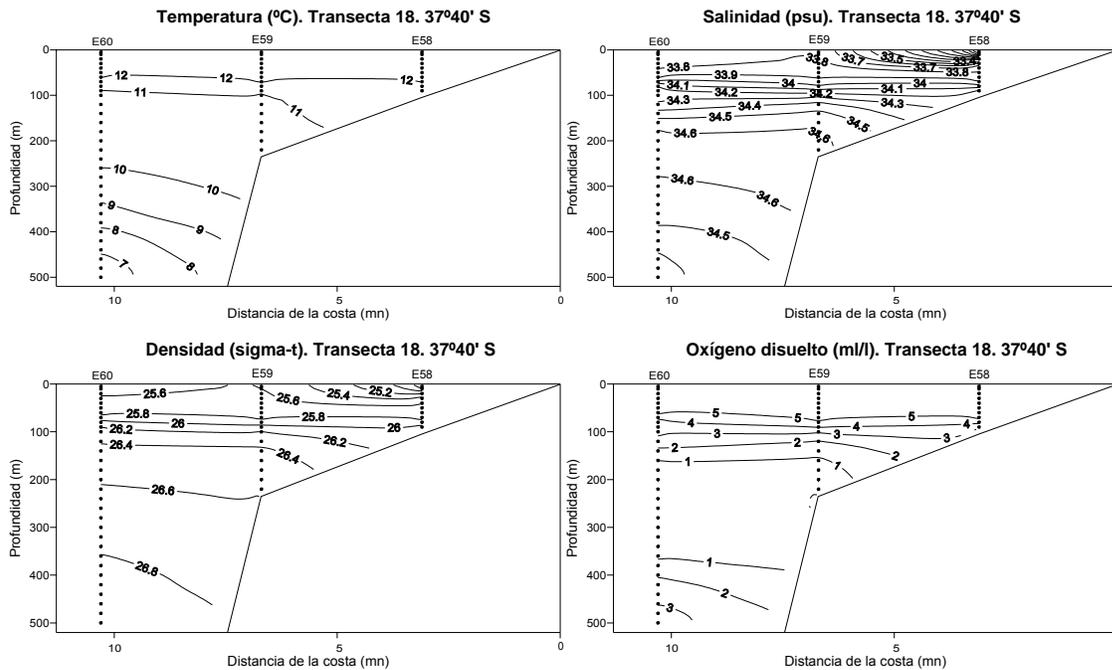
**Figura 93.** Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y ox3geno disuelto (ml/l). Transecta 15. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



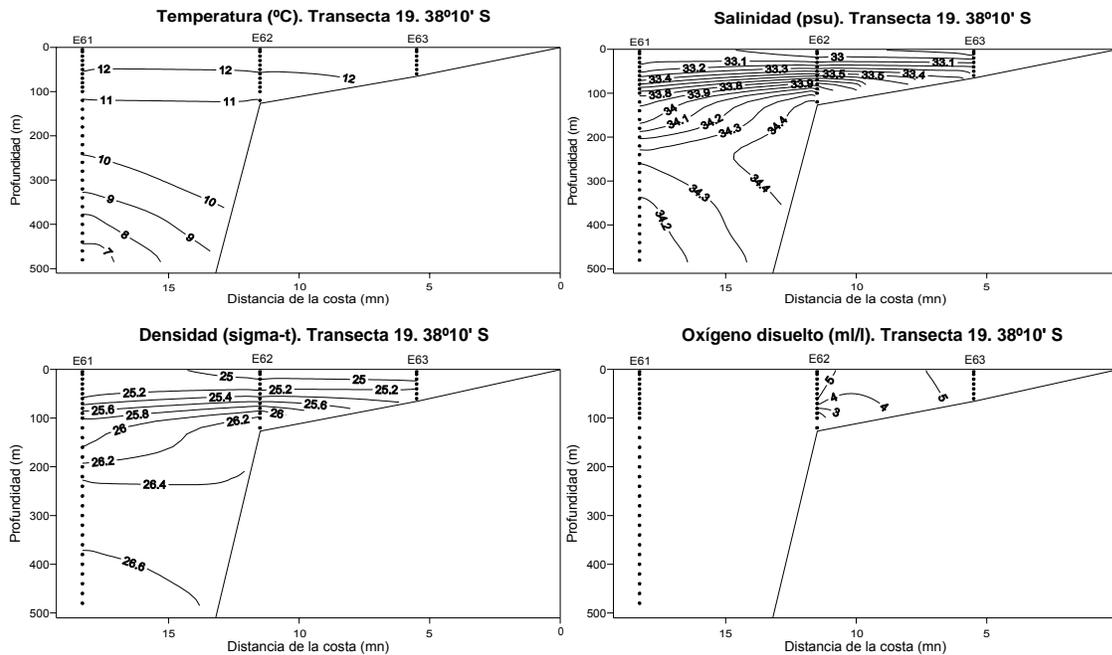
**Figura 94.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 16. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



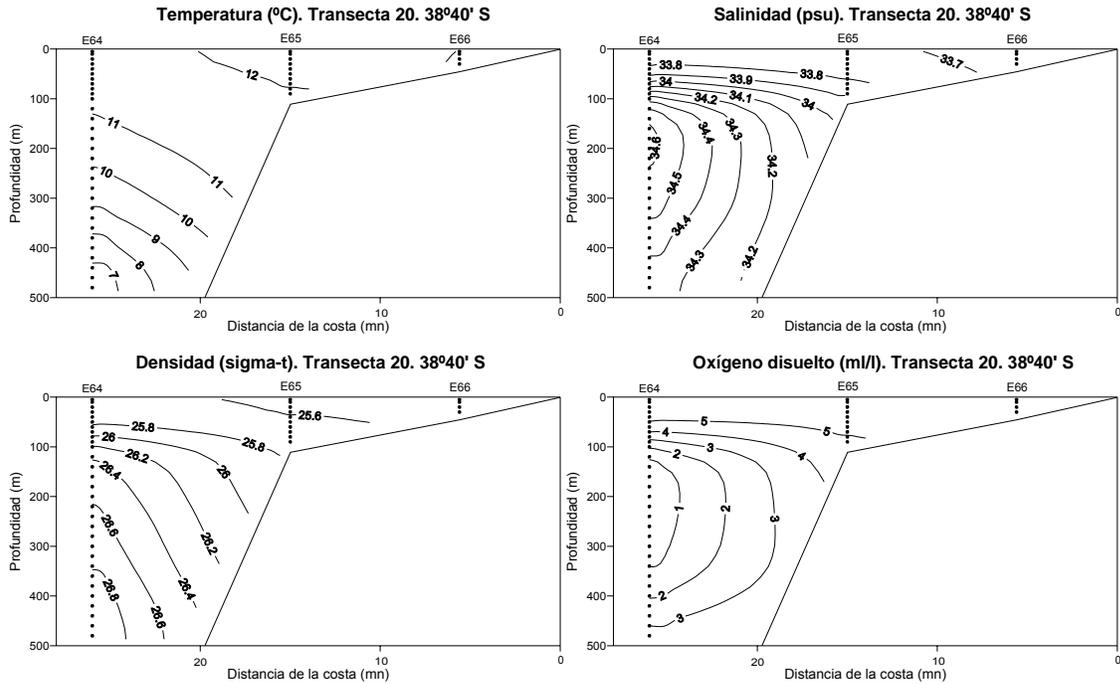
**Figura 95.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 17. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



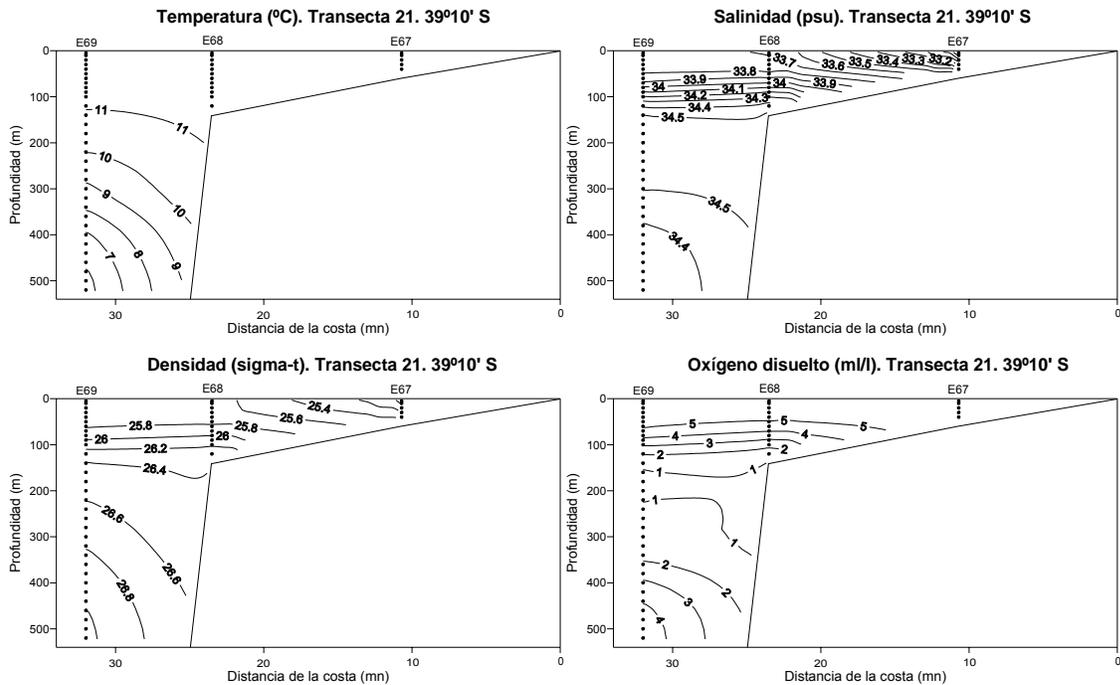
**Figura 96.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 18. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



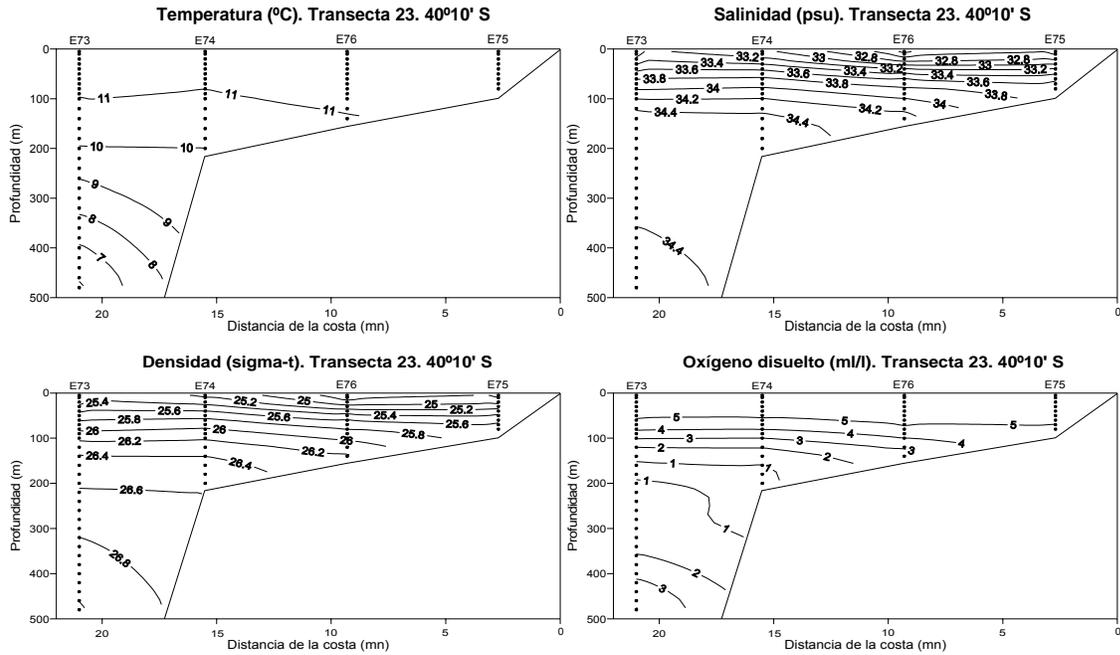
**Figura 97.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 19. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



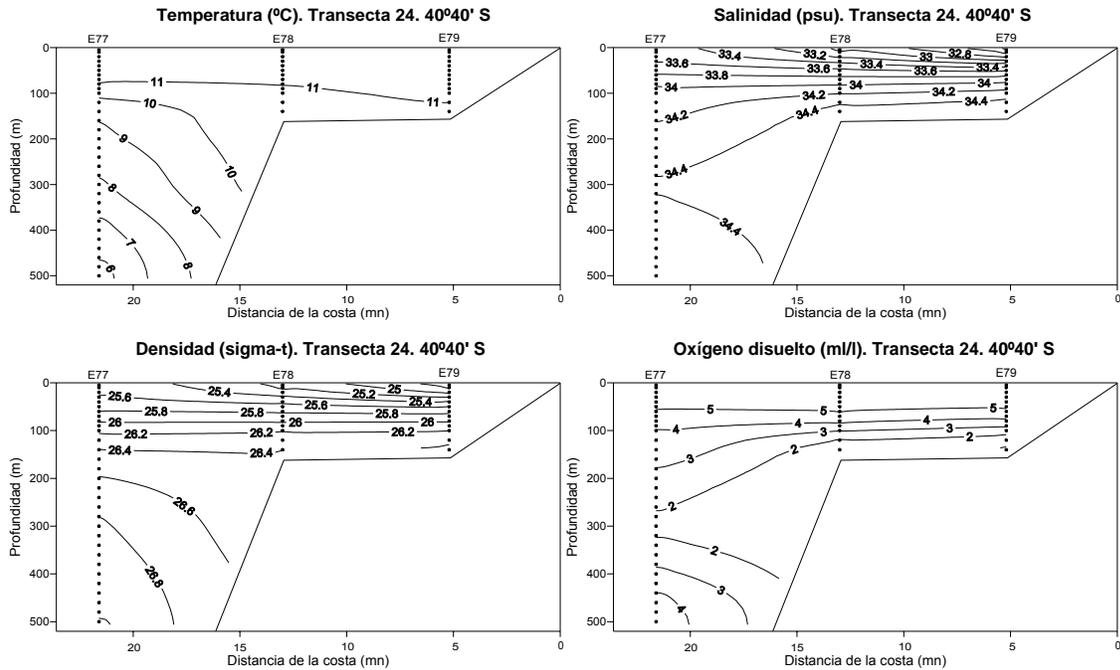
**Figura 98.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 20. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



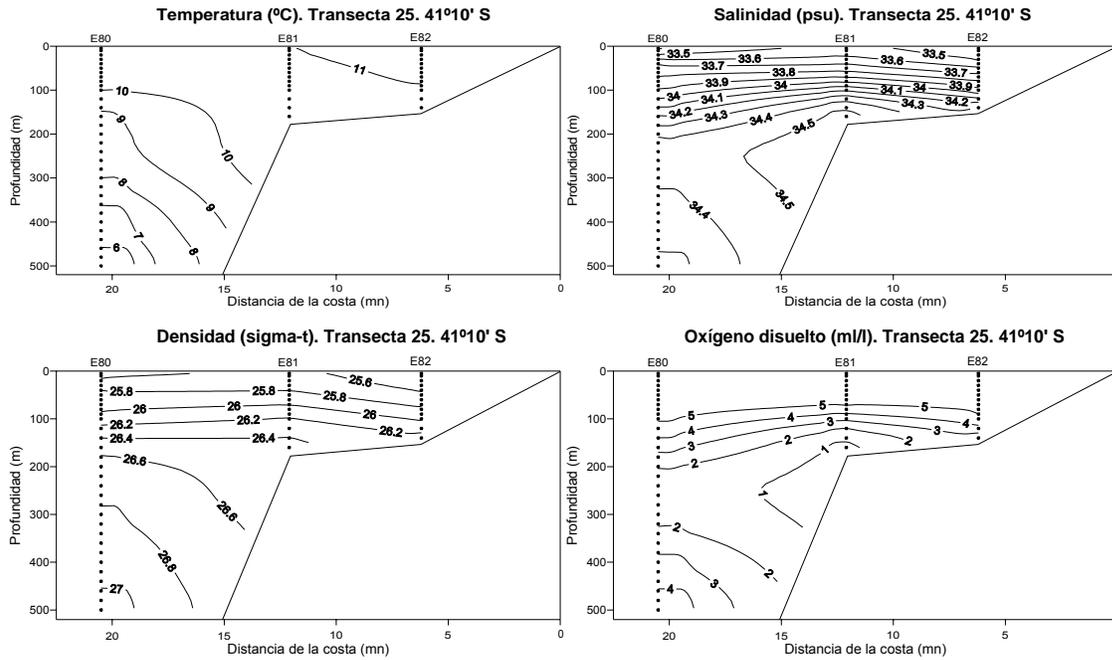
**Figura 99.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 21. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



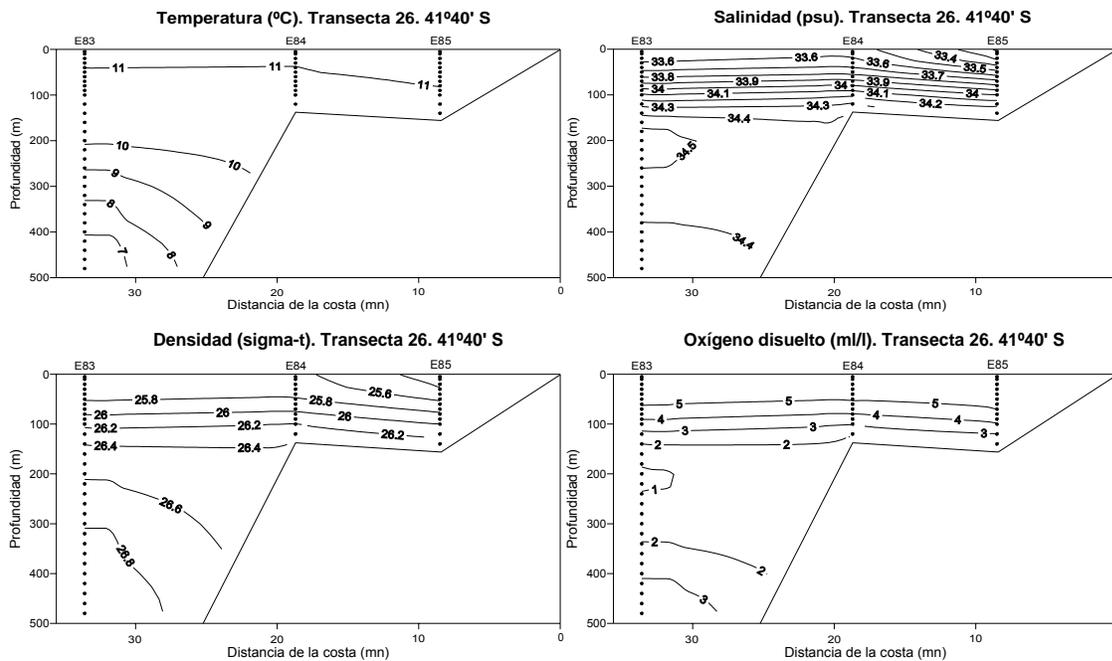
**Figura 100.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 23. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



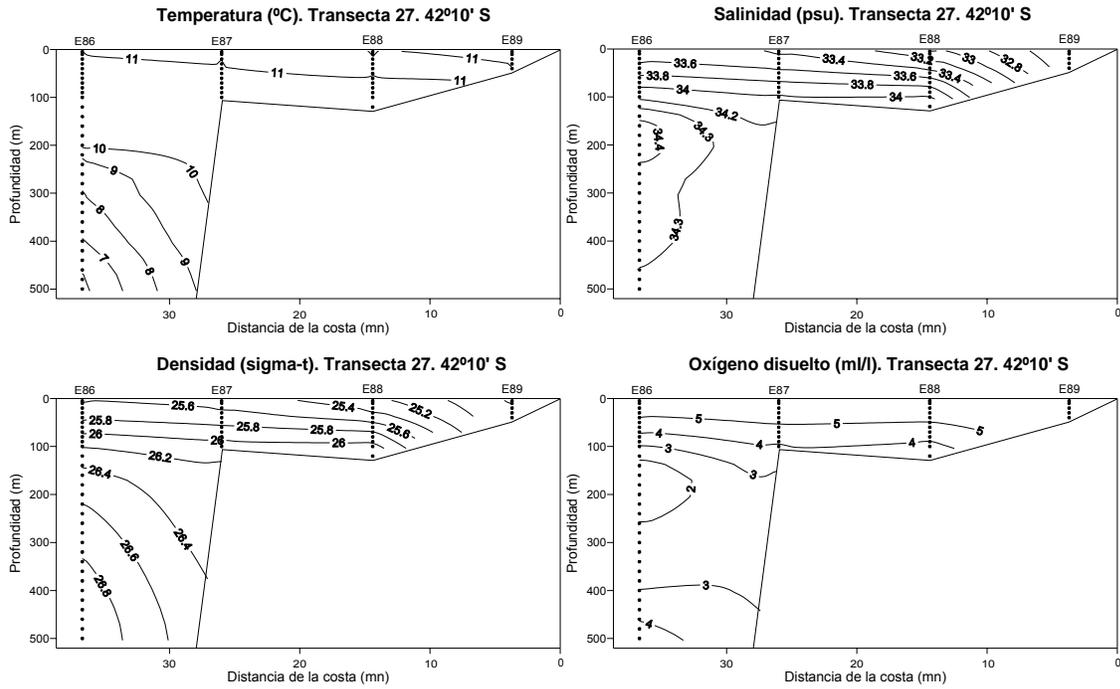
**Figura 101.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 24. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



**Figura 102.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 25. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



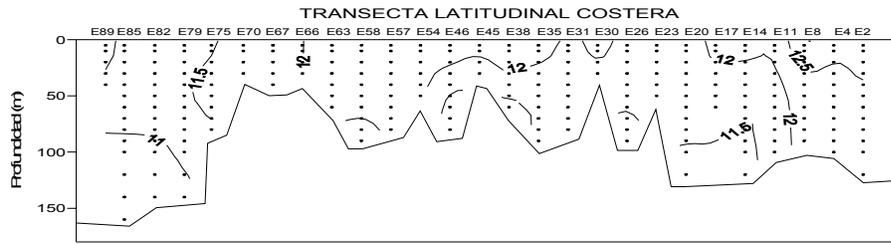
**Figura 103.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 26. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



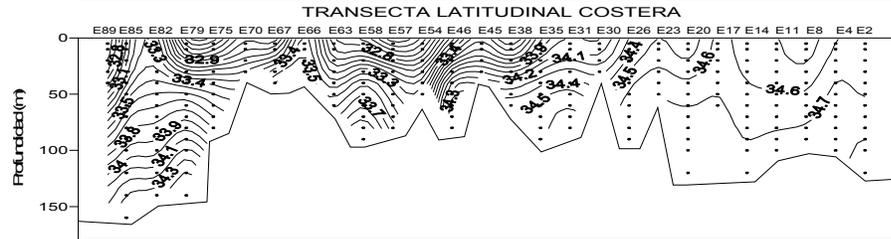
**Figura 104.** Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 27. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



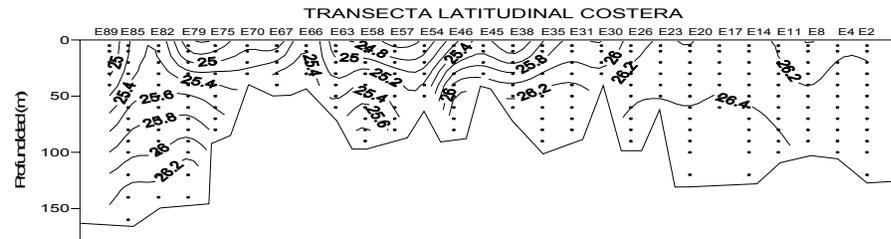
(A)



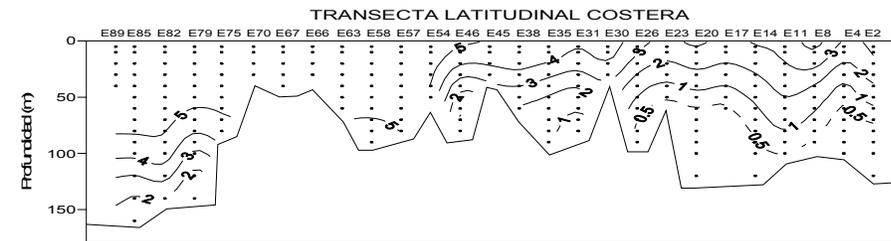
(B)



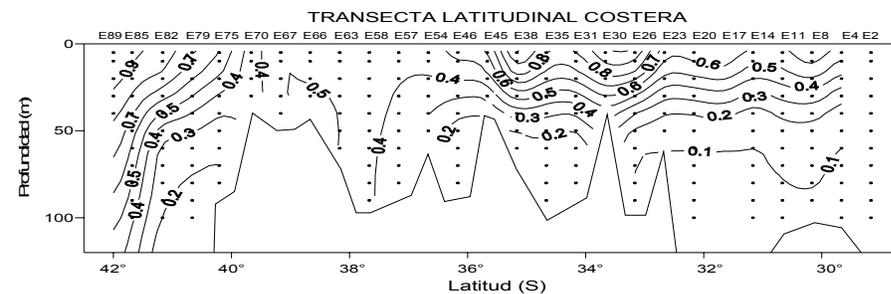
(C)



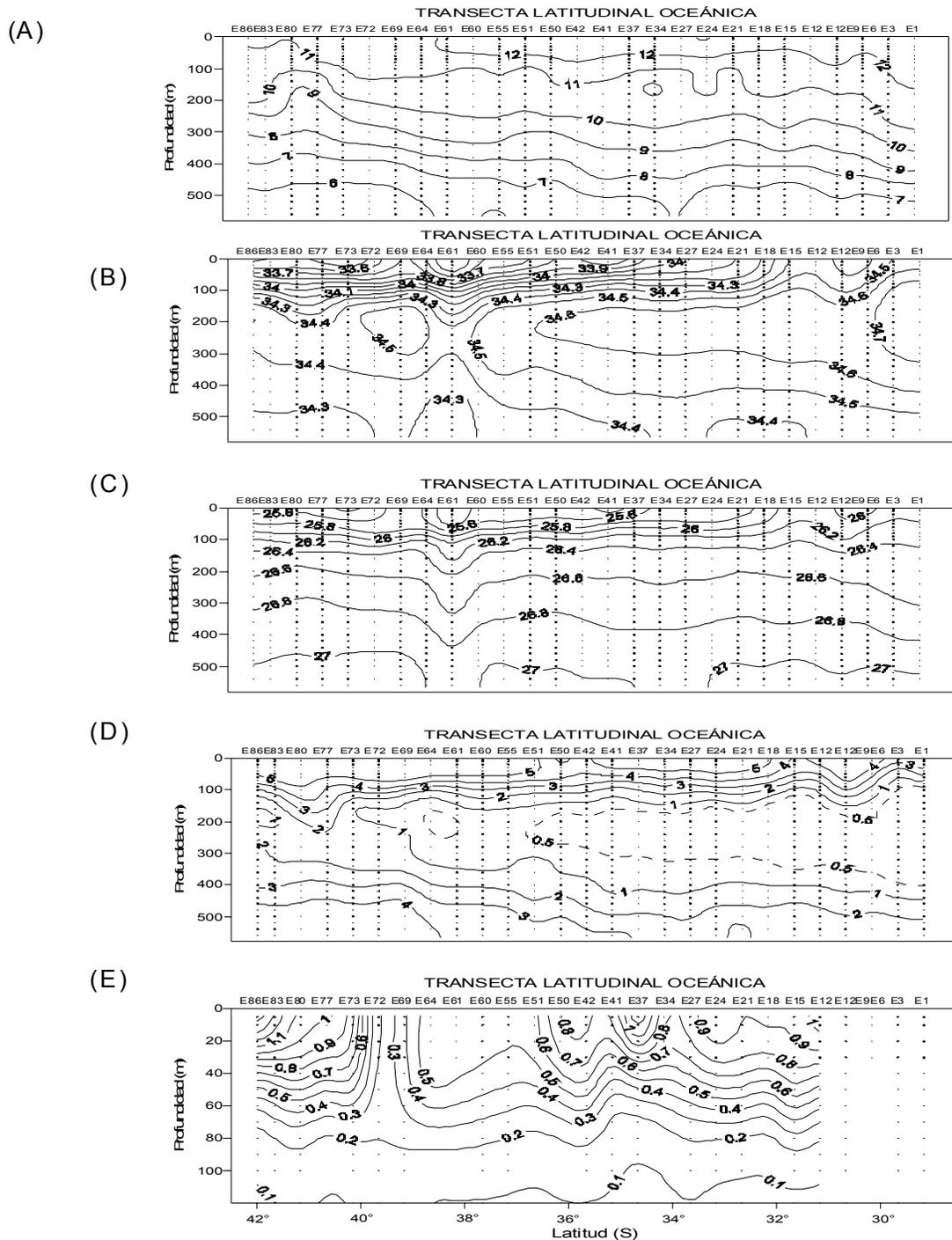
(D)



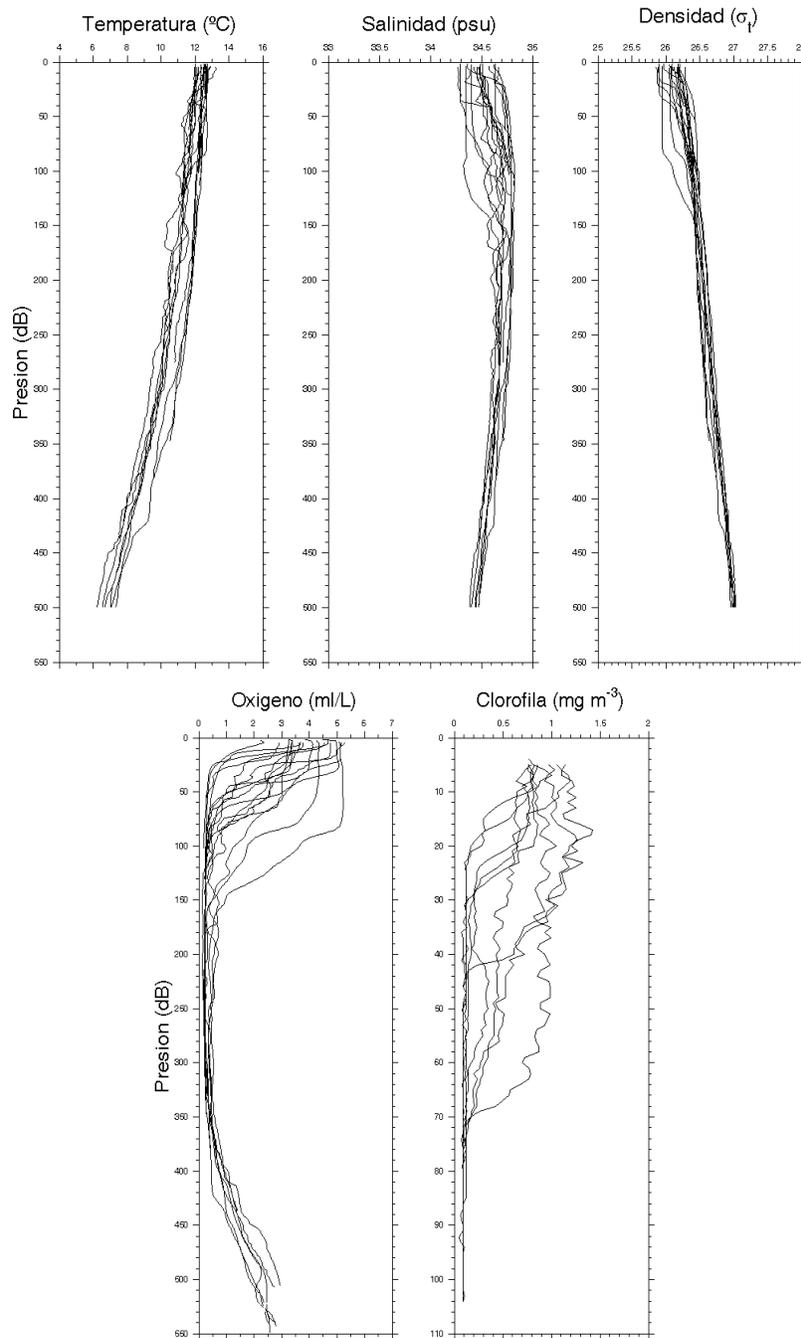
(E)



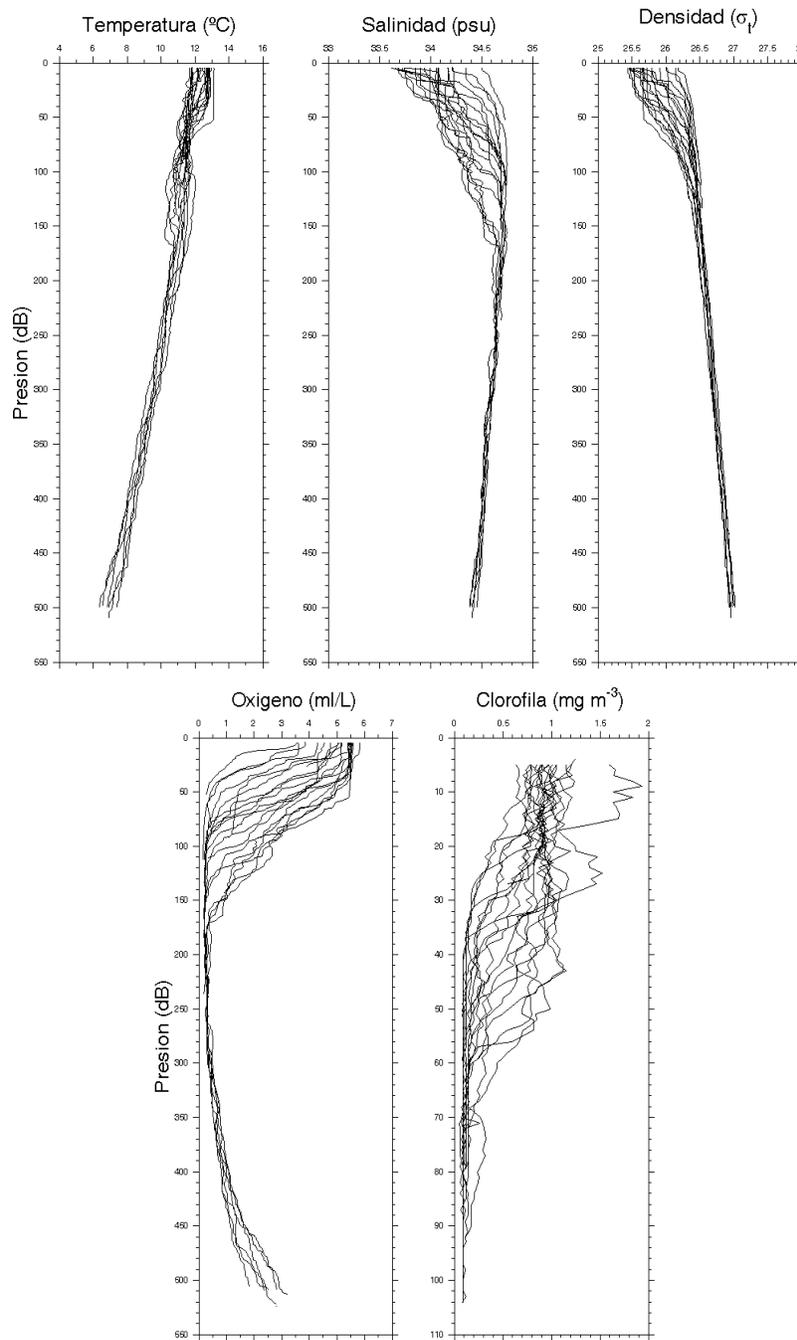
**Figura 105.** Secciones verticales de (A) temperatura (°C), (B) salinidad (psu), (C) densidad ( $\sigma_t$ ), (D) oxígeno disuelto (ml/l) y (E) clorofila-a ( $\text{mg/m}^3$ ) para la transecta latitudinal costera. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



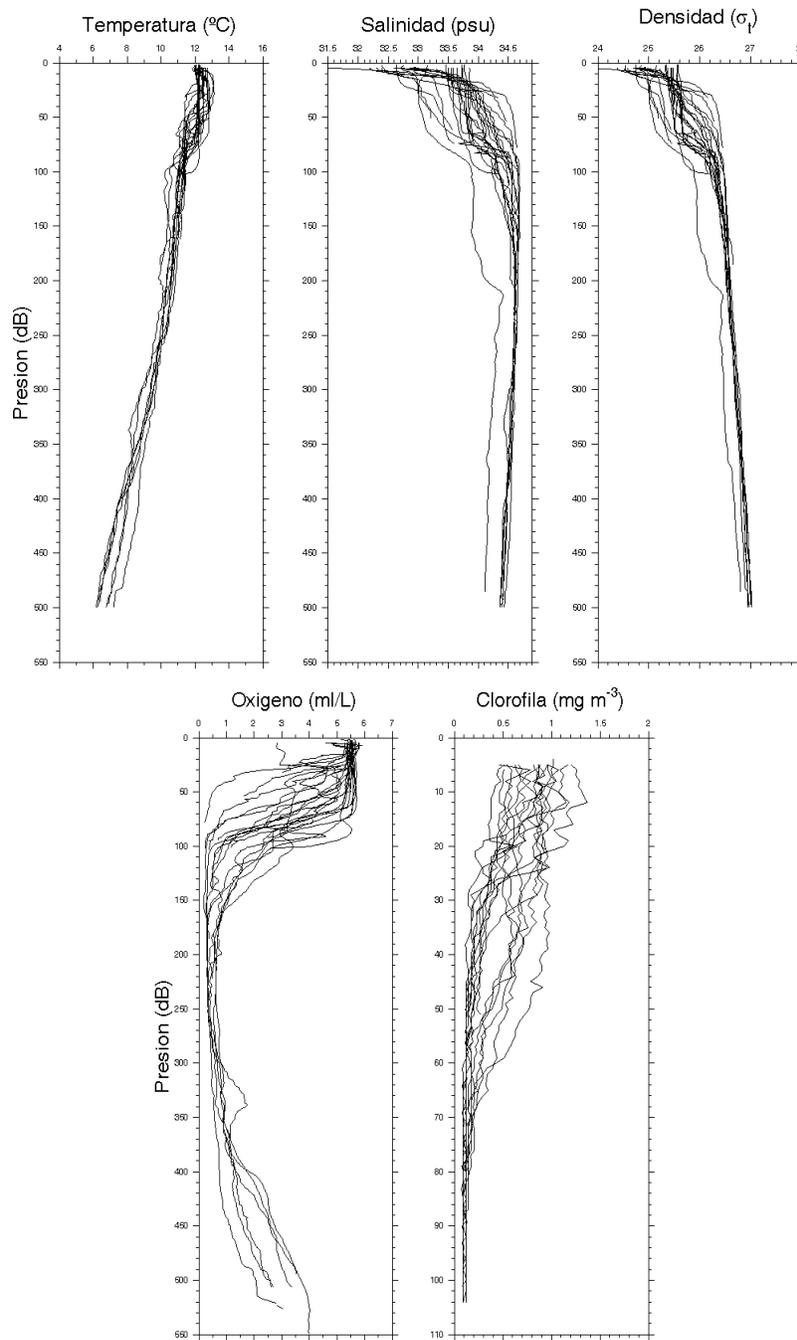
**Figura 106.** Secciones verticales de (A) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (B) salinidad (psu), (C) densidad ( $\sigma_t$ ), (D) oxígeno disuelto (ml/l) y (E) clorofila-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) para la transecta latitudinal oceánica. Crucero (Agosto-Septiembre 2008).



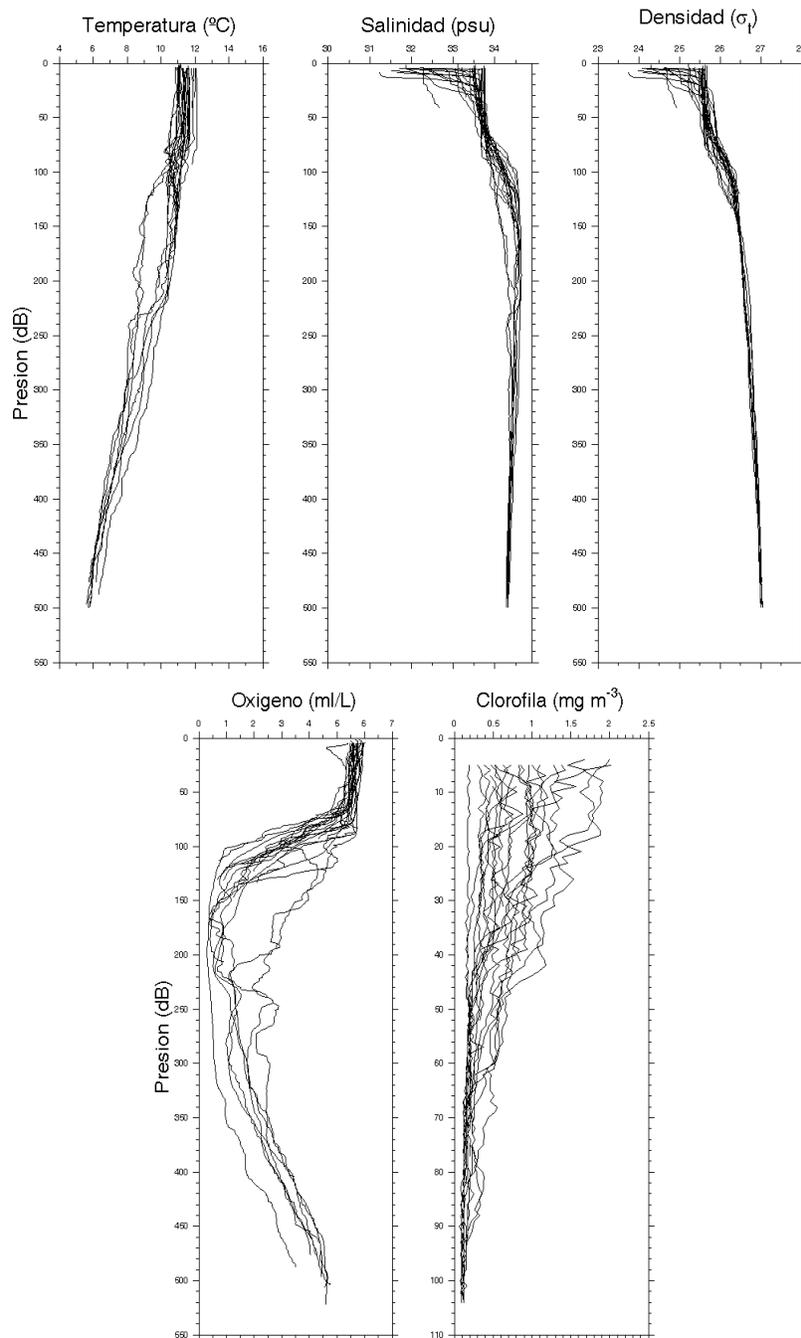
**Figura 107.** Perfiles verticales individuales de temperatura ( $^{\circ}C$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno disuelto (ml/l) y clorofila a ( $mg/m^3$ ) para las estaciones ubicadas en la zona norte ( $29^{\circ}00' - 32^{\circ}00'S$ ). Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



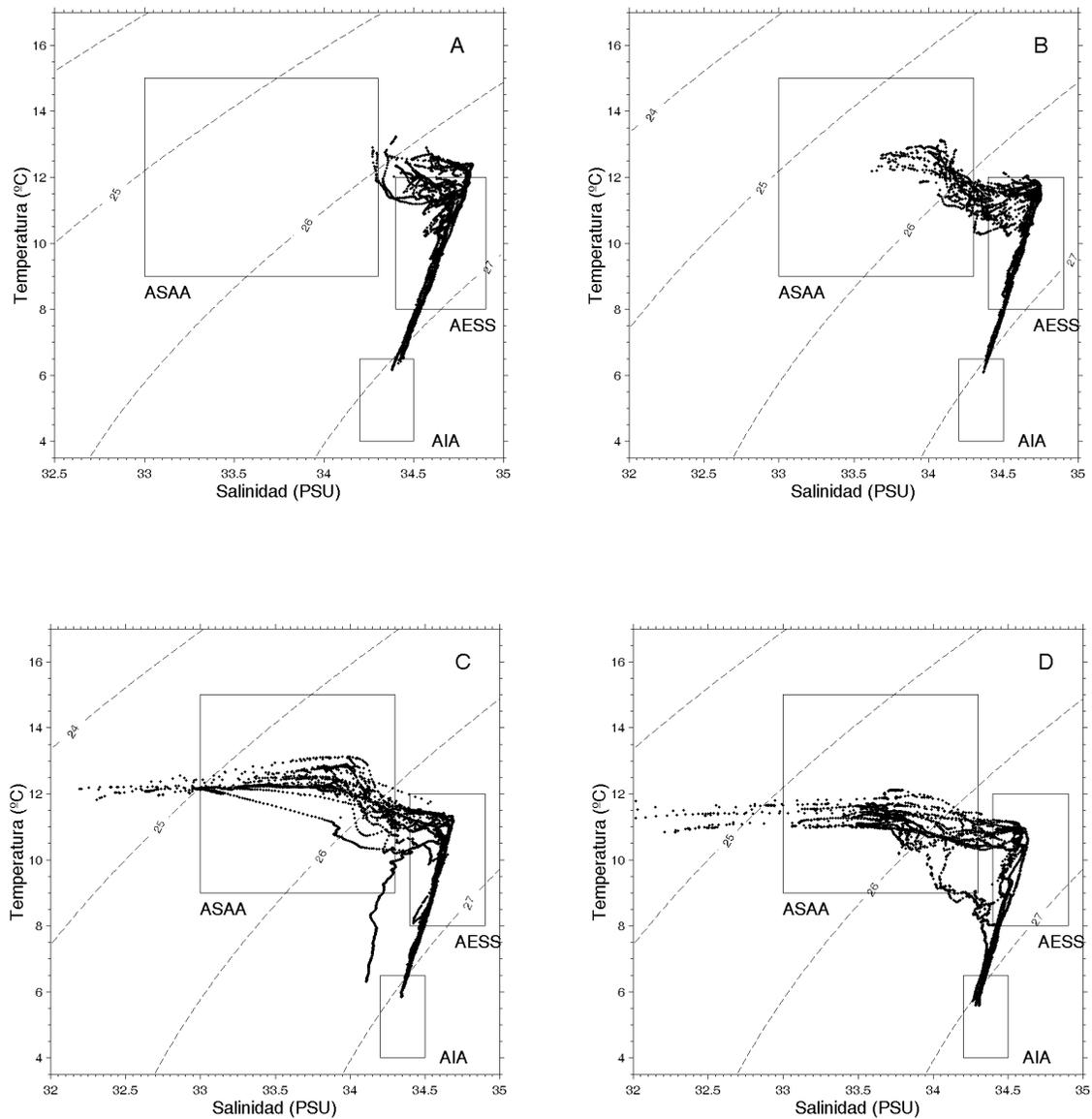
**Figura 108.** Perfiles verticales individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno disuelto (ml/l) y clorofila a ( $\text{mg/m}^3$ ) para las estaciones ubicadas en la zona centro-norte ( $32^{\circ}00' - 35^{\circ}00'S$ ). Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



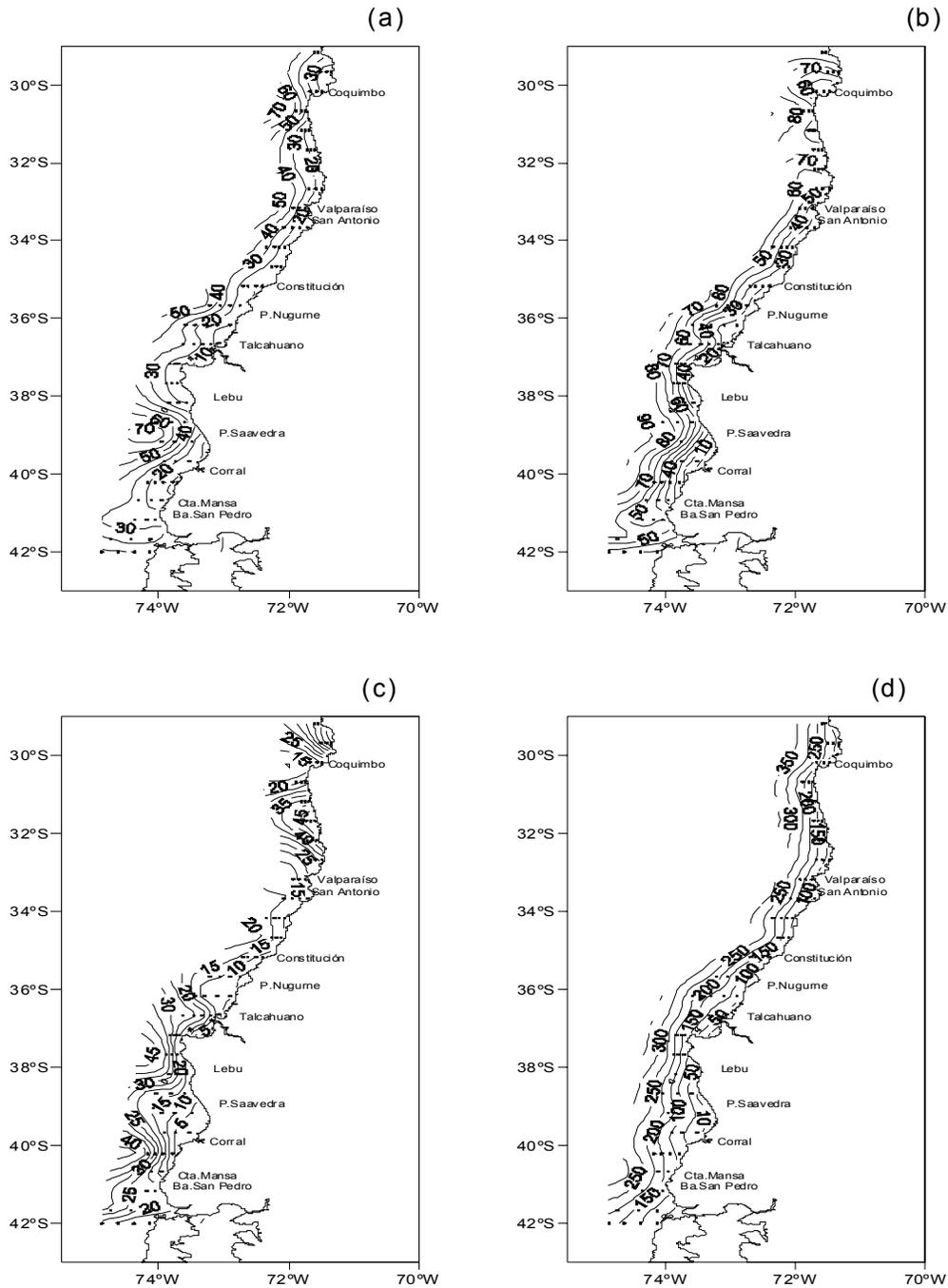
**Figura 109.** Perfiles verticales individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno disuelto (ml/l) y clorofila a ( $\text{mg/m}^3$ ) para las estaciones ubicadas en la zona centro-sur ( $35^{\circ}00' - 38^{\circ}30'S$ ). Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



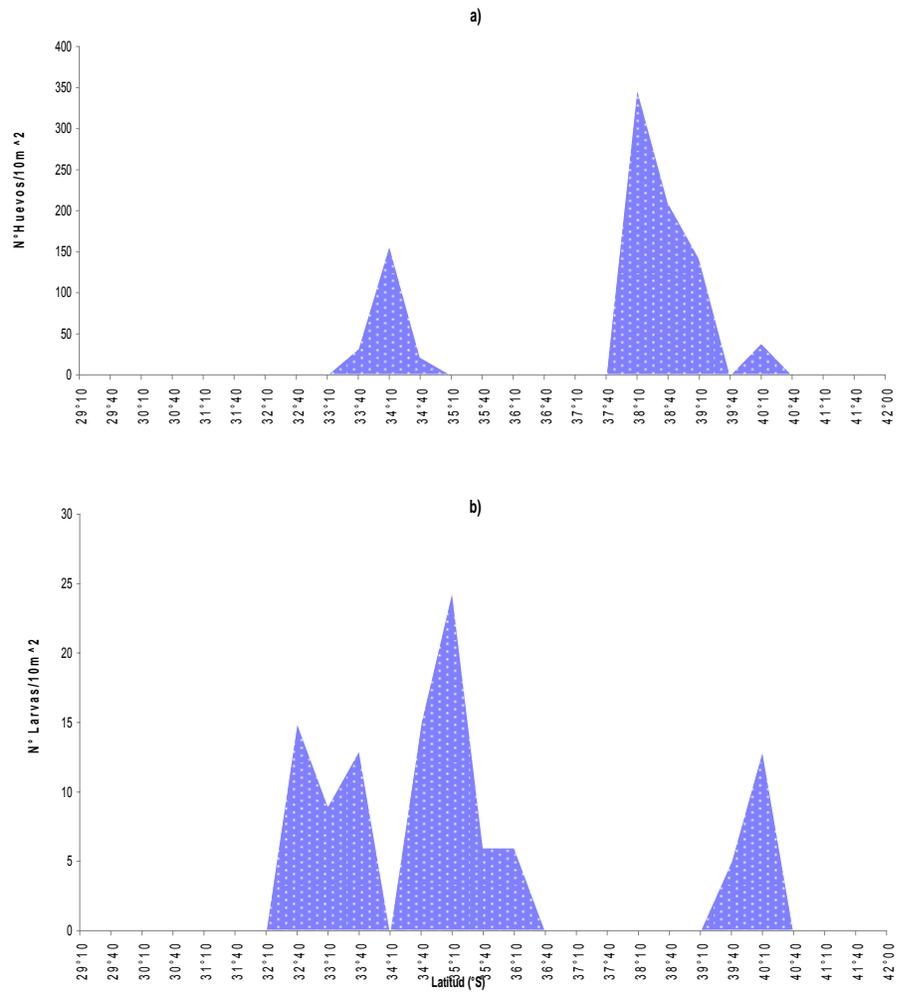
**Figura 110.** Perfiles verticales individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno disuelto (ml/l) y clorofila a ( $\text{mg/m}^3$ ) para las estaciones ubicadas en la zona sur ( $38^{\circ}30' - 42^{\circ}00'S$ ). Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



**Figura 111.** Diagrama TS para: (a) región norte, b) región centro-norte, c) región centro-sur y d) región sur. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



**Figura 112.** Distribuci3n horizontal de (a) profundidad capa de mezcla (m), (b) profundidad base de la termocline (m), (c) espesor de la termocline (m) y (d) profundidad del m3nimo de ox3geno. Crucero invernal (Agosto-Septiembre 2008).



**Figura 113.** Abundancia promedio de huevos (a) y larvas (b) de merluza com3n, con respecto a la latitud. Crucero Invierno 2008.

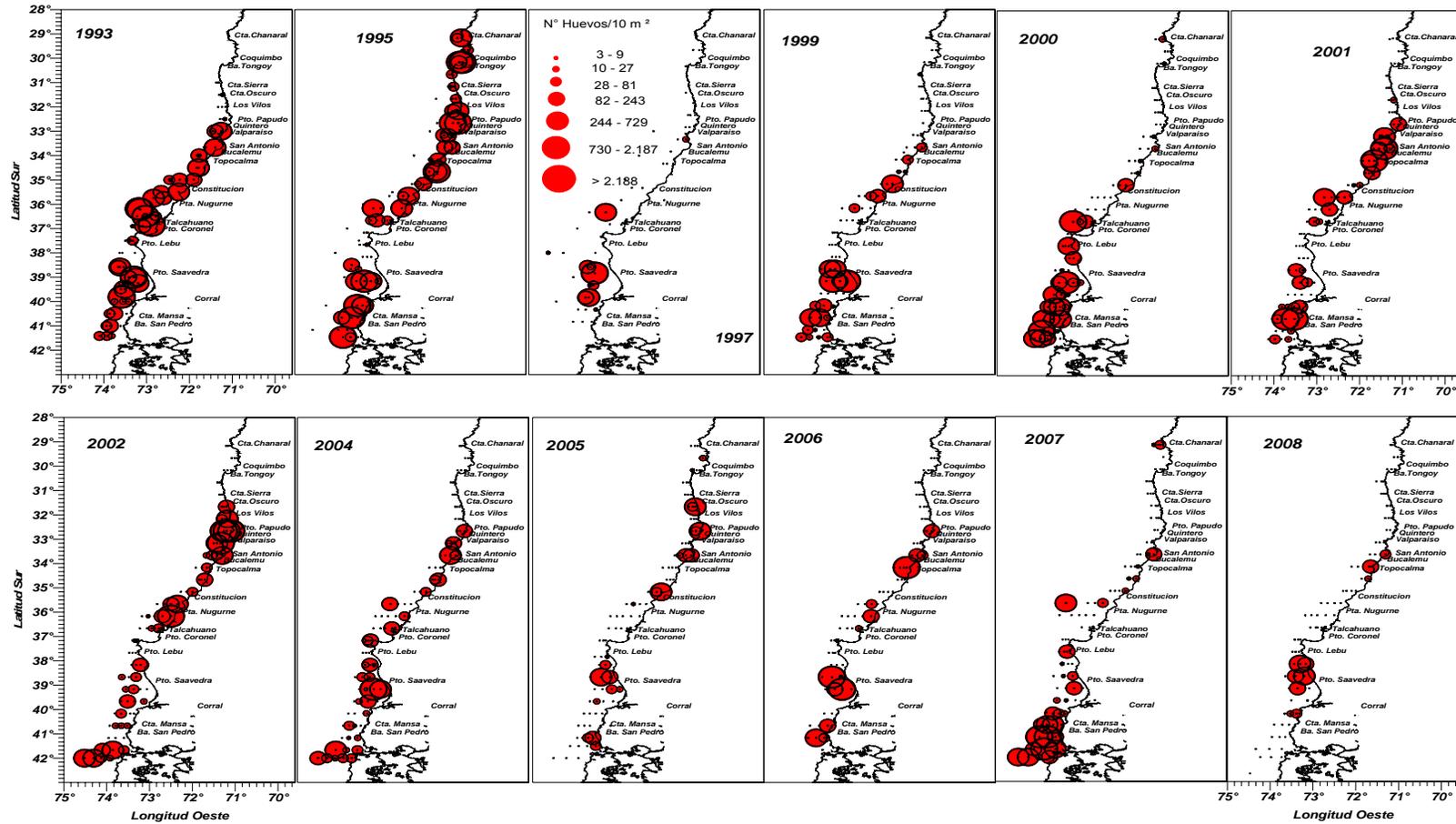


Figura 114. Distribución y abundancia de huevos de merluza común en invierno de los años 1993 - 2008.

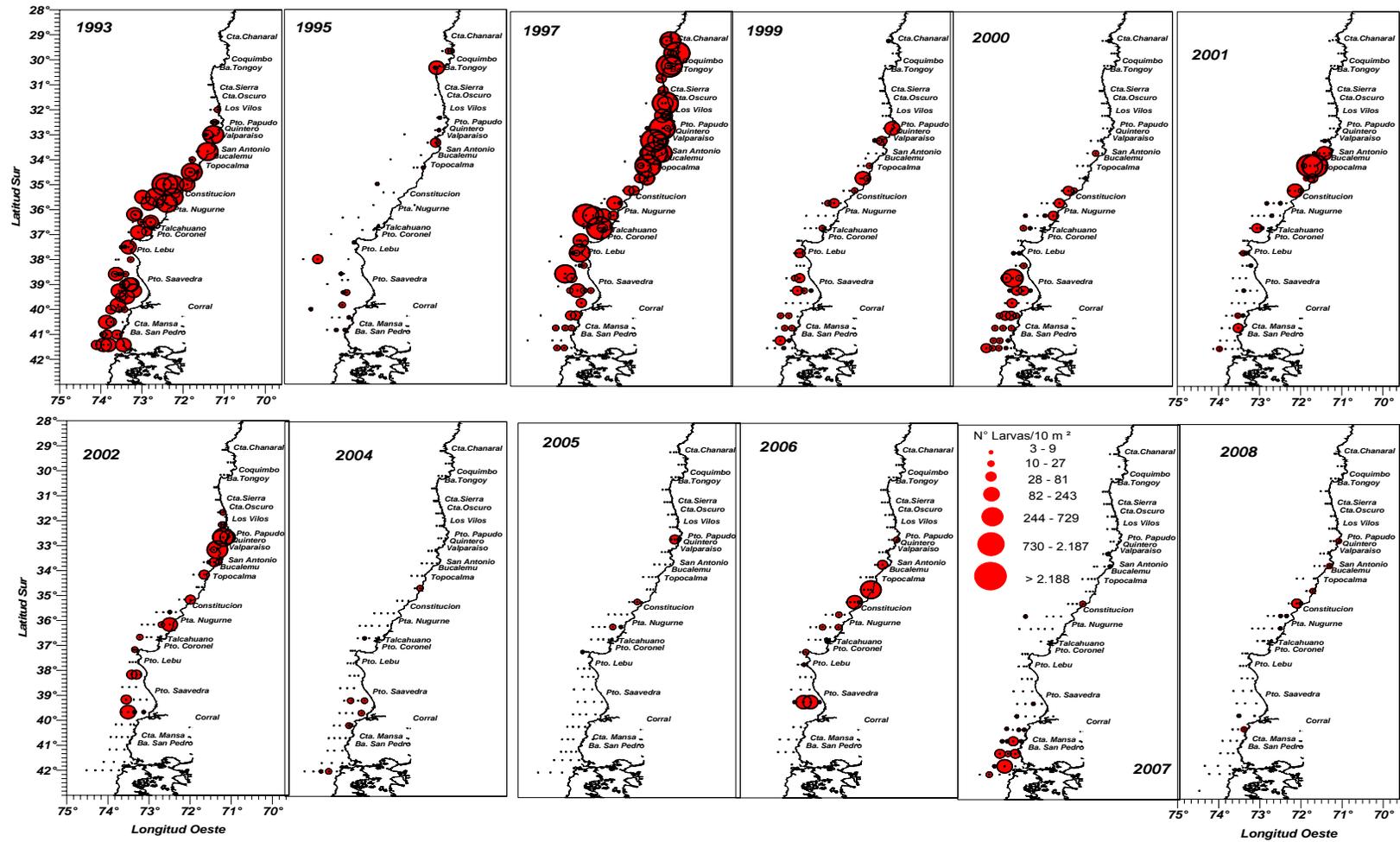
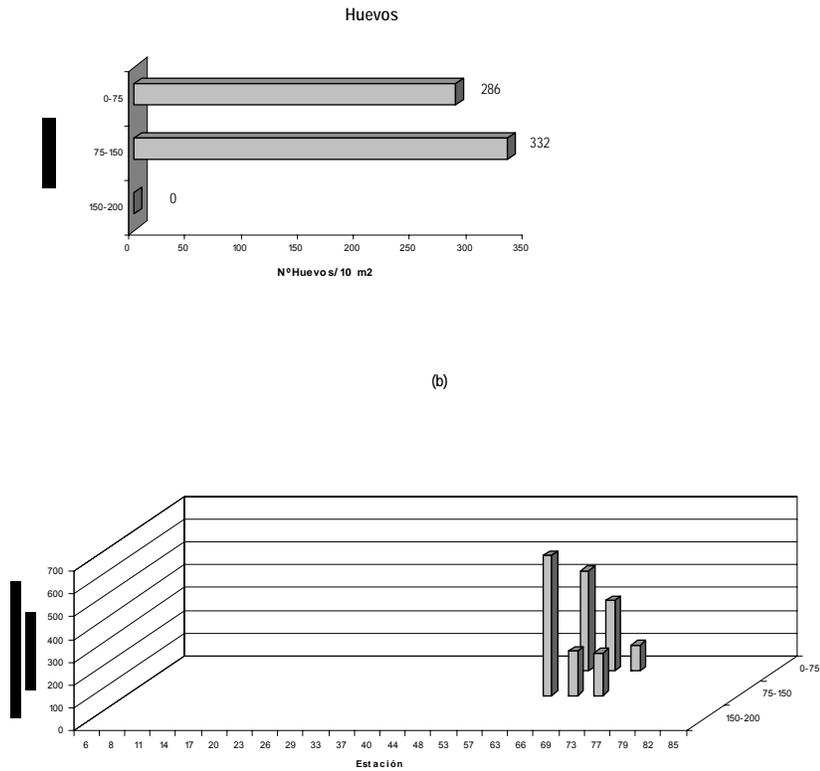
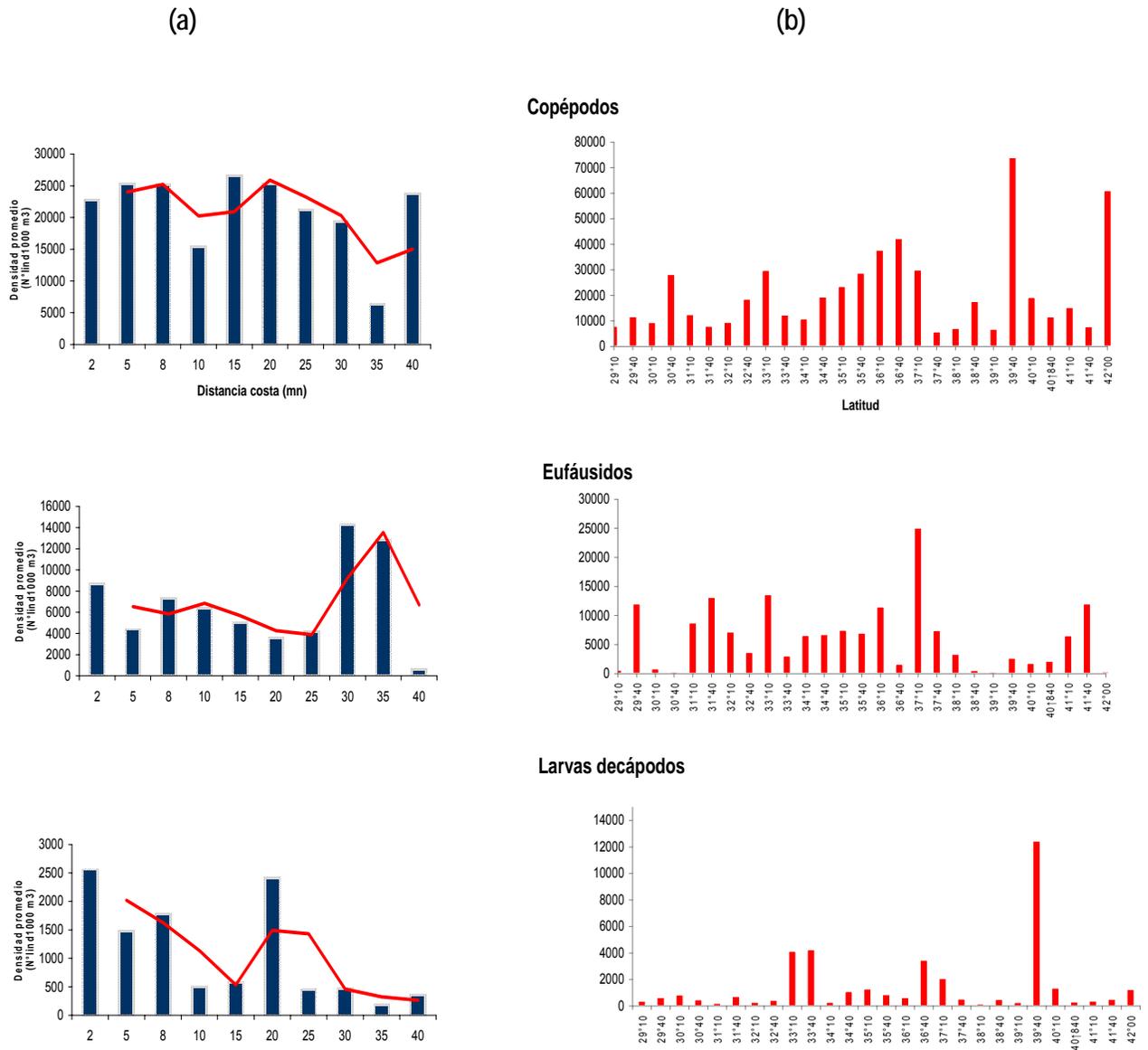


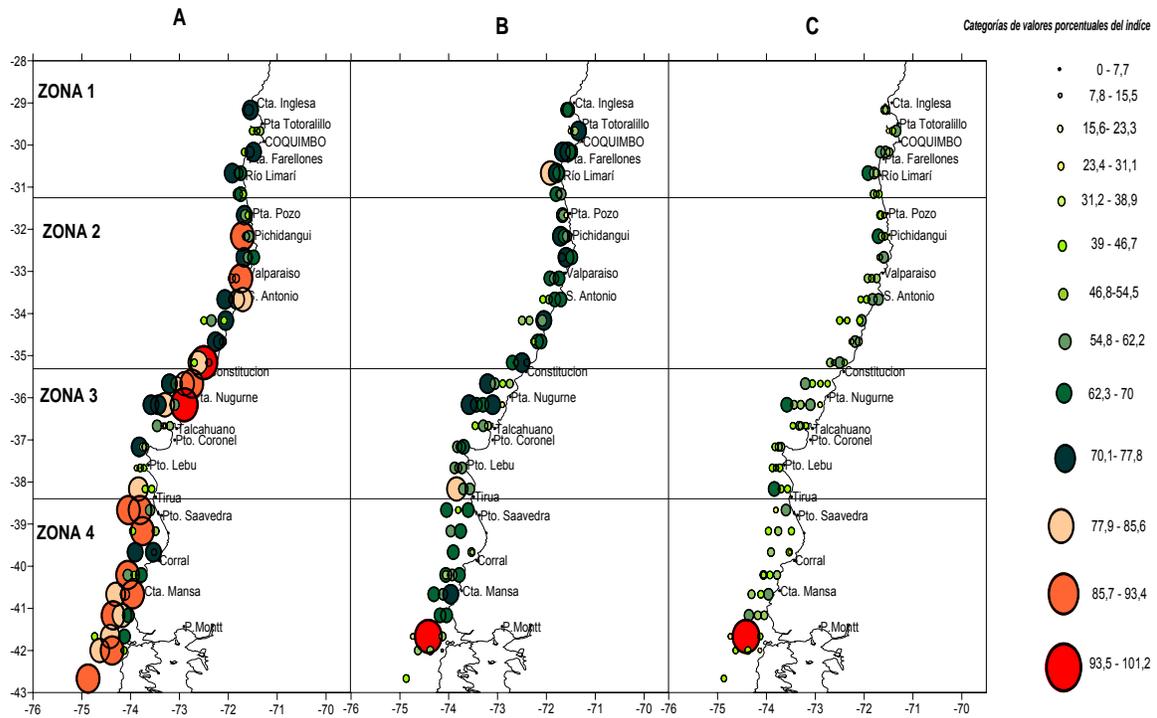
Figura 115. Distribución y abundancia de larvas de merluza común en invierno de los años 1993 - 2008.



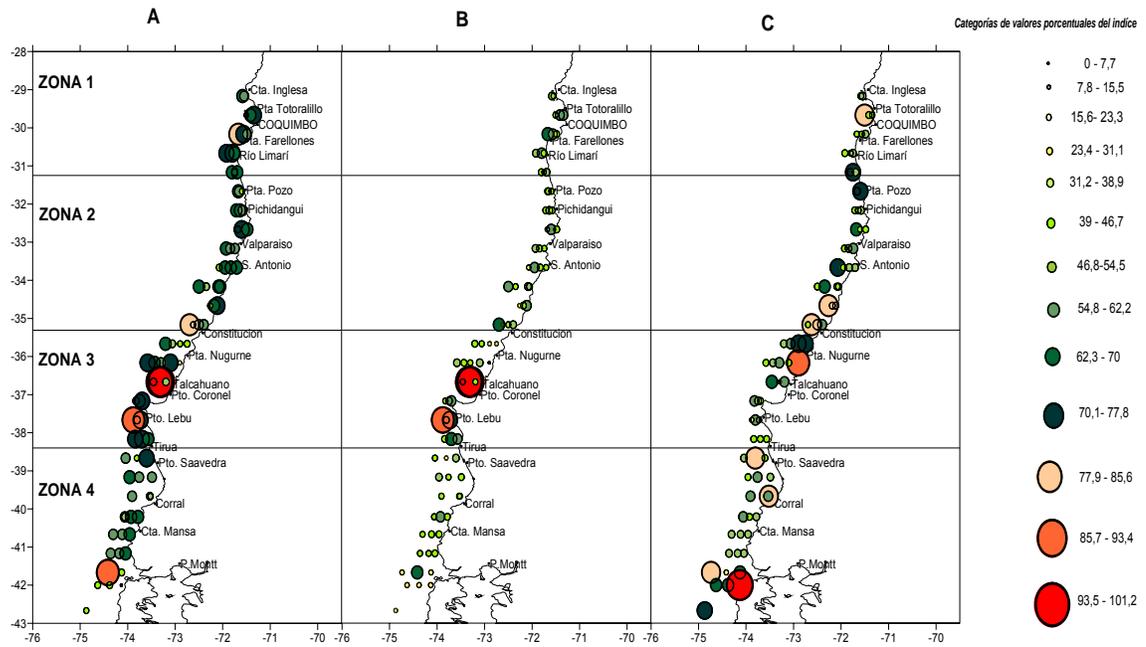
**Figura 116.** Distribuci3n y abundancia promedio de huevos de merluza com3n por estrato de profundidad (a) y por estaci3n (b). Crucero merluza com3n invierno 2008.



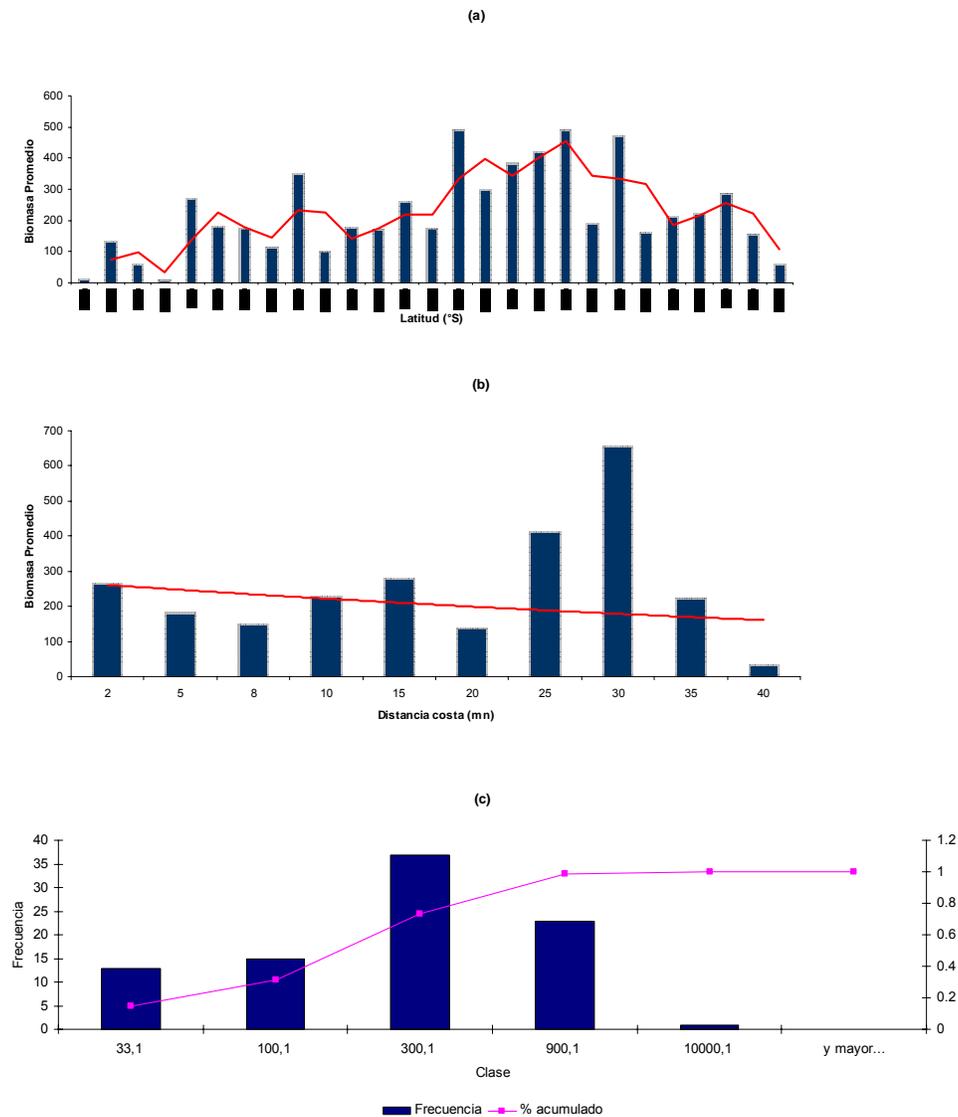
**Figura 117.** Distribuci3n de la abundancia promedio de los principales grupos zooplanct3nicos, con respecto a la distancia de la costa (a) y a la latitud (b).



**Figura 118.** Distribuci3n espacial de valores porcentuales de los índices: (A) Riqueza, (B) Diversidad de Shannon y Weaver y (C) Diversidad de Hill, correspondiente a los grupos zooplanct3nicos. Invierno 2008.



**Figura 119.** Distribuci3n espacial de valores porcentuales de los índices: (A) Uniformidad de Pielou, (B) Uniformidad de Sheldon y (C) Dominancia 1-Pielou, correspondiente a los grupos zooplanct3nicos, Invierno 2008.



**Figura 120.** Distribuci3n de la biomasa zooplanct3nica promedio (a) con respecto a la latitud, (b) a la distancia de la costa y (c) distribuci3n de frecuencias y porcentaje acumulado por categorías de densidad.

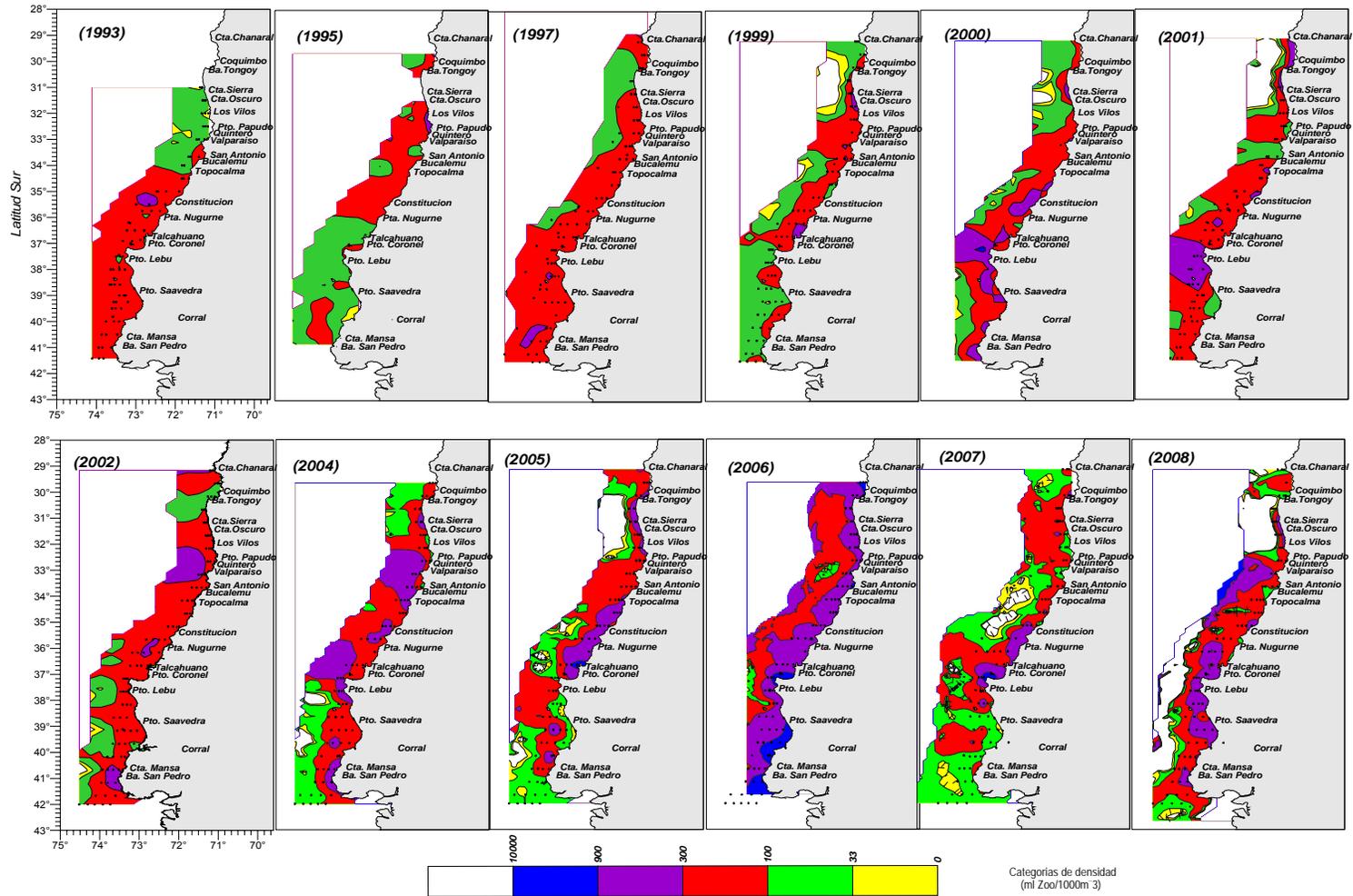
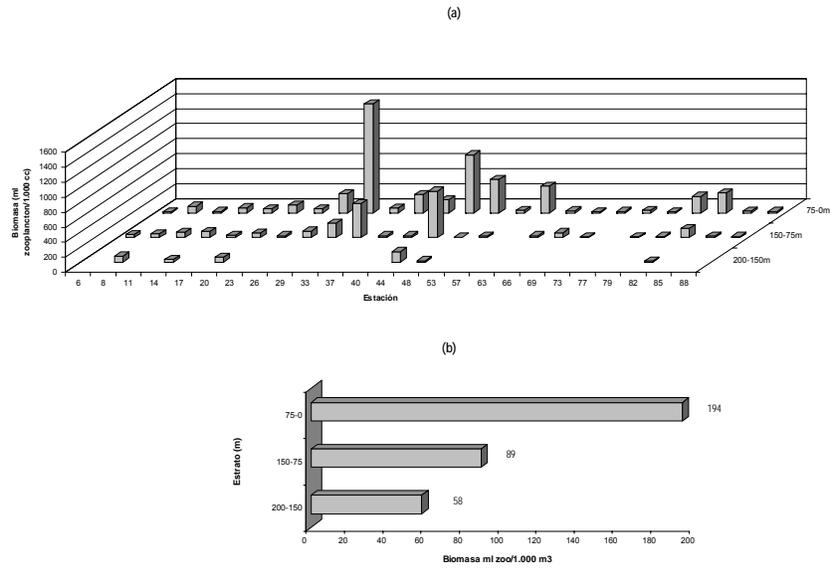
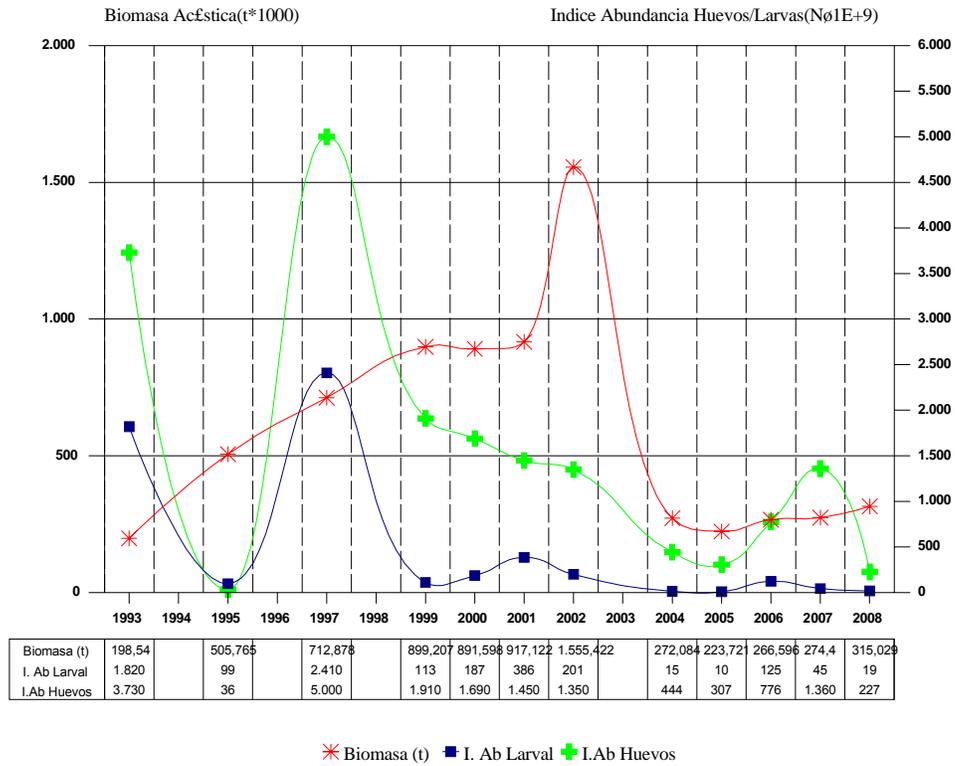


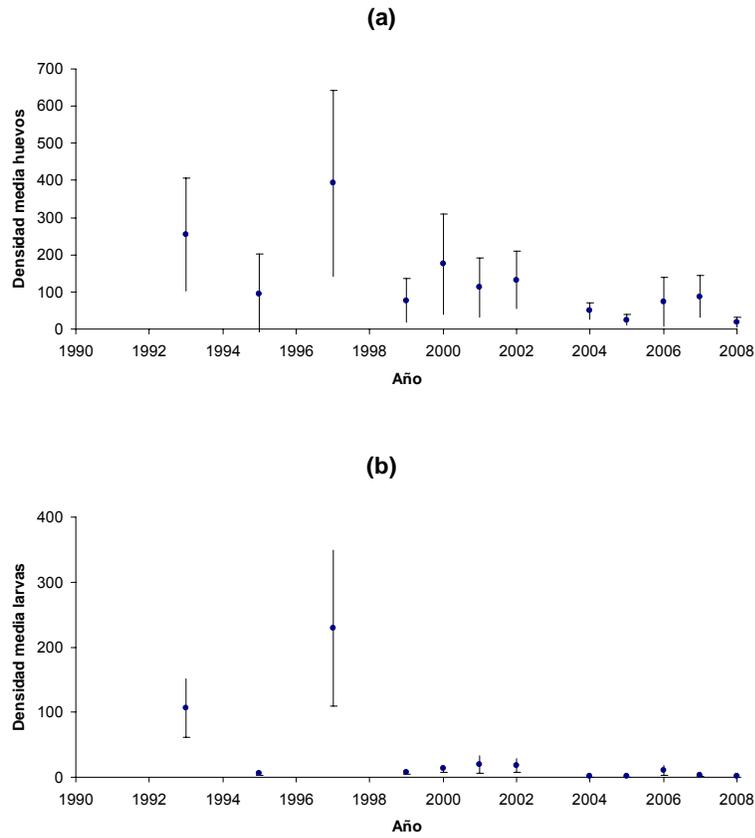
Figura 121. Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica. Cruceros Merluza común invierno de los años 1993-2008.



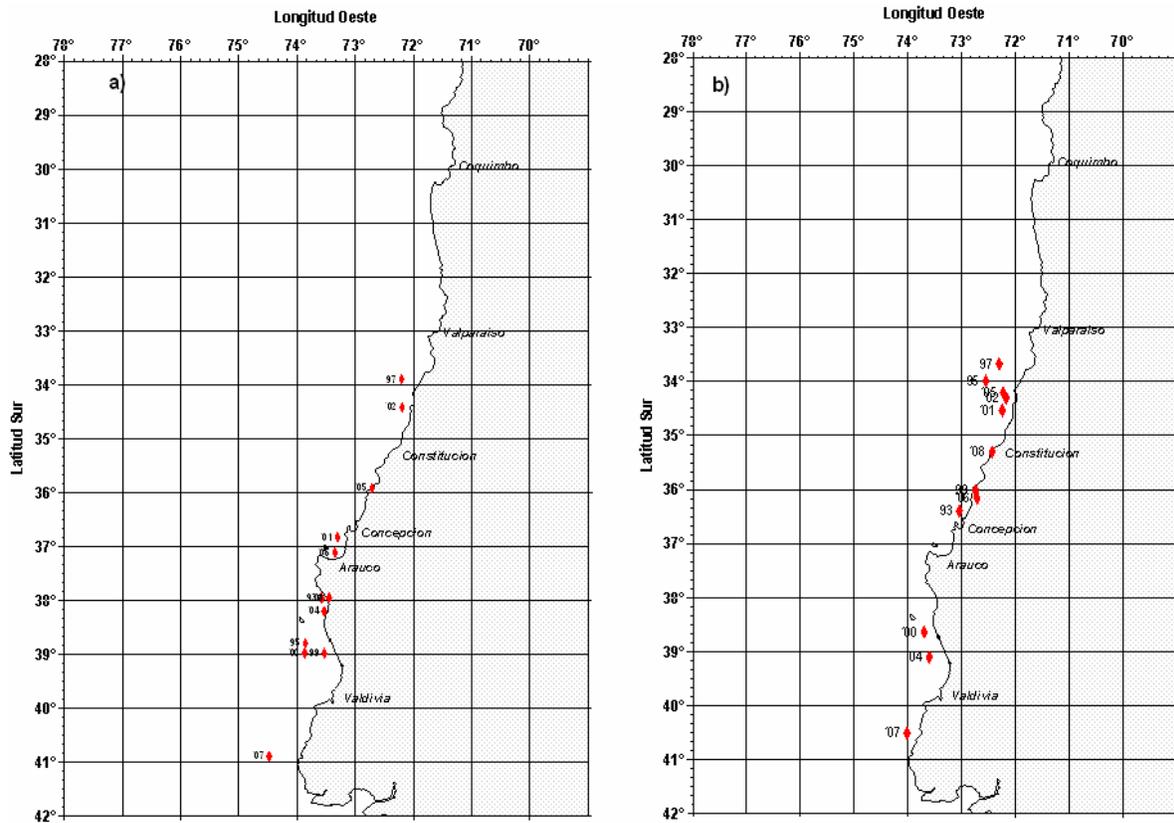
**Figura 122.** Distribuci3n y abundancia de la biomasa zooplanctonica por estaci3n (a) y estrato de profundidad (b). Crucero merluza com3n invierno 2008.



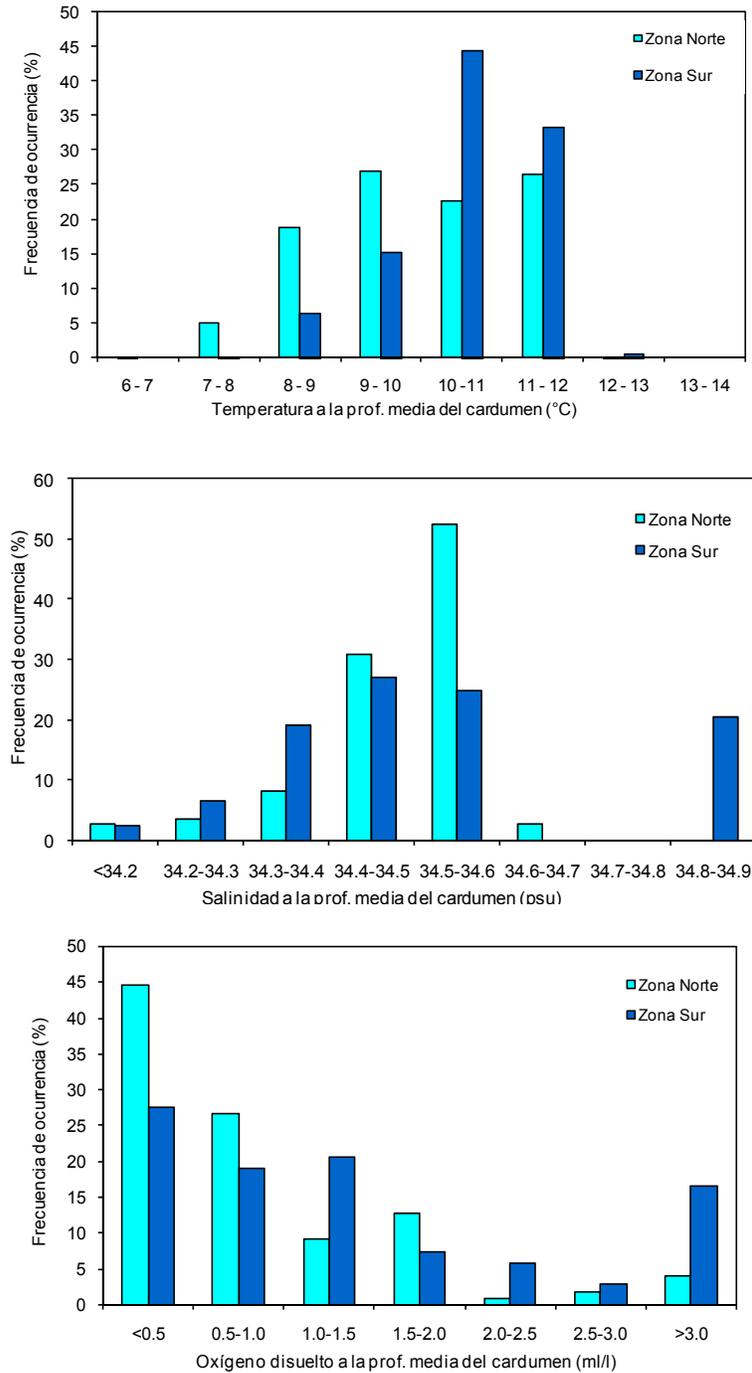
**Figura 123.** Índice de abundancia de huevos y larvas de merluza común y la biomasa estimada por técnicas hidroacústicas. Invierno 1993– 2008.



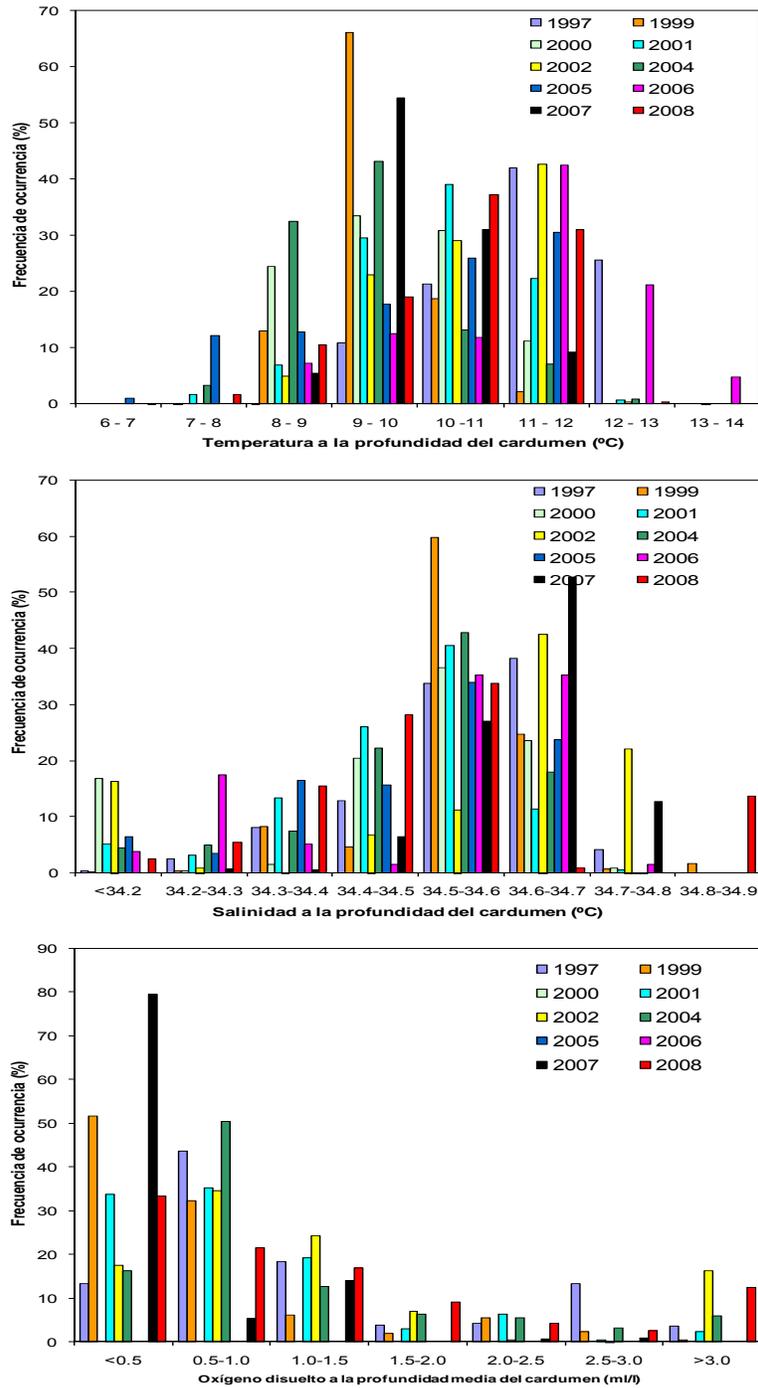
**Figura 124.** Densidad media estimada para el período 1993-2008, a través del estimador de la media de una distribución delta (a) huevos (b) larvas.



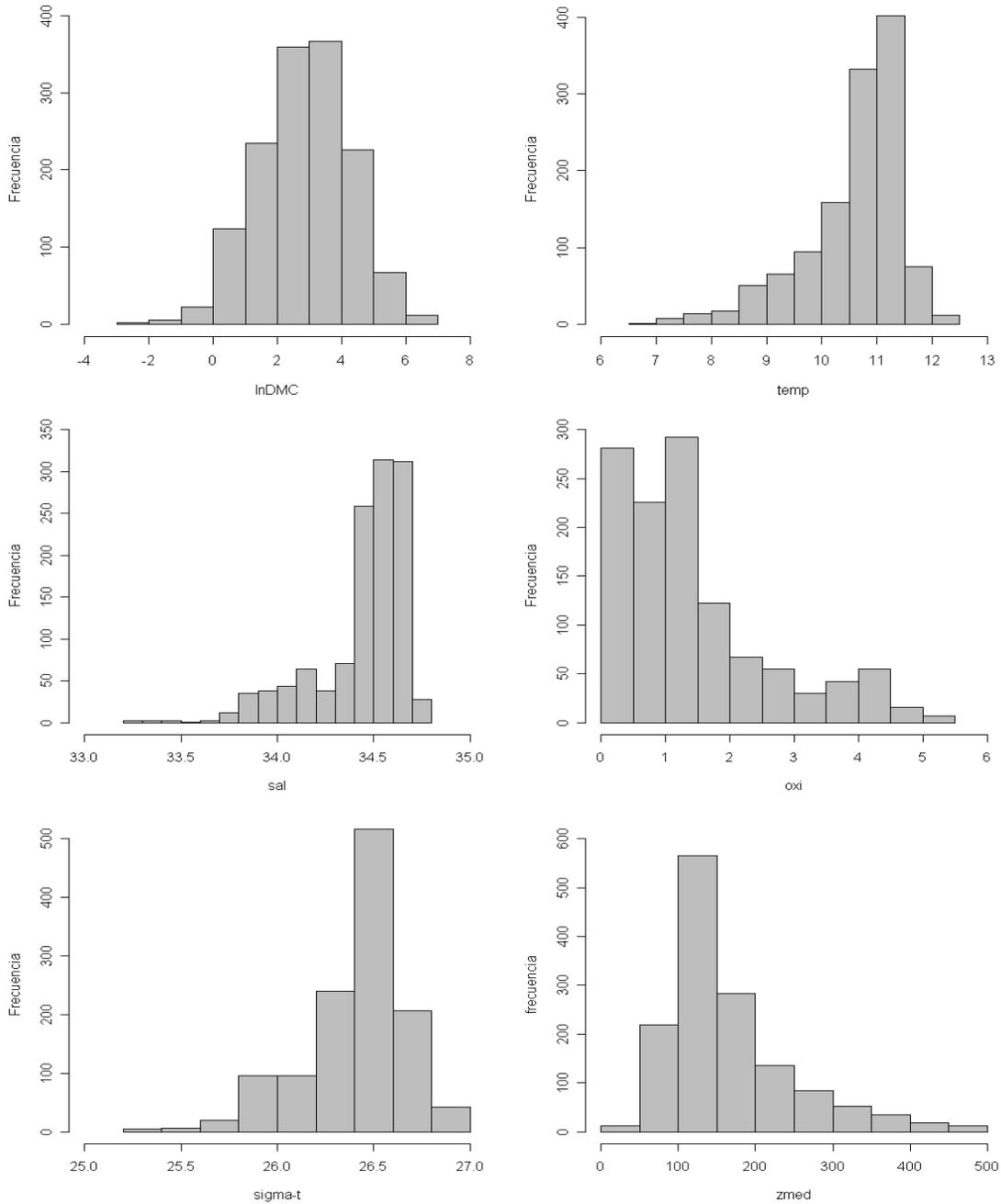
**Figura 125.** Distribuci3n espacial de los centros de gravedad (CG) de a) huevos y b) larvas de merluza com3n. Cruceros Invierno 1993 - 2008.



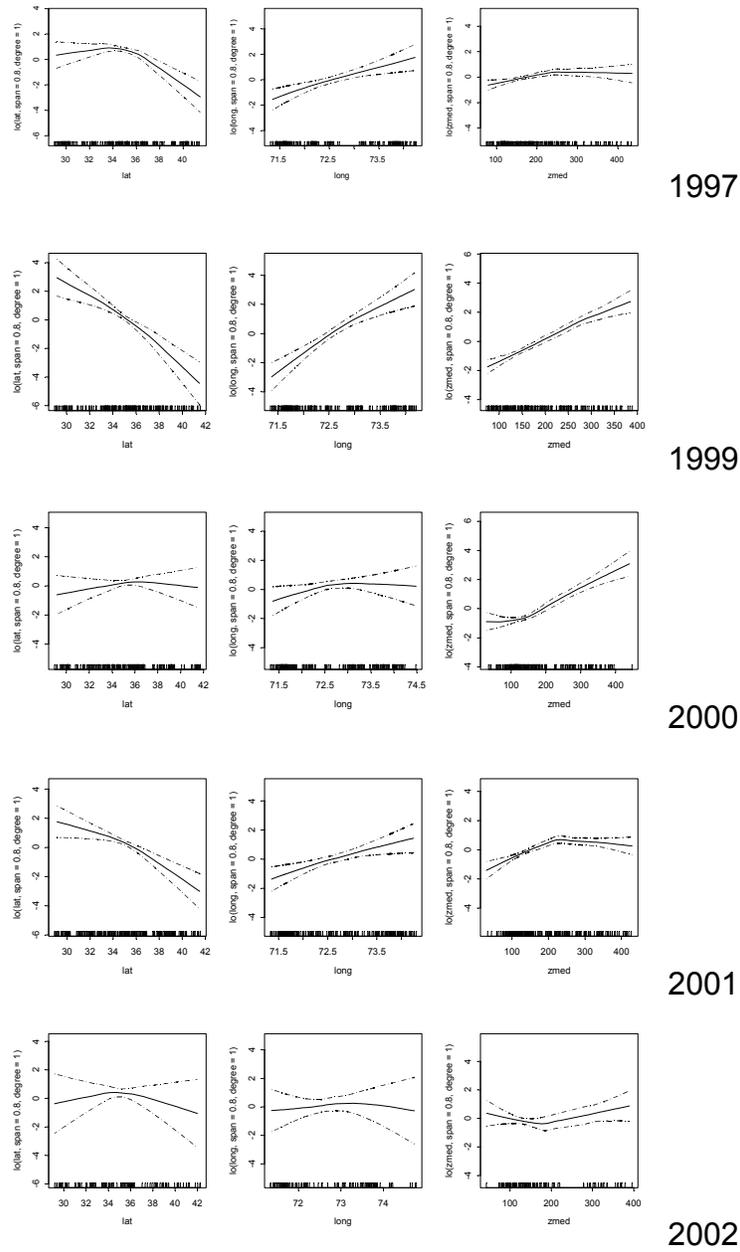
**Figura 126.** Histograma de rangos de temperatura (°C), salinidad (psu) y concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) a los cuales se encontr3 asociado el recurso (prof. media del cardumen) para las zonas norte y sur del 3rea de estudio. Crucero invernal (Agosto-Septiembre de 2008).



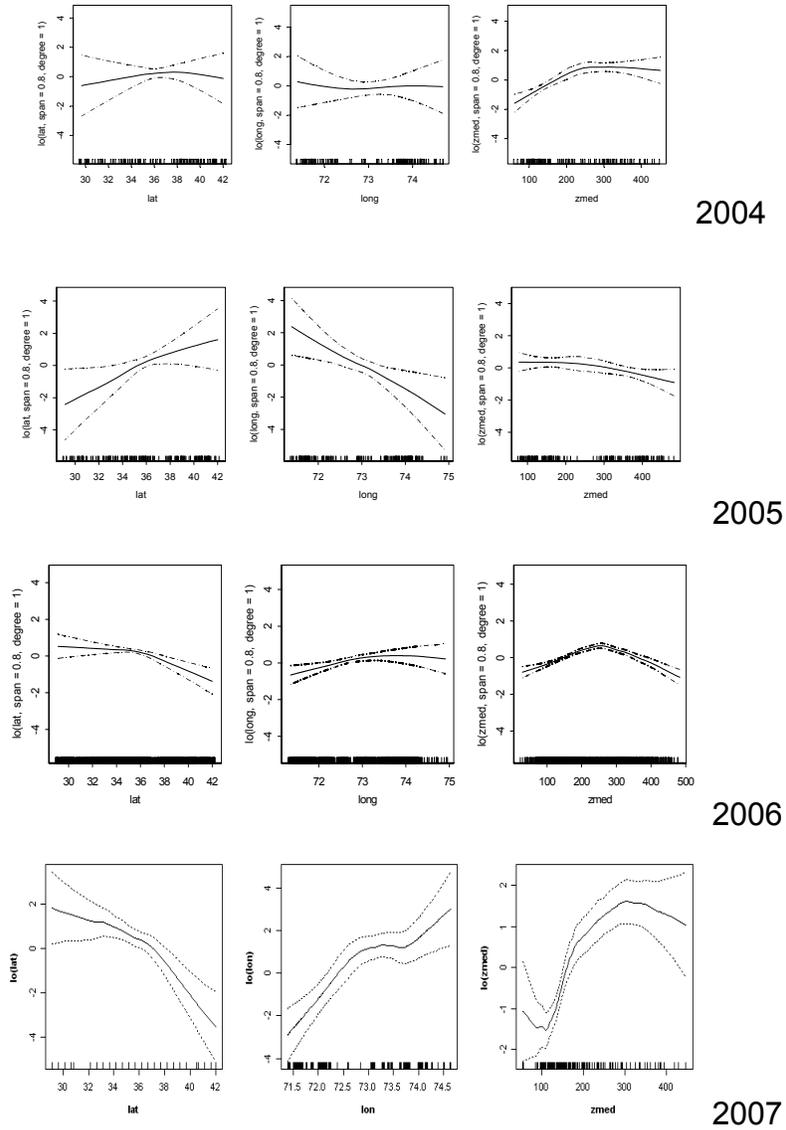
**Figura 127.** Histograma de rangos de temperatura (°C), salinidad (psu) y concentraci3n de oxígeno disuelto (ml/l) a los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen) para el período 1997-2008.



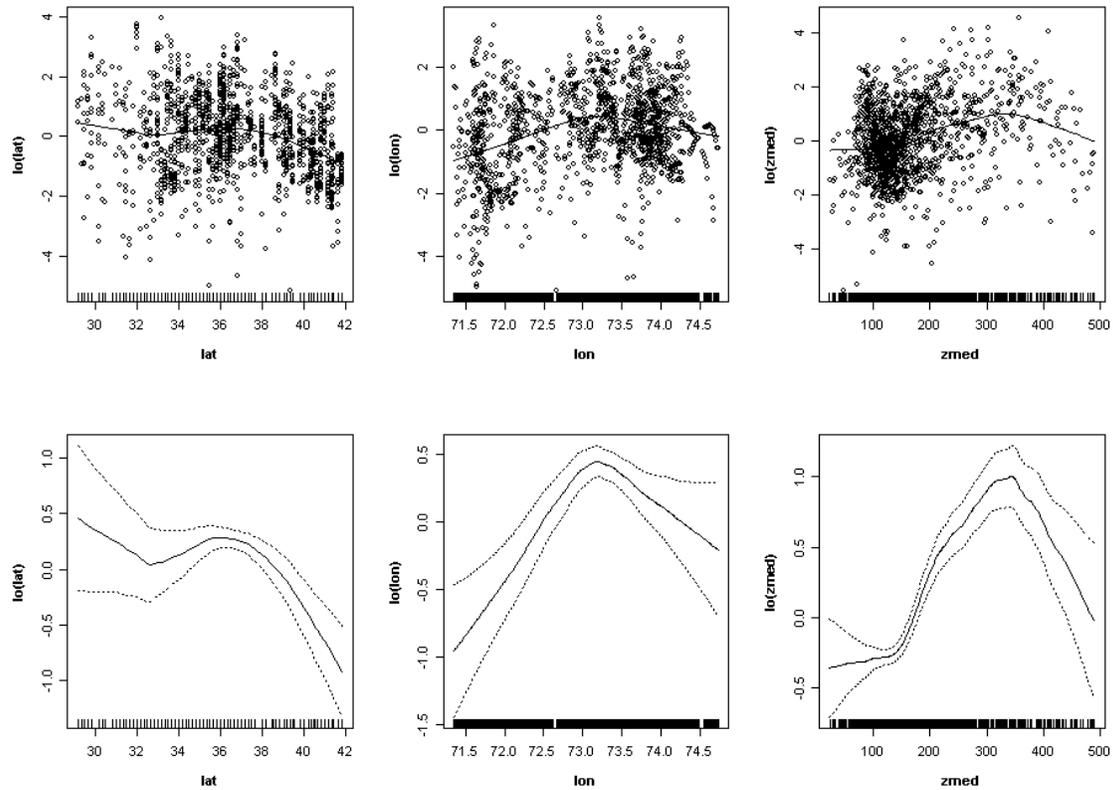
**Figura 128.** Distribuci3n de frecuencias de las variables consideradas para los Modelos Aditivos Generalizados (GAMs). Crucero invernal Agosto-Septiembre de 2008.



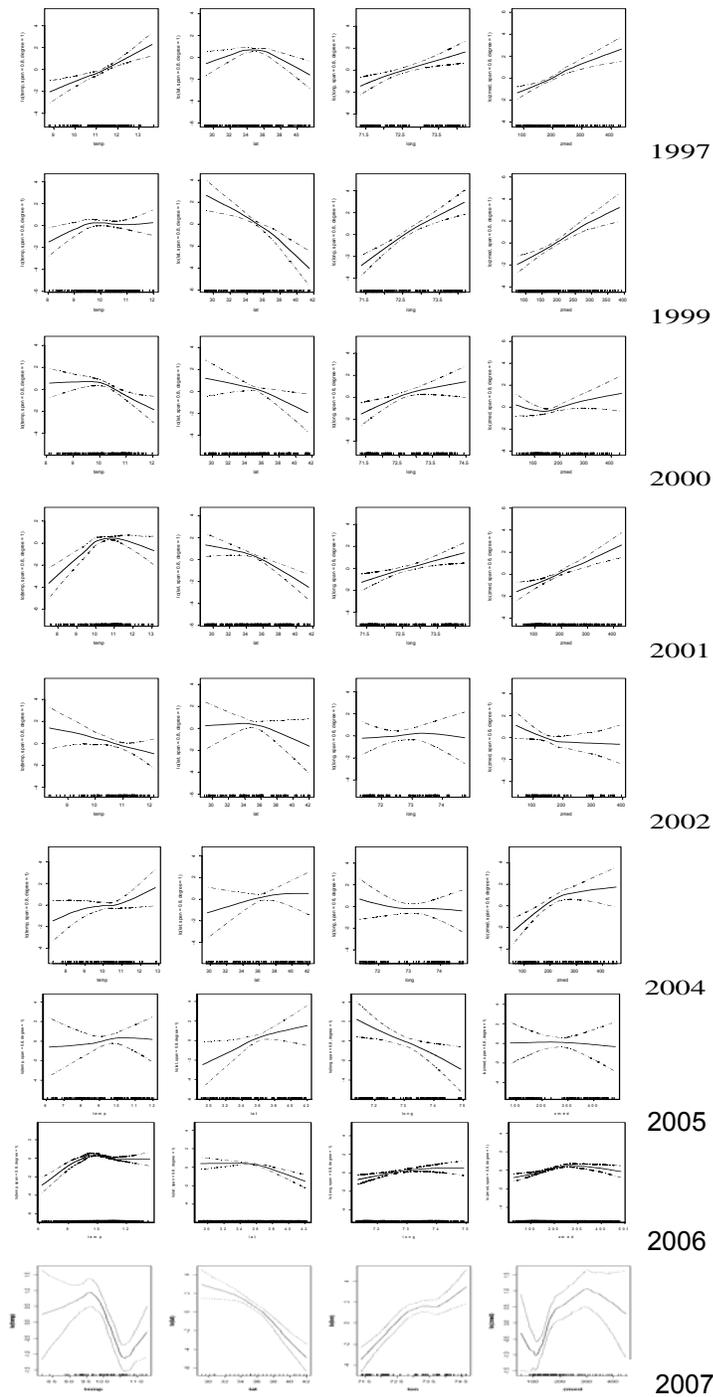
**Figura 129.** Relaci3n entre la densidad de merluza com3n y las variables de posici3n (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad, cruceros 1997 a 2007).



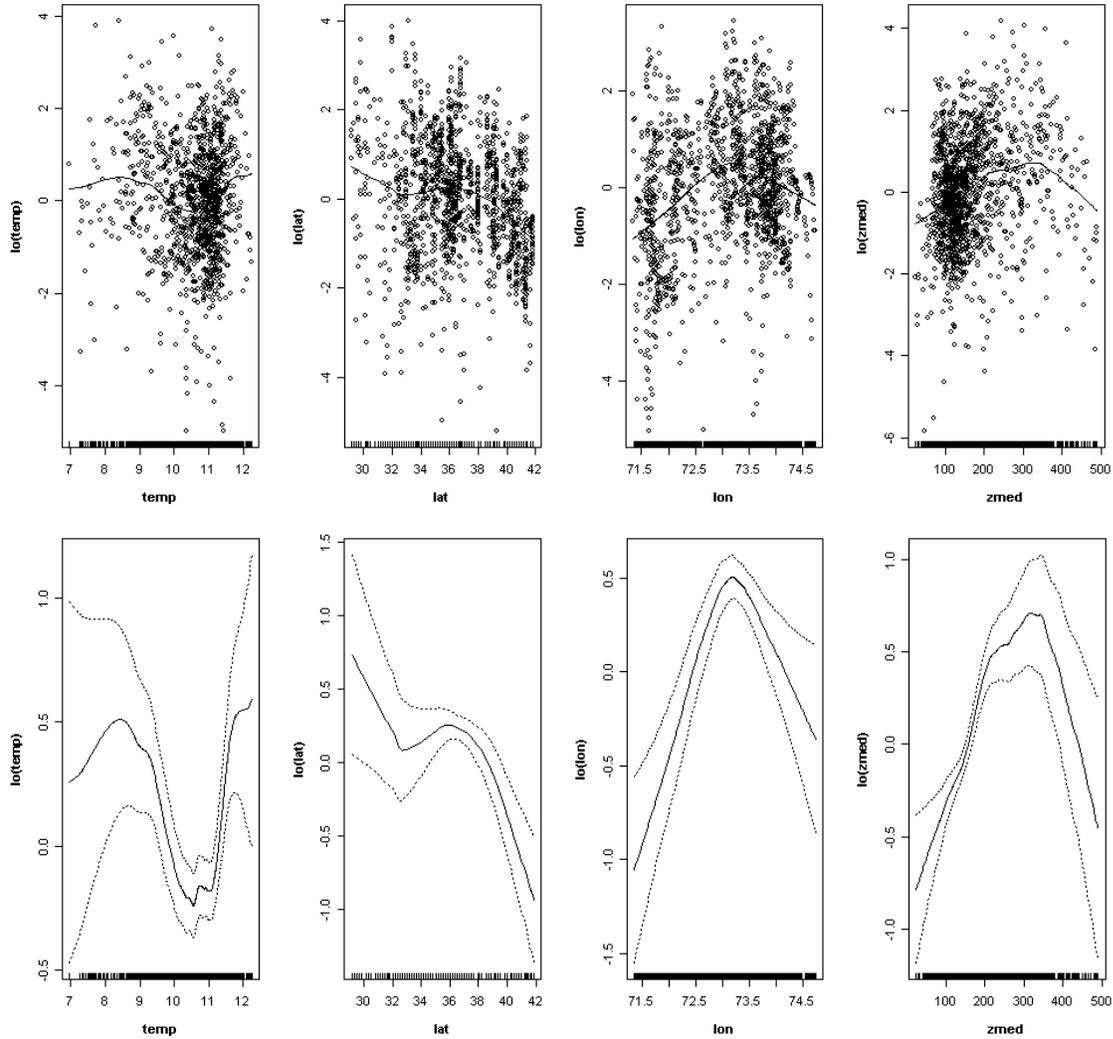
**Figura 129.** (Continuaci3n): Relaci3n entre la densidad de merluza com3n y las variables de posici3n (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad, cruceros 1997 a 2007).



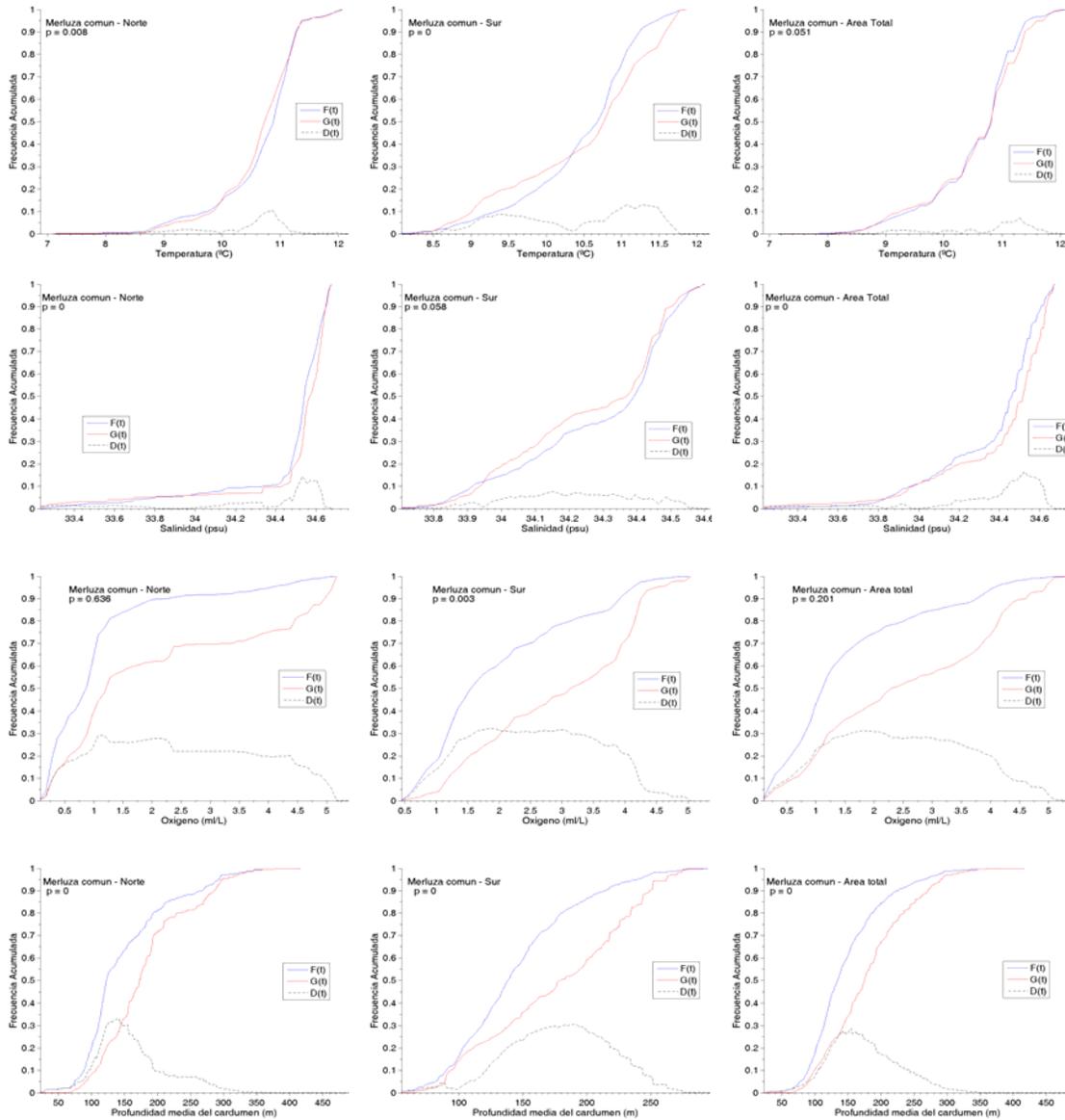
**Figura 130.** Relaci3n entre la densidad de merluza com3n y las variables de posici3n (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad). Invierno 2008.



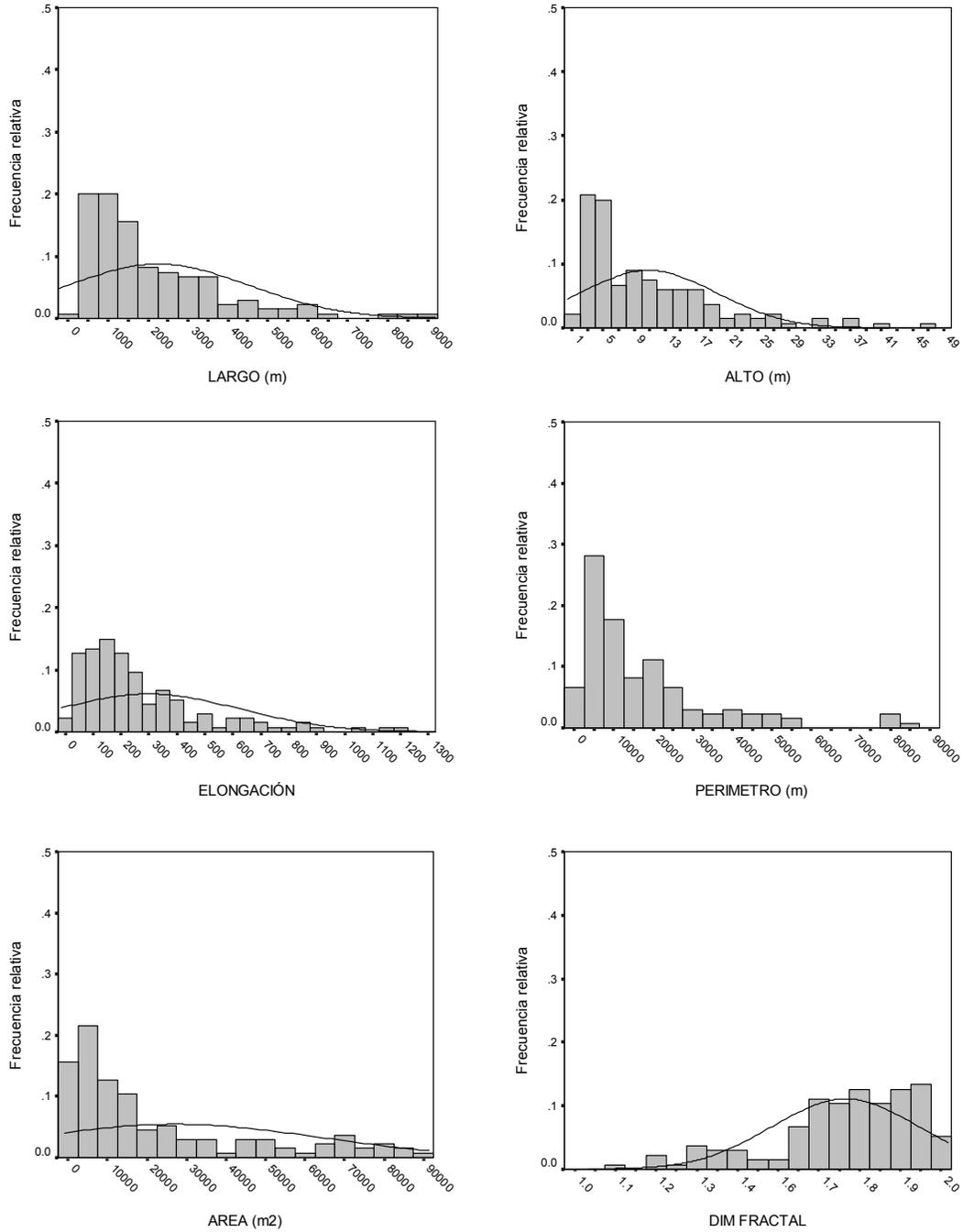
**Figura 131.** Relaci3n entre la densidad de merluza com3n con las variables de posici3n (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad) y la temperatura. Per3odo 1997-2007.



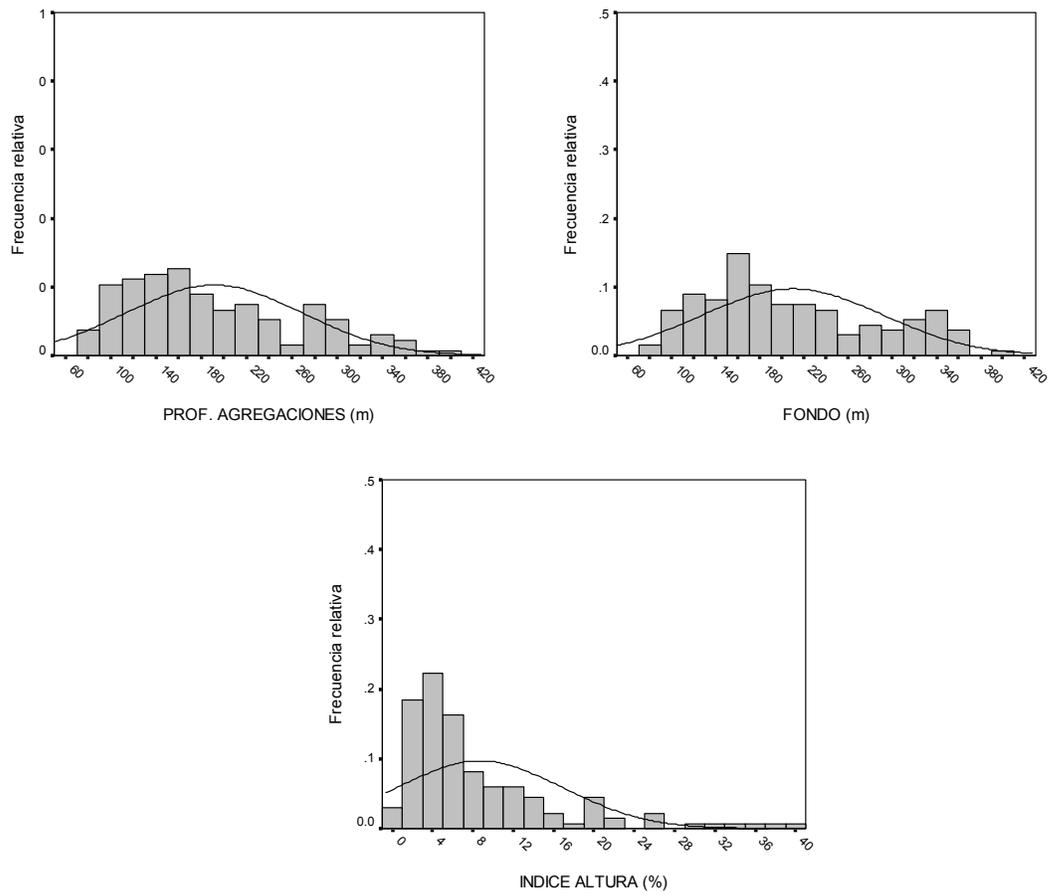
**Figura 132.** Relaci3n entre la densidad de merluza com3n con las variables de posici3n (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad) y la temperatura. Invierno de 2008.



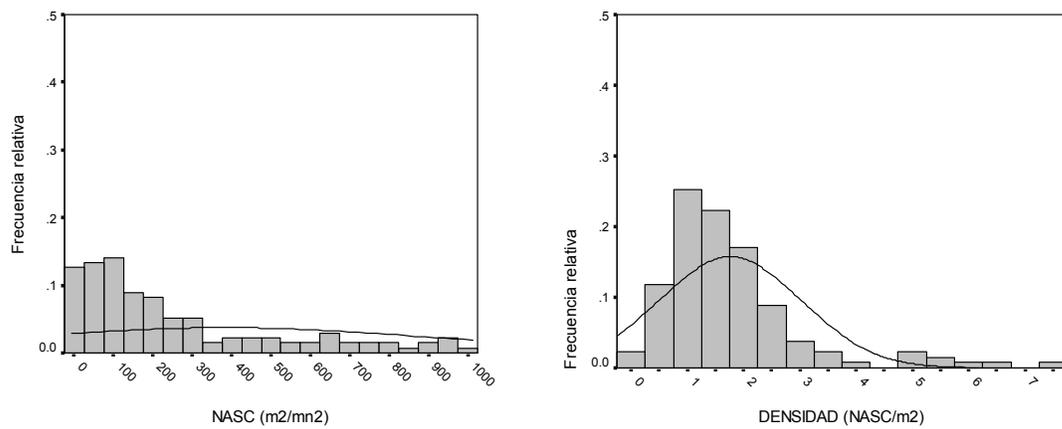
**Figura 133.** Funciones de distribuci3n acumulativas empíricas para las variables ambientales ( $f(t)$ ) y su ponderaci3n con la variable pesquera ( $g(t)$ ). Crucero invernal (Agosto-Septiembre de 2008).



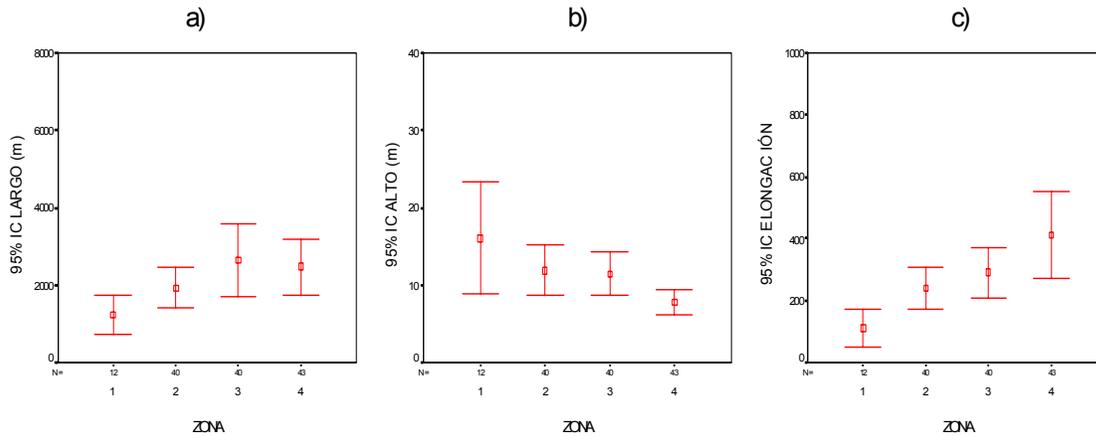
**Figura 134.** Distribuci3n de frecuencia de las variables morfom3tricas de las agregaciones.



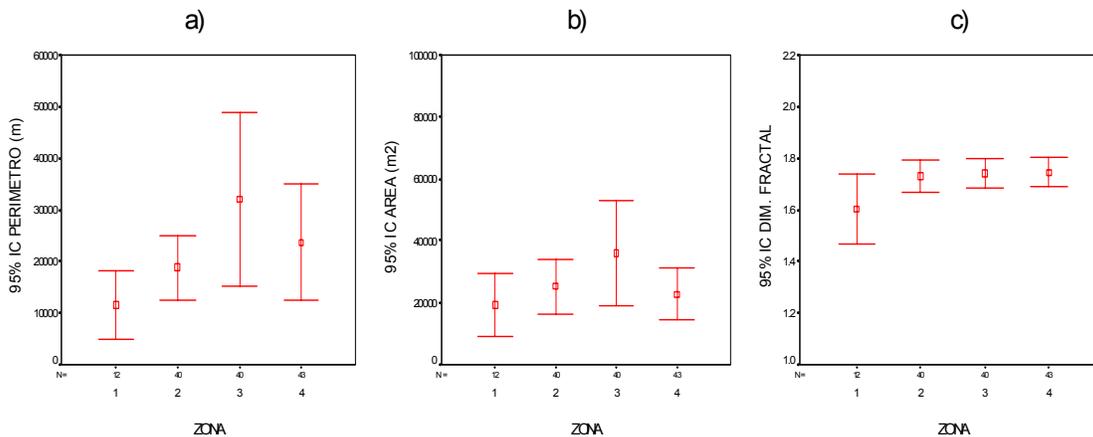
**Figura 135.** Distribuci3n de frecuencia de las variables batim3tricas de las agregaciones



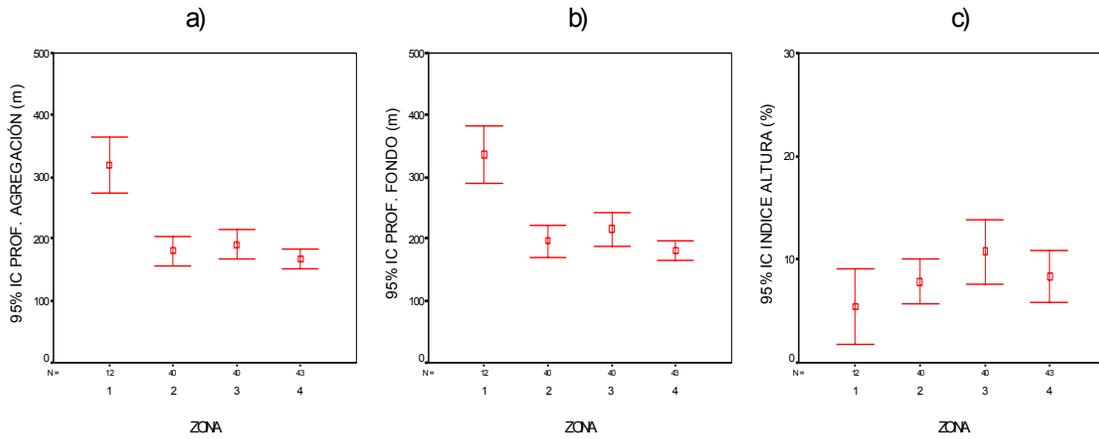
**Figura 136.** Distribuci3n de las variables ac3sticas de las agregaciones.



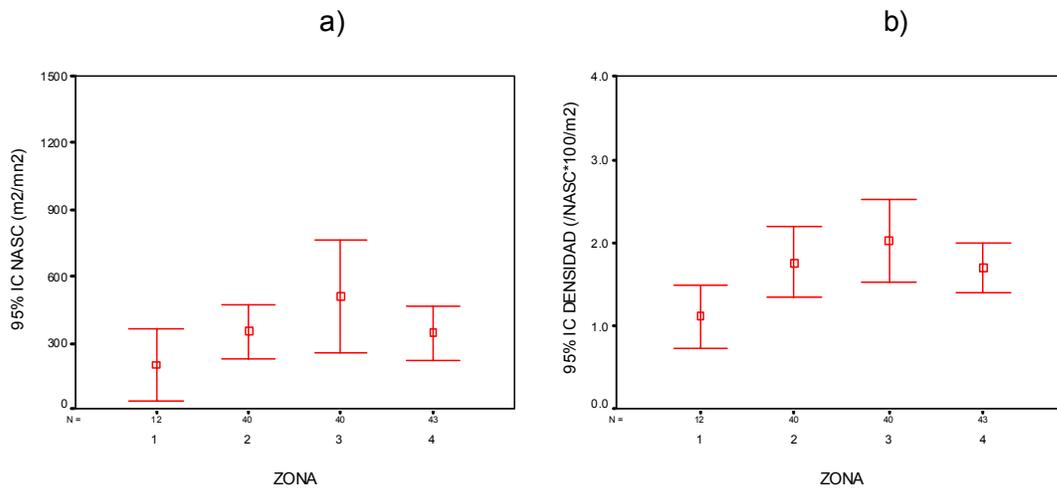
**Figura 137.** Valores promedio e intervalos de confianza de los indicadores a) largo, b) alto y, c) elongaci3n de agregaciones diferenciados por subzona.



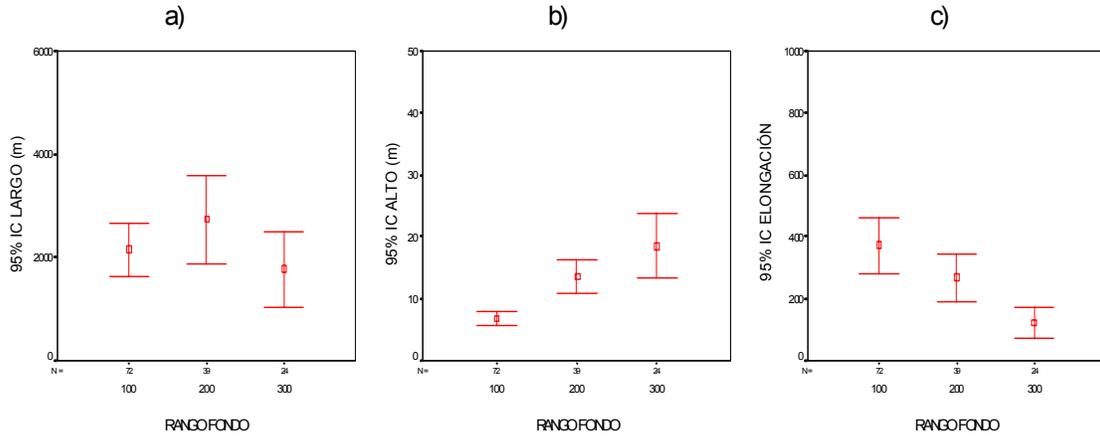
**Figura 138.** Valores promedio e intervalos de confianza de los indicadores a) perimetro, b) 3rea y, c) elongaci3n de las agregaciones diferenciados por subzona.



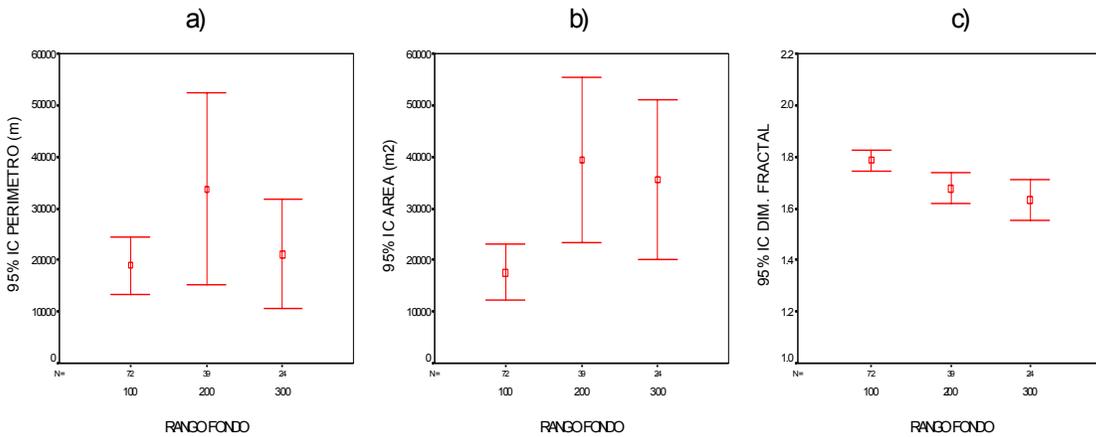
**Figura 139.** a) Valores promedio e intervalos de confianza de a) profundidad de agregaciones, b) profundidad del fondo y c) indice de altura para las distintas y subzonas.



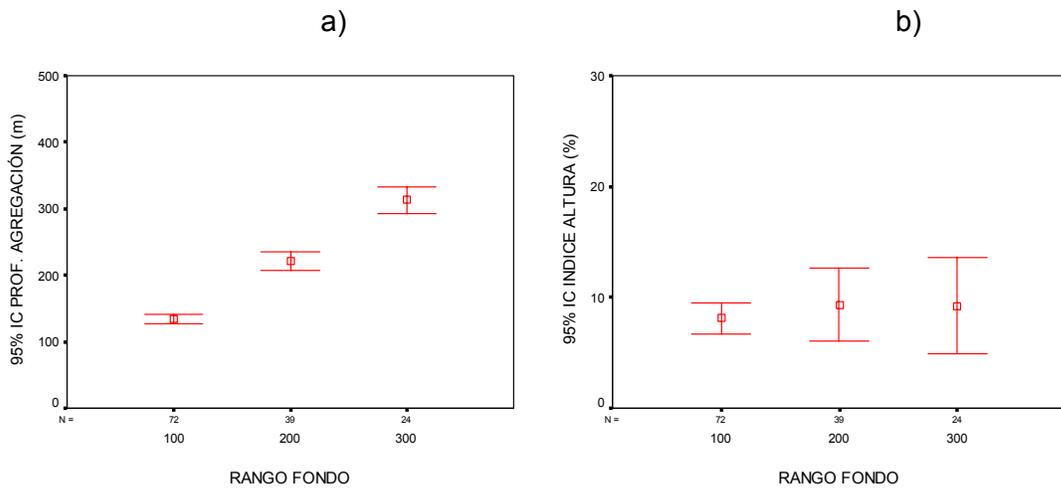
**Figura 140.** Valores promedio e intervalos de confianza de los indicadores de a) NASC ( $m^2/mn^2$ ) y, b) densidad de las agregaciones.



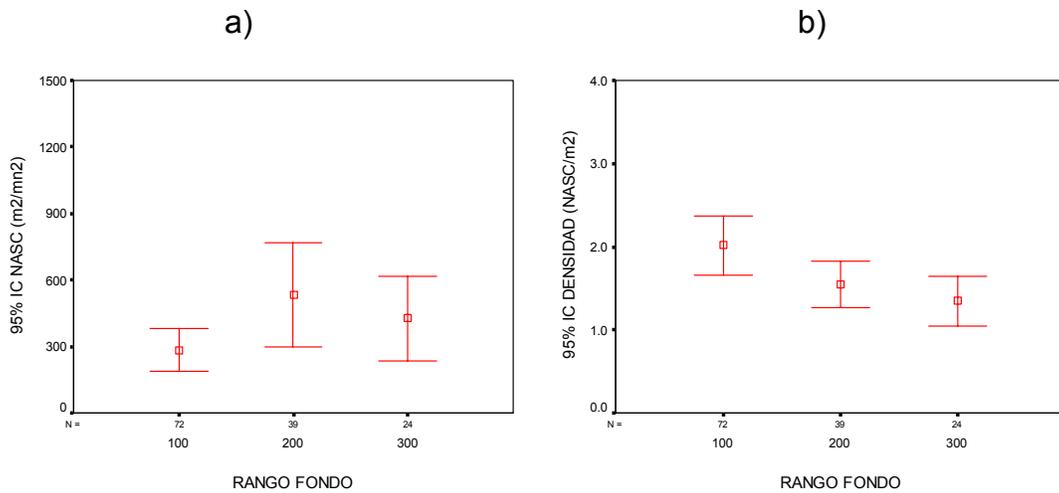
**Figura 141.** Valores promedio e intervalos de confianza de los descriptores de las agregaciones: a) largo, b) alto y c) elongaci3n, por rango de fondo.



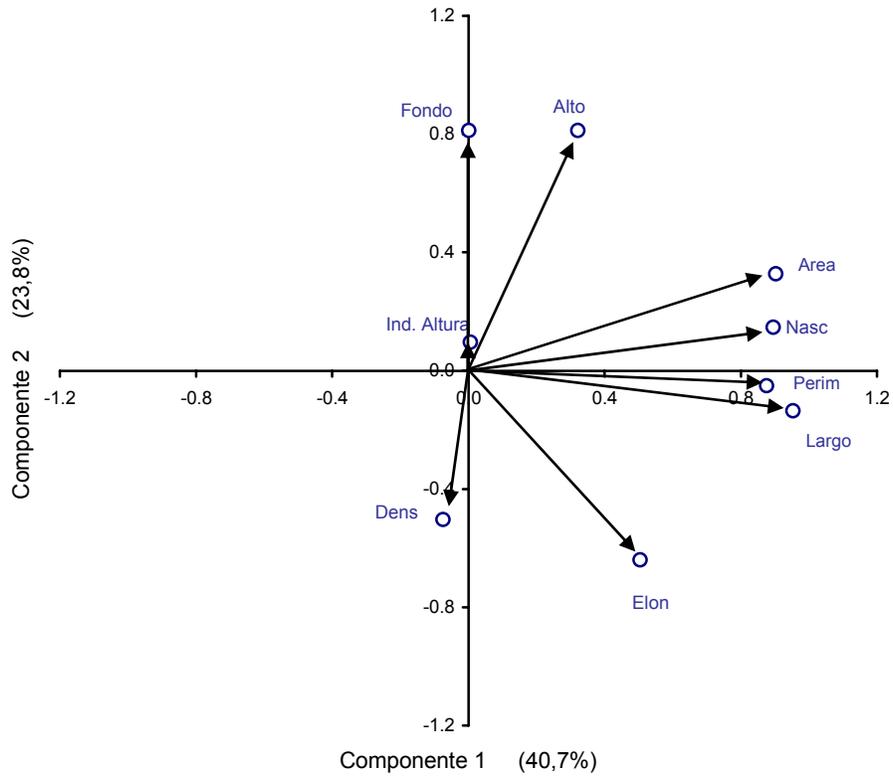
**Figura 142.** Valores promedio e intervalos de confianza de los descriptores de las agregaciones: a) per3metro, b) 3rea y, c) dimensi3n fractal por rango de fondo.



**Figura 143.** Valores promedios e intervalos de confianza de los descriptores: a) profundidad de las agregaciones y, b) 3ndice de altura, por rango de fondo.



**Figura 144.** Valores promedios e intervalos de confianza de los descriptores: a) energ3a retrodispersada (SA) y, b) densidad de agregaciones, por rango de fondo.



**Figura 145.** Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes, rotaci3n Varimax.

# T A B L A S

---



**Tabla 1.** Estimaciones de biomasa (t) y abundancia (N°) de merluza común estimadas en las prospecciones acústicas efectuadas en el período 1993-2008.

<b>Año</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Biomasa (t)</b>	<b>Abundancia (N°*1000)</b>
1995	FIP 95-14	505.765	876.838
1997	FIP 97-12	712.878	1.339.113
1999	FIP 99-04	899.307	1.166.238
2000	FIP 2000-04	891.598	1.383.683
2001	FIP 2001-18	917.133	1.986.000
2002	FIP 2002-03	1.555.422	2.879.000
2004	FIP 2004-09	273.860	876.466
2005 (otoño)	FIP 2005-05	217.433	910.316
2005 (invierno)	FIP 2005-05	222.721	1.159.097
2006 (otoño)	FIP 2006-03	262.137	1.158.075
2006 (invierno)	FIP 2006-03	266.596	1.254.238
2007	FIP 2007-16	278.700	1.213.918
2008	FIP 2008-14	313.778	1.636.309

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

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



**Tabla 3.** Controles del sistema de ecointegraci3n utilizados durante el crucero.

Ecosonda	EK-60
Transductor	ES38B
Frecuencia de operaci3n	38 KHz
Potencia de transmisi3n	2.000 W
Longitud de pulso	1,024 ms
2-way beam angle	-20,6 dB re 1 steradian
Ganancia modo ecointegraci3n	27,4 dB
Ganancia modo TS	27,3 dB
Ganancia cronovariada	$20\log(R)+2\alpha R$
3 dB beam width Alongship	7,1°
3 dB beam width Athwartship	7,1°
Angle offset Alongship	-0,04°
Angle offset Athwartship	0,06



**Tabla 4.** Bit3cora de pesca del crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n (agosto-septiembre 2008)

Lance	Fecha	Calado			Virado			Duraci3n lance (h)	Rumbo (°)	Velocidad (nudos)	Distancia arrastre (mn)	Profundidad Fondo (m)	Captura (kg)				Proporci3n (%)		
		Hora	Latitud	Longitud	Hora	Latitud	Longitud						M. com3n	Jibia	Otras	Total	M. com3n	Jibia	Otras
1	05-08-2008	1038	29°17.8'	71°36.6'	1108	29°16.4'	71°35.9'	0.5	4	3.0	1.5	350	1542	154	111	1807	85.3	8.5	6.1
2	05-08-2008	1232	29°17.3'	71°36.6'	1254	29°16.2'	71°35.3'	0.4	33	2.9	1.3	318	270	240	226	736	36.7	32.6	30.7
3	05-08-2008	1541	29°38.7'	71°31.4'	1611	29°27.5'	71°31.1'	0.5	345	3	1.5	353.5	2792	89	126	3007	92.9	3.0	4.2
4	05-08-2008	1800	29°29.4'	71°27.1'	1820	29°27.5'	71°28.4'	0.5	325	3.2	1.0	325.5	15	0	4	19	79.9		20.1
5	06-08-2008	1015	29°41.9'	71°25.1'	1045	29°43.7'	71°25.4'	0.5	180	3.1	1.6	403.5	331	0	88	419	79.0		21.0
6	06-08-2008	1154	29°41.4'	71°24.3'	1224	29°39.8'	71°24.1'	0.5	345	3	1.5	353.5	212	0	161	373	56.8		43.2
7	06-08-2008	1329	29°38.7'	71°23.1'	1359	29°40.3'	71°22.5'	0.5	160	3.3	1.6	236.5	135	0	5	140	96.3		3.7
8	06-08-2008	1453	29°38.6'	71°22.1'	1523	29°37.2'	71°22.4'	0.5	350	3.1	1.6	133.5	6	0	5	11	53.8		46.2
9	06-08-2008	1630	29°41.5'	71°23.9'	1700	29°42.9'	71°23.2'	0.5	165	3.1	1.6	315	60	0	347	407	14.8		85.2
10	07-08-2008	0858	30°04.5'	71°29.7'	0928	30°02.0'	71°30.0'	0.5	35	3	1.5	390	197	45	42	284	69.4	15.8	14.8
11	07-08-2008	1038	30°03.8'	71°30.0'	1108	30°05.0'	71°30.5'	0.5	250	3	1.5	417	127	70	57	254	50.0	27.6	22.4
12	07-08-2008	1259	30°05.8'	71°34.8'	1329	30°04.8'	71°33.8'	0.5	40	3	1.5	464	55	63	879	997	5.5	6.3	88.2
13	07-08-2008	1539	30°03.3'	71°28.3'	1609	30°01.9'	71°27.8'	0.5	15	3	1.5	280.5	275	141	158	574	47.9	24.6	27.5
14	08-08-2008	0909	30°22.5'	71°44.6'	0939	30°31.4'	71°44.1'	0.5	15	3.3	1.7	140	7	0	15	22	31.6		68.4
15	09-08-2008	1027	31°12.0'	71°44.0'	1057	31°10.0'	71°44.0'	0.5	345	3.2	1.6	433	175	123	94	392	44.7	31.4	23.9
16	09-08-2008	1242	31°13.1'	71°43.4'	1312	31°11.7'	71°43.4'	0.5	357	3	1.5	337	1414	1352	16	2783	50.8	48.6	0.6
17	09-08-2008	1436	31°12.4'	71°42.2'	1506	31°10.9'	71°42.9'	0.5	336	3.2	1.6	239.5	349	0	45	394	88.6		11.4
18	09-08-2008	1626	31°12.3'	71°41.5'	1656	31°09.8'	71°42.6'	0.5	351	3.2	1.6	201.5	40	0	17	57	70.2		29.8
19	10-08-2008	0757	31°22.1'	71°38.4'	0827	31°21.0'	71°39.0'	0.5	330	3.2	1.6	165.5	255	0	12	267	95.4		4.6
20	10-08-2008	1215	31°43.8'	71°40.2'	1245	31°42.3'	71°40.7'	0.5	343	3.3	1.6	287	4085	99	0	4184	97.6	2.4	
21	10-08-2008	1449	31°45.0'	71°40.5'	1519	31°43.4'	71°40.9'	0.5	347	3.1	1.6	368	31	0	92	123	25.3		74.7
22	10-08-2008	1650	31°45.8'	71°38.5'	1723	31°44.1'	71°38.9'	0.6	347	3.3	1.7	190	136	0	65	201	67.5		32.5
23	10-08-2008	1828	31°43.8'	71°37.6'	1858	31°41.8'	71°38.6'	0.5	332	3.4	1.7	145.5	218	0	21	239	91.0		9.0
24	11-08-2008	0752	31°57.9'	71°35.8'	0822	31°56.3'	71°36.1'	0.5	350	3.4	1.7	148.5	4	33	1	38	10.5	86.4	3.1
25	11-08-2008	1017	32°00.9'	71°37.3'	1037	31°58.6'	71°37.6'	0.5	350	3.2	1.6	210	268	0	86	354	75.7		24.3
26	11-08-2008	1208	32°00.3'	71°38.7'	1223	31°59.7'	71°38.9'	0.3	273	3	0.8	273	64	1390	6	1460	4.4	95.2	0.4
27	11-08-2008	1428	32°03.1'	71°39.7'	1458	32°01.6'	71°39.9'	0.5	354	3	1.5	414	66	0	67	133	49.8		50.2
28	11-08-2008	1810	32°12.6'	71°39.2'	1841	32°11.1'	71°39.7'	0.5	342	3.2	1.6	351.5	52	0	68	120	43.3		56.7
29	12-08-2008	0756	32°29.6'	71°34.1'	0826	32°24.0'	71°28.7'	0.5	360	3.3	1.7	154	15	0	40	55	27.3		72.7
30	12-08-2008	0936	32°26.0'	71°28.0'	1006	32°24.0'	71°29.0'	0.5	340	3.2	1.6	91.5	7	0	2	9	80.4		19.6
31	12-08-2008	1122	32°26.4'	71°35.9'	1152	32°27.5'	71°36.3'	0.5	183	3	1.5	221	1073	0	41	1114	96.3		3.7



**Tabla 4 (cont.).** Bit3cora de pesca del crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n (agosto-septiembre 2008)

Lance	Fecha	Calado			Virado			Duraci3n lance (h)	Rumbo (°)	Velocidad (nudos)	Distancia arrastre (mn)	Profundidad Fondo (m)	Captura (kg)				Proporci3n (%)		
		Hora	Latitud	Longitud	Hora	Latitud	Longitud						M. com3n	Jibia	Otras	Total	M. com3n	Jibia	Otras
32	12-08-2008	1251	32°25.4	71°37.1'	1321	32°23.9'	71°36.9'	0.5	750	3.1	1.6	309.5	213	0	59	272	78.4		21.6
33	12-08-2008	1511	32°26.6'	71°37.9'	1641	32°25.2'	71°37.6'	0.5	12	3.3	1.7	359.5	42	0	6	48	88.3		11.7
34	12-08-2008	1827	32°36.2'	71°35.2'	1856	36°24.5'	71°35.0'	0.5	3	3.3	1.7	139.5	8	92	91	191	4.1	48.2	47.7
35	13-08-2008	0917	32°54.3'	71°37.0'	0947	32°52.0'	71°37.0'	0.5	4	3.2	1.6	98	131	0	0	131	100.0		
36	13-08-2008	1045	32°54.2'	71°39.6'	1115	32°52.6'	71°39.5'	0.5	0	3.3	1.6	130	70	0	5	75	92.8		7.2
37	13-08-2008	1245	32°56.4'	71°44.9'	1317	32°55.0'	71°44.1'	0.5	25	3.2	1.6	183	457	0	939	1397	32.7		67.3
38	13-08-2008	1428	32°56.1'	71°45.6'	1458	32°54.8'	71°44.9'	0.5	21	2.9	1.5	235	1142	0	74	1216	93.9		6.1
39	13-08-2008	1611	32°54.3'	71°45.4'	1630	32°53.5'	71°45.0'	0.3	27	2.8	1.5	354.5	809	0	148	957	84.5		15.5
40	15-08-2008	0757	32°12.0'	71°51.5'	0817	33°12.8'	33°12.8'	0.5	190	3.2	1.6	195.5	2438	0	105	2543	95.9		4.1
42	15-08-2008	1100	33°14.4'	71°52.6'	1130	33°16.0'	33°16.0'	0.5	190	3.3	1.7	304	68	134	386	588	11.6	22.8	65.7
43	15-08-2008	1259	33°16.4'	71°53.5'	1239	33°18.0'	33°18.0'	0.5	180	3.3	1.7	400.5	154	26	222	402	38.3	6.5	55.2
44	16-08-2008	0757	33°26.3'	71°51.3'	0828	33°24.6'	71°51.6'	0.5	360	3.0	1.6	189	1034	0	641	1675	61.7		38.3
45	16-08-2008	1007	33°25.9'	71°52.2'	1037	33°24.5'	71°52.2'	0.5	360	3.0	1.5	231	6780	0	4	6784	99.9		0.1
46	16-08-2008	1155	33°23.8'	71°52.9'	1225	33°22.3'	71°52.8'	0.5	5	3.0	1.5	347	165	29	293	487	33.9	6.0	60.1
47	16-08-2008	1338	33°22.1'	71°53.4'	1408	33°20.6'	71°53.3'	0.5	5	3.0	1.5	411.5	226	99	461	786	28.8	12.6	58.6
48	16-08-2008	1820	33°43.2'	72°00.2'	1850	33°41.8'	71°59.8'	0.5	10	3.0	1.5	136.5	488	0	146	634	77.0		23.0
49	17-08-2008	0827	33°48.6'	71°58.7'	0840	33°47.3'	71°58.6'	0.2	20	3.2	0.7	109.5	500	0	22	522	95.7		4.3
50	17-08-2008	1030	33°41.6'	71°47.1'	1100	33°40.3'	71°45.9'	0.5	30	3.3	1.7	85	786	0	26	812	96.8		3.2
51	17-08-2008	1246	33°41.4'	71°55.7'	1316	33°39.8'	71°55.4'	0.5	355	3.2	1.6	119.5	1188	0	0	1188	100.0		
52	17-08-2008	1636	33°57.4'	72°00.2'	1646	33°56.9'	72°00.4'	0.2	340	3.2	0.5	107.5	1456	0	0	1456	100.0		
53	18-08-2008	0759	34°19.2'	72°03.9'	0829	34°17.8'	72°03.7'	0.5	360	3.2	1.6	129	89	0	549	638	13.9		86.1
54	18-08-2008	0925	34°20.3'	72°06.8'	1000	34°22.2'	72°06.7'	0.6	180	3.3	1.9	162	891	27	149	1066	83.5	2.5	13.9
55	18-08-2008	1109	34°25.2'	72°11.2'	1139	34°26.7'	72°11.1'	0.5	180	3.2	1.6	263	711	61	194	966	73.6	6.3	20.0
56	18-08-2008	1311	34°25.5'	72°12.7'	1341	34°37.1'	72°12.9'	0.5	195	3.3	1.7	261	511	192	217	921	55.5	20.9	23.6
57	18-08-2008	1501	34°35.6'	72°06.3'	1513	34°36.2'	72°06.4'	0.2	186	3.3	0.7	111	774	0	7	781	99.1		0.9
58	18-08-2008	1610	34°40.4'	72°05.4'	1617	34°40.8'	72°05.5'	0.1	202	3.2	0.4	80	246	0	670	916	26.9		73.1
59	18-08-2008	1735	34°44.4'	72°12.2'	1805	34°46.0'	72°12.9'	0.5	198	3.2	1.6	147	519	0	109	627	82.7		17.3
60	19-09-2008	0804	34°51.2'	72°31.3'	0834	34°52.7'	72°32.5'	0.5	214	3.2	1.6	353	155	24	428	607	25.6	4.0	70.5
61	19-09-2008	1014	34°50.9'	72°28.9'	1044	32°51.9'	72°30.6'	0.5	250	3.2	1.6	224.5	530	99	226	855	62.0	11.6	26.4
62	19-09-2008	1213	34°53.0'	72°23.4'	1243	34°54.7'	72°24.0'	0.5	200	3.5	1.8	142.5	1015	0	235	1249	81.2		18.8
63	19-09-2008	1431	34°55.0'	72°17.3'	1501	34°56.6'	72°17.7'	0.5	185	3.4	1.7	101	671	0	387	1057	63.4		36.6



**Tabla 4 (cont.).** Bit3cora de pesca del crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n (agosto-septiembre 2008)

Lance	Fecha	Calado			Virado			Duraci3n lance (h)	Rumbo (°)	Velocidad (nudos)	Distancia arrastre (mn)	Profundidad Fondo (m)	Captura (kg)				Proporci3n (%)		
		Hora	Latitud	Longitud	Hora	Latitud	Longitud						M. com3n	Jibia	Otras	Total	M. com3n	Jibia	Otras
64	19-09-2008	1550	35°00.6'	72°17.7'	1605	35°01.5'	72°17.8'	0.3	186	3.4	0.9	71.5	707	0	6	713	99.2		0.8
65	19-09-2008	1808	35°02.8'	72°30.8'	1838	35°04.3'	72°31.0'	0.5	184	3.2	1.6	138	812	0	102	914	88.8		11.2
66	20-08-2008	0817	35°07.0'	72°40.1'	0847	35°05.5'	72°39.4'	0.5	30	3.0	1.5	330	447	144	194	785	56.9	18.3	24.7
67	20-08-2008	1021	32°07.0'	72°38.0'	1051	35°05.7'	72°38.4'	0.5	10	3.2	1.6	252.5	256	165	25	446	57.3	37.0	5.7
68	20-08-2008	1153	35°05.0'	72°34.3'	1209	35°04.2'	72°34.1'	0.3	154	3.2	0.9	154.5	363	0	0	363	100.0		
69	20-08-2008	1622	35°04.0'	72°22.0'	1637	35°03.2'	72°21.7'	0.3	24	3.3	0.8	97	570	0	6	576	99.0		1.0
70	20-08-2008	1737	35°01.6'	72°16.4'	1807	35°00.1'	72°15.5'	0.5	26	3.5	1.8	57.5	1042	0	3	1045	99.7		0.3
71	21-08-2008	0751	35°20.2'	72°36.7'	0808	35°19.4'	72°36.2'	0.3	28	3.4	1.0	77	292	0	0	292	100.0		
72	21-08-2008	0919	35°20.3'	72°41.1'	0934	35°19.8'	72°40.4'	0.3	40	3.2	0.8	119	311	0	2	313	99.2		0.8
73	21-08-2008	1043	35°24.0'	72°40.0'	1113	35°22.6'	72°39.0'	0.5	20	3.2	1.6	80	2000	0	0	2000	100.0		
74	21-08-2008	1212	35°23.5'	72°35.6'	1242	35°21.8'	72°35.5'	0.5	2	3.4	1.7	50	7	0	55	62	10.6		89.4
75	21-08-2008	1523	35°31.4'	72°47.9'	1533	35°30.8'	72°47.7'	0.2	17	3.5	0.6	72	554	0	9	563	98.4		1.6
76	21-08-2008	1750	35°32.2'	73°01.6'	1820	35°30.7'	73°00.9'	0.5	20	3.1	1.6	211	225	73	34	332	67.9	22.0	10.1
77	22-08-2008	0906	35°40.5'	72°59.6'	0936	35°38.9'	72°59.1'	0.5	10	3.3	1.7	150	66	0	20	86	76.9		23.1
78	22-08-2008	1115	35°39.8'	73°04.2'	1145	35°38.2'	73°04.1'	0.5	360	3.2	1.6	216.5	807	0	49	856	94.3		5.7
79	22-08-2008	1317	35°40.8'	73°06.5'	1331	35°40.1'	73°06.2'	0.2	26	3.3	0.8	253	300	0	0	300	100.0		
80	22-08-2008	1518	35°39.9'	73°08.5'	1548	35°38.6'	73°07.6'	0.5	30	3.2	1.6	355	150	263	0	413	36.3	63.7	
81	22-08-2008	1725	35°38.7'	73°08.5'	1755	35°37.3'	73°07.8'	0.5	20	3.1	1.6	416.5	25	0	22	47	53.2		46.8
82	23-08-2007	0811	35°53.2'	72°52.5'	0820	35°52.1'	72°51'	0.2	350	3.2	0.5	141.5	269	0	2	271	99.3		0.7
83	23-08-2008	0843	35°52.0'	72°59.0'	1013	35°50.0'	73°50.0'	0.5	315	3.0	1.5	202	417	26	33	476	87.5	5.4	7.0
84	23-08-2008	1137	35°50.0'	73°05.0'	1155	35°50.7'	73°04.6'	0.3	138	3.2	1.0	255	110	194	13	317	34.7	61.2	4.1
85	23-08-2008	1326	35°58.1'	73°00.0'	1356	35°59.7'	72°59.6'	0.5	167	3.2	1.6	304.5	255	262	3	520	49.0	50.4	0.6
86	23-08-2008	1511	35°57.5'	73°03.1'	1541	35°56.2'	73°03.4'	0.5	346	2.9	1.5	349.5	51	48	15	114	44.7	42.1	13.1
87	23-08-2008	1758	36°04.4'	72°52.4'	1828	36°02.8'	72°51.7'	0.5	24	3.3	1.7	123	557	0	67	624	89.3		10.7
88	24-08-2008	0817	36°21.2'	73°08.9'	0847	36°22.9'	73°19.1'	0.5	180	3.1	1.6	101	9	0	10	19	47.4		52.6
89	24-08-2008	1005	36°18.7'	73°02.9'	1035	36°20.0'	73°02.2'	0.5	170	3.2	1.6	92.5	75	0	0	75	100.0		
90	24-08-2008	1250	36°08.9'	73°05.9'	1320	36°10.2'	73°07.1'	0.5	218	3.1	1.6	224	1362	666	14	2042	66.7	32.6	0.7
91	24-08-2008	1421	36°10.6'	73°05.6'	1431	36°10.8'	73°06.2'	0.2	242	3.1	0.5	157	2394	0	4	2398	99.8		0.2
92	28-08-2008	1355	36°26.3'	73°05.6'	1427	36°27.9'	73°04.5'	0.5	135	3.2	1.7	85	348	0	4	352	98.8		1.2
93	28-08-2008	1602	36°32'	73°13'	1632	36°33.5'	73°12.4'	0.5	168	3.2	1.6	108	159	0	12	171	93.0		7.0
94	29-08-2008	0829	36°37.8'	73°13.9'	0905	36°40.2'	73°13.9'	0.6	152	3.4	2.0	107	488	0	5	493	99.0		1.0
95	29-08-2008	1012	36°40.2'	73°17.6'	1042	36°41.8'	73°17.6'	0.5	160	3.2	1.6	125	224	0	10	234	95.9		4.1
96	29-08-2008	1332	36°36.6'	73°34.1'	1407	36°38.3'	73°34.1'	0.6	180	3.1	1.8	254	140	179	134	453	30.9	39.5	29.6
97	29-08-2008	1534	3636.4	7334.4	1604	3639.4	7334.6	0.5	193	2.7	1.4	325	255	188	230	673	37.9	27.9	34.2



**Tabla 4 (cont.).** Bitácora de pesca del crucero de evaluación hidroacústica de merluza común (agosto-septiembre 2008)

Lance	Fecha	Calado			Virado			Duración lance (h)	Rumbo (°)	Velocidad (nudos)	Distancia arrastre (mn)	Profundidad Fondo (m)	Captura (kg)				Proporción (%)		
		Hora	Latitud	Longitud	Hora	Latitud	Longitud						M. común	Jibia	Otras	Total	M. común	Jibia	Otras
98	29-08-2008	1707	36°40.7'	73°33.9'	1737	36°42.2'	73°34.3'	0.5	196	3.1	1.6	195	297	62	10	369	80.4	16.8	2.8
99	30-08-2008	0901	36°51.4'	73°16.5'	0914	36°31.8'	73°17.2'	0.2	250	3.2	0.7	121	538	0	3	540	99.5		0.5
100	30-08-2008	1003	36°55.4'	73°17.2'	1034	36°57.1'	73°17'	0.5	182	3.4	1.8		580	0	7	587	98.7		1.3
101	30-08-2008	1143	36°57.8'	73°21.7'	1203	36°58.6'	73°22.1'	0.3	193	3.2	1.1	92.5	518	0	2	520	99.6		0.4
102	30-08-2008	1336	36°53.8'	73°22.7'	1406	36°55.2'	73°23.4'	0.5	205	3.2	1.6	124	697	0	0	697	100.0		
103	30-08-2008	1812	37°13.2'	73°46.1'	1842	37°14.7'	73°46.1'	0.5	179	3.1	1.6	190.5	612	244	3	858	71.3	28.4	0.3
104	31-08-2008	0842	37°18.8'	73°44.5'	0855	37°19.5'	73°44.5'	0.2	175	3.2	0.7	135	471	36	0	507	92.8	7.1	0.1
105	31-08-2008	1005	37°24.2'	73°48.9'	1015	37°24.7'	73°49'	0.2	195	3.3	0.6	248.5	233	666	5	904	25.8	73.7	0.5
106	31-08-2008	1127	37°28.7'	73°51.1'	1158	37°30.4'	73°51'	0.5	190	3.2	1.7	340.5	254	78	172	504	50.4	15.5	34.1
107	31-08-2008	1316	37°31.1'	73°45'	1344	37°32.8'	73°44.9'	0.5	190	3.1	1.4	137	610	0	0	610	100.0		
108	31-08-2008	1454	37°33.7'	73°47.1'	1530	37°35.2'	73°47'	0.6	185	3.2	1.9	195.5	540	0	0	540	100.0		
109	31-08-2008	1640	37°43.8'	73°47.7'	1655	37°44.6'	73°47.6'	0.3	178	3.2	0.8	208	504	396	7	907	55.5	43.7	0.8
110	01-09-2008	1014	37°49.9'	73°43.3'	1044	37°50.8'	73°41.5'	0.5	140	3.2	1.6	107	763	0	264	1026	74.3		25.7
111	01-09-2008	1257	37°52.2'	73°50.4'	1313	37°52.9'	73°50.8'	0.3	205	3.1	0.8	181	829	0	8	837	99.0		1.0
112	01-09-2008	1501	37°48.1'	73°50'	1516	37°48.8'	73°49.9'	0.3	192	3.1	0.8	244	351	663	34	1049	33.5	63.2	3.3
113	01-09-2008	1643	37°47'	73°50.8'	1713	37°48.4'	73°50.9'	0.5	180	2.9	1.5	292	223	251	78	552	40.4	45.4	14.2
114	02-09-2008	0924	38°08.3'	73°39.8'	0949	38°09.6'	73°39.3'	0.4	140	3	1.3	118	874	0	2	876	99.8		0.2
115	02-09-2008	1054	38°08.5'	73°44'	1119	38°07.4'	73°44.9'	0.4	330	3.2	1.3	184	1715	96	7	1818	94.3	5.3	0.4
116	02-09-2008	1225	38°06.4'	73°45.2'	1255	38°07'	73°46'	0.5	340	3.2	1.6	247	647	129	40	817	79.3	15.8	4.9
117	02-09-2008	1410	38°10.6'	73°45.4'	1431	38°19.6'	73°45.3'	0.4	175	3.1	1.1	304	135	0	95	230	58.6		41.4
118	02-09-2008	1826	38°39.8'	73°42.9'	1856	38°41.3'	73°42.8'	0.5	177	2.9	1.5	87	54	0	35	89	60.9		39.1
119	03-09-2008	0854	38°43'	73°50'	0904	38°44'	73°50'	0.2	180	3.2	0.5	150	544	0	0	544	100.0		
120	03-09-2008	1036	38°43.4'	73°55.2'	1021	38°42.7'	73°55.7'	0.3	330	3.2	0.8	197	864	0	4	868	99.5		0.5
121	03-09-2008	1120	38°41.3'	73°58.7'	1145	38°40.9'	73°59.3'	0.4	350	3.2	1.3	254	756	0	177	933	81.0		19.0
122	03-09-2008	1339	38°47'	73°58.2'	1400	38°45.9'	73°58.4'	0.4	355	3.2	1.1	264.5	242	0	89	331	73.2		26.8
123	03-09-2008	1532	38°48.9'	73°53.5'	1542	38°48.4'	73°53.5'	0.2	355	3.2	0.5	203	333	0	5	338	98.6		1.4
124	03-09-2008	1654	38°48.7'	73°48.1'	1703	38°48.3'	73°48.3'	0.2	338	3.1	0.5	156	473	0	6	479	98.7		1.3
125	04-09-2008	0827	39°07'	73°55.7'	957	39°05'	73°55.4'	0.5	360	3.2	1.6	317	0	175	420	595		29.4	70.6
126	04-09-2008	1020	39°06.9'	73°53.9'	1050	39°05.2'	73°54'	0.5	360	3.2	1.6	189	907	0	5	911	99.5		0.5
127	04-09-2008	1302	39°10.5'	73°47.6'	1332	39°08.9'	73°47.3'	0.5	20	3.2	1.6	154	780	5	2	788	99.1	0.7	0.2
128	04-09-2008	1516	39°10.4'	73°39.1'	1546	39°08.8'	73°29.5'	0.5	360	3.2	1.6	119	678	0	6	684	99.1		0.9
129	04-09-2008	1650	39°09'	73°35.4'	1720	39°07.4'	73°35.9'	0.5	350	3.2	1.6	96	36	0	13	49	73.5		26.5
130	05-09-2008	0825	39°39'	73°52.5'	0855	39°36.8'	73°53.4'	0.5	335	3.2	1.6	96	0	0	45	45			100.0



**Tabla 4 (cont.).** Bit3cora de pesca del crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n (agosto-septiembre 2008)

Lance	Fecha	Calado			Virado			Duraci3n lance (h)	Rumbo (°)	Velocidad (nudos)	Distancia arrastre (mn)	Profundidad Fondo (m)	Captura (kg)				Proporci3n (%)		
		Hora	Latitud	Longitud	Hora	Latitud	Longitud						M. com3n	Jibia	Otras	Total	M. com3n	Jibia	Otras
131	05-09-2008	1012	39°38.3'	73°59.6'	1035	39°73.3'	73°59.1'	0.4	20	3.2	1.2	177.5	244	36	6	286	85.3	12.6	2.1
132	05-09-2008	1343	39°57.9'	73°51.5'	1354	39°58.5'	73°51.6'	0.2	190	3.2	0.6	141	797	40	1	838	95.1	4.8	0.1
133	05-09-2008	1453	40°01.5'	73°51.7'	1123	40°03.1'	73°52.0'	0.5	195	3.2	1.6	126	268	0	2	270	99.3		0.7
134	05-09-2008	1618	40°03.3'	73°55.8'	1635	40°04.1'	73°55.8'	0.3	180	3	0.9	161	228	43	5	276	82.5	15.6	1.9
135	06-09-2008	0944	40°08.3'	73°48.9'	1000	40°09.1'	73°48.6'	0.3	160	3.2	0.9	92	2	0	91	93	2.5		97.5
136	06-09-2008	1104	40°14.2'	73°52.2'	1134	40°15.8'	73°51.9'	0.5	165	3.2	1.6	155	610	0	203	813	75.0		25.0
137	06-09-2008	1442	40°14.4'	74°00.9'	1512	40°16'	74°01.2'	0.5	210	3.4	1.7	150	2	0	679	681	0.4		99.6
138	06-09-2008	1702	40°16.9'	74°04.6'	1718	40°17.8'	74°04.5'	0.3	181	3.2	0.9	198	618	83	104	805	76.8	10.3	12.9
139	07-09-2008	0935	40°37.9'	73°55.4'	0945	40°38.4'	73°55.4'	0.2	180	3.2	0.5	142	276	0	1	277	99.7		0.3
140	07-09-2008	1109	40°37'	73°52'	1139	40°38.7'	73°55.2'	0.5	200	3.2	1.6	124	89	0	3	92	96.9		3.1
141	07-09-2008	1440	40°34.7'	74°10'	1455	40°35.6'	74°10.3'	0.3	200	3.2	0.8	190	271	0	740	1010	26.8		73.2
142	07-09-2008	1642	40°44.8'	74°13.6'	1709	40°46.2'	74°13.8'	0.5	186	3.1	1.4	179	832	0	105	937	88.8		11.2
143	07-09-2008	1806	40°47.4'	74°16.1'	1826	40°48.3'	74°16.3'	0.3	190	3.2	1.1	232	244	48	224	516	47.3	9.3	43.4
144	08-09-2008	0854	41°07.3'	73°59.8'	925	41°09'	74°	0.5	194	3.2	1.7	128.5	14	0	33	47	30.0		70.0
145	08-09-2008	1046	41°07.7'	74°06.4'	1110	40°08.8'	74°06.1'	0.4	175	3.2	1.3	176.5	582	0	0	582	100.0		
146	08-09-2008	1247	41°08.8'	74°12.6'	1300	41°09.5'	74°12.3'	0.2	195	3.2	0.7	214.5	1336	0	189	1525	87.6		12.4
147	08-09-2008	1415	41°10.8'	74°16.1'	1422	41°11.2'	74°16'	0.1	190	3.2	0.4	268.5	0	34	729	763		4.5	95.5
148	08-09-2008	1551	41°10.5'	74°18'	1602	41°11'	74°18'	0.2	195	3.2	0.6	349	0	168	124	292		57.6	42.4
149	08-09-2008	1737	41°19.1'	74°20.6'	1747	41°19.7'	74°20.6'	0.2	185	3.2	0.5	245	335	48	333	716	46.8	6.7	46.5
150	09-09-2008	0914	41°39.3'	74°19.8'	0934	41°39.6'	74°18.5'	0.3	116	3.2	1.1	156	33	125	14	172	19.2	72.8	8.0
151	09-09-2008	1538	41°44.9'	74°44'	1551	41°45.5'	74°44'	0.2	183	3.2	0.7	284	4	116	434	554	0.7	21.0	78.3
152	09-09-2008	1653	41°49.3'	74°41.8'	1703	41°49.8'	74°41.8'	0.2	188	3.1	0.5	198	43	0	162	205	21.0		79.0
153	10-09-2008	0902	41°44'	74°37'	0932	41°44'	74°35'	0.5		3.3	1.7	165	123	45	55	223	55.2	20.2	24.6



**Tabla 5.** Escala macrosc3pica para determinar el estadio de madurez sexual de hembras de *M. gayi* (Balbont3n y Fisher, 1981).

Estadio	Denominaci3n	Aspecto macrosc3pico
I	Virginal	Sexo indeterminado, g3nadas peque1as, filiformes, generalmente juveniles menores de 24 cent3metros.
II	Inmaduro	Comienzo de maduraci3n de juveniles y reincidentes, ovario bien definido de color rosado claro, sin 3vulos visibles al ojo desnudo. En ejemplares grandes es normal que el ovario en esta fase presente l3men claramente apreciable, pero su pared es m3s gruesa que en la fase V (indica reposo gon3dico).
III	En maduraci3n	G3nadas de gran volumen con 3vulos visibles de color amarillo p3ldo, pero no trasl3cido, con escasa vascularizaci3n. Por lo general, el l3men desaparece cuando los 3vulos alcanzan un di3metro mayor de 500 micrones. Ovario turgescente.
III A	Maduraci3n con desove parcial reciente	Ovario muy vascularizado y con 3vulos visibles a simple vista, los que en peque1a proporci3n presentan una gota oleosa (de color verde amarillento), que corresponde a restos de un desove anterior reciente. En este caso la g3nada es m3s fl3cida que en la fase III.
IV	Desovante	Ovario turgente con 3vulos visibles y transparentes de color anaranjado. Al apretarlo escurren 3vulos transparentes.
V	Desovado y En regresi3n	Ovario vaci3, distendido, l3men amplio, muy fl3cido, de color rojizo de aspecto hemorr3gico, sin 3vulos visibles. Este ovario pasa al estado II, inmaduro.



**Tabla 6.** Escala microscópica para determinar el estadio de madurez sexual en hembras de *M. gayi* (modificada) (Herrera *et al.*, 1988).

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



**Tabla 7.** Estimados totales de biomasa, límites de confianza y densidad de merluza común.

Método	Area (mn <sup>2</sup> )	Biomasa (t)	Densidad (t*mn <sup>-2</sup> )
Razón	13.020	309.060 241.747 - 376.373	23,7
Geoestadístico	10.214	313.778 [268.786 - 361.297]	30,7

**Tabla 8.** Biomasa (t) y abundancia (N°) de merluza común estimada por subzona. Crucero de Evaluación agosto-septiembre 2008. En paréntesis se entrega el coeficiente de variación de la biomasa.

Subzona Area (mn <sup>2</sup> )	Biomasa (t)	Abundancia (N°)		
		Machos	Hembras	Total
1 (448)	20.987 (21%)	29.448.600	56.700.072	86.148.672
2 (3.629)	101.603 (14%)	245.797.327	299.402.773	545.200.100
3 (3.098)	134.448 (11%)	215.354.487	460.581.278	675.935.765
4 (3.040)	56.740 (19%)	160.866.117	16.8158.714	329.024.832
<b>Total</b>	<b>313.778 (10%)</b>	<b>651.466.531</b>	<b>984.842.838</b>	<b>1.636.309.370</b>



**Tabla 9.** Número de ejemplares por subzona medidos en los muestreos de frecuencia de longitud y muestreos biológicos de merluza común. Crucero agosto-septiembre 2008.

Sub zona	Muestro de longitud			Muestreo biológico				
	Indeter- minados	Machos	Hembras	Indeter- minados	Machos	Hembras	Otolitos	Gónadas
29°10'- 31°24'	431	889	1.627	20	140	347	510	216
31°25'- 35°30'	1.383	3.812	4.573	58	540	988	1.588	664
35°31'- 38°39'	645	2.599	5.387	11	309	1.000	1.320	626
38°40'- 42°00'	1.394	1.907	2.001	1	316	440	757	309
Total	3.853	9.207	13.588	90	1.305	2.775	4.173	1.815



**Tabla 10.** Parámetros de la relación peso - longitud de merluza común crucero agosto-septiembre de 2008

Sexo	Parámetro	Subzona 1	Subzona 2	Subzona 3	Subzona 4
Machos	a	0,97221 0,0064027-0,0130442	0,0053272 0,0043611-0,0062933	0,0098458 0,0077914-0,0119003	0,0107244 0,0087055-0,0127432
	b	2,874388 2,7767698-2,9720065	3,059112 3,0072264-3,1107961	2,8874208 2,8284992-2,9463424	2,8799508 2,8271065-2,9327951
	n	140	539	282	349
	R <sup>2</sup>	0,97	0,97	0,97	0,97
Hembras	a	0,0021669 0,0018029-0,0025309	0,0032506 0,0029948-0,0035064	0,0041131 0,0037887-0,0044376	0,0030074 0,0024804-0,0035345
	b	3,2864721 3,2433829-3,3295613	3,1855179 3,1650925-3,2059433	3,1274319 3,1075019-3,1473620	3,2226524 3,1779146-3,267390
	n	347	988	992	466
	R <sup>2</sup>	0,98	0,98	0,98	0,97



**Tabla 11.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y categorías de veriles sobre y bajo los 200 m.

		Estimaciones de los parámetros					Intervalo de confianza 95%	
		Estimación	Error tip.	Wald	gl	Valor p	Límite inferior	Límite superior
Umbral	[TALLA = 18,5]	-6,621	0,19	1170,42	1	< 0,01	-7,001	-6,242
	[TALLA = 20,5]	-5,032	0,15	1133,25	1	< 0,01	-5,325	-4,739
	[TALLA = 22,5]	-3,744	0,14	734,81	1	< 0,01	-4,014	-3,473
	[TALLA = 24,5]	-2,671	0,13	392,01	1	< 0,01	-2,935	-2,407
	[TALLA = 26,5]	-1,669	0,13	156,20	1	< 0,01	-1,931	-1,408
	[TALLA = 28,5]	-0,637	0,13	23,06	1	< 0,01	-0,897	-0,377
	[TALLA = 30,5]	0,173	0,13	1,71	1	0,191	-0,086	0,433
	[TALLA = 32,5]	1,001	0,13	56,16	1	< 0,01	0,739	1,262
	[TALLA = 34,5]	1,942	0,14	196,71	1	< 0,01	1,671	2,213
	[TALLA = 36,5]	3,004	0,15	377,05	1	< 0,01	2,700	3,307
	[TALLA = 38,5]	3,980	0,19	437,34	1	< 0,01	3,607	4,353
	[TALLA = 40,5]	4,953	0,26	356,58	1	< 0,01	4,439	5,468
	[TALLA = 42,5]	5,703	0,36	255,51	1	< 0,01	5,004	6,402
	[TALLA = 44,5]	7,209	0,72	100,66	1	< 0,01	5,800	8,617
[TALLA = 48,5]	7,902	1,01	61,44	1	< 0,01	5,926	9,878	
Ubicación	[ESTRATO=Z1 <=200]	-6,109	0,31	400,99	1	< 0,01	-6,707	-5,511
	[ESTRATO=Z1 >200 ]	-0,694	0,15	22,67	1	< 0,01	-0,980	-0,408
	[ESTRATO=Z2 <=200]	-1,210	0,14	78,77	1	< 0,01	-1,477	-0,943
	[ESTRATO=Z2 >200 ]	-1,313	0,15	79,48	1	< 0,01	-1,602	-1,025
	[ESTRATO=Z3 <=200]	-1,203	0,14	75,67	1	< 0,01	-1,474	-0,932
	[ESTRATO=Z3 >200 ]	-1,206	0,15	63,81	1	< 0,01	-1,502	-0,910
	[ESTRATO=Z4 <=200]	-1,823	0,14	170,27	1	< 0,01	-2,097	-1,550
	[ESTRATO=Z4 >200 ]	0	.	.	.	.	.	.

Función de vínculo: Logit.

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



**Tabla 12.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y categorías de veriles sobre y bajo los 200 m.

		Estimaciones de los parámetros				Intervalo de confianza 95%		
		Estimación	Error típ.	Wald	gl	Valor p	Límite inferior	Límite superior
Umbral	[TALLA = 18,5]	-5,674	0,14	1711,64	1	< 0,01	-5,943	-5,405
	[TALLA = 20,5]	-4,406	0,10	1956,99	1	< 0,01	-4,601	-4,210
	[TALLA = 22,5]	-3,186	0,09	1388,50	1	< 0,01	-3,353	-3,018
	[TALLA = 24,5]	-2,290	0,08	790,84	1	< 0,01	-2,449	-2,130
	[TALLA = 26,5]	-1,468	0,08	339,84	1	< 0,01	-1,624	-1,312
	[TALLA = 28,5]	-0,609	0,08	59,99	1	< 0,01	-0,764	-0,455
	[TALLA = 30,5]	0,042	0,08	0,29	1	0,590	-0,112	0,196
	[TALLA = 32,5]	0,516	0,08	43,01	1	< 0,01	0,362	0,670
	[TALLA = 34,5]	1,036	0,08	171,13	1	< 0,01	0,881	1,191
	[TALLA = 36,5]	1,549	0,08	373,29	1	< 0,01	1,392	1,706
	[TALLA = 38,5]	2,128	0,08	671,95	1	< 0,01	1,967	2,288
	[TALLA = 40,5]	2,698	0,09	1001,51	1	< 0,01	2,531	2,866
	[TALLA = 42,5]	3,187	0,09	1264,38	1	< 0,01	3,012	3,363
	[TALLA = 44,5]	3,801	0,10	1489,79	1	< 0,01	3,608	3,994
	[TALLA = 46,5]	4,259	0,11	1537,51	1	< 0,01	4,046	4,471
	[TALLA = 48,5]	4,641	0,12	1490,17	1	< 0,01	4,405	4,876
	[TALLA = 50,5]	5,126	0,14	1335,61	1	< 0,01	4,851	5,401
	[TALLA = 52,5]	5,411	0,16	1212,29	1	< 0,01	5,106	5,715
	[TALLA = 54,5]	5,658	0,17	1095,65	1	< 0,01	5,323	5,993
	[TALLA = 56,5]	6,020	0,20	922,12	1	< 0,01	5,632	6,409
[TALLA = 58,5]	6,378	0,23	759,00	1	< 0,01	5,924	6,832	
[TALLA = 60,5]	6,785	0,28	594,56	1	< 0,01	6,239	7,330	
[TALLA = 62,5]	8,039	0,51	252,38	1	< 0,01	7,047	9,031	
[TALLA = 64,5]	8,327	0,58	204,28	1	< 0,01	7,185	9,468	
[TALLA = 66,5]	8,732	0,71	150,67	1	< 0,01	7,338	10,126	
Ubicación	[ESTRATO=Z1 <=200]	-4,974	0,35	201,18	1	< 0,01	-5,662	-4,287
	[ESTRATO=Z1 >200 ]	0,943	0,09	110,09	1	< 0,01	0,766	1,119
	[ESTRATO=Z2 <=200]	-0,924	0,09	111,90	1	< 0,01	-1,096	-0,753
	[ESTRATO=Z2 >200 ]	0,009	0,09	0,01	1	0,914	-0,158	0,177
	[ESTRATO=Z3 <=200]	-0,594	0,08	49,22	1	< 0,01	-0,760	-0,428
	[ESTRATO=Z3 >200 ]	0,018	0,09	0,05	1	0,829	-0,149	0,186
	[ESTRATO=Z4 <=200]	-1,335	0,09	215,20	1	< 0,01	-1,513	-1,156
	[ESTRATO=Z4 >200 ]	0	.	.	0	.	.	.

Función de vínculo: Logit.

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



**Tabla 13.** Bondad de ajuste y p-seudo r-cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para machos y hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m.

Estadísticos	Bondad de ajuste						Pseudo R-cuadrado		
	Chi cuadrado	Macho gl	Valor p	Chi cuadrado	Hembra gl	Valor p		Macho	Hembra
Pearson	1.046	98	< 0,01	2.380	182	< 0,01	Cox y Snell	0,065	0,130
Desviación	959	98	< 0,01	2.306	182	< 0,01	Nagelkerke	0,066	0,131
Función de vínculo: Logit.									

**Tabla 14.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de machos, considerando las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m.

Nivel de factor	Hipotesis	Wald	G.L.	valor p
Todos	Igualdad de tallas	12211	15	< 0,001
Todos	Igualdad de zonas	259,8	3	< 0,001
Todos	Igualdad de veriles	456,0	1	< 0,001
Veril ≤ 200	Z1 = Z2	314,7	1	< 0,001
	Z1 = Z3	313,5	1	< 0,001
	Z1 = Z4	239,4	1	< 0,001
	Z2 = Z3	0,021	1	0,886
	Z2 = Z4	129,1	1	< 0,001
	Z3 = Z4	111,8	1	< 0,001
Veril > 200	Z1 = Z2	48,0	1	< 0,001
	Z1 = Z3	28,8	1	< 0,001
	Z1 = Z4	22,7	1	< 0,001
	Z2 = Z3	1,2	1	0,269
	Z2 = Z4	79,5	1	< 0,001
	Z3 = Z4	63,8	1	< 0,001
Z1	Veril ≤ 200 = Veril > 200	370,1	1	< 0,001
Z2	Veril ≤ 200 = Veril > 200	2,1	1	0,152
Z3	Veril ≤ 200 = Veril > 200	0,0	1	0,968
Z4	Veril ≤ 200 = Veril > 200	170,3	1	< 0,001



**Tabla 15.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de hembras, considerando las subzonas 1 a 4 y veriles de profundidad menores y mayores a 200 m.

Nivel de factor	Hipotesis	Wald	G.L.	valor p
Todos	Igualdad de tallas	18705	25	< 0,001
Todos	Igualdad de zonas	147,8	3	< 0,001
Todos	Igualdad de veriles	576,7	1	< 0,001
Veril ≤ 200	Z1 = Z2	138,9	1	< 0,001
	Z1 = Z3	162,9	1	< 0,001
	Z1 = Z4	111,8	1	< 0,001
	Z2 = Z3	42,4	1	< 0,001
	Z2 = Z4	46,8	1	< 0,001
	Z3 = Z4	172,1	1	< 0,001
Veril > 200	Z1 = Z2	271,8	1	< 0,001
	Z1 = Z3	266,9	1	< 0,001
	Z1 = Z4	110,1	1	< 0,001
	Z2 = Z3	0,035	1	0,851
	Z2 = Z4	0,012	1	0,914
	Z3 = Z4	0,047	1	0,851
Z1	Veril ≤ 200 = Veril > 200	294,0	1	< 0,001
Z2	Veril ≤ 200 = Veril > 200	314,2	1	< 0,001
Z3	Veril ≤ 200 = Veril > 200	162,8	1	< 0,001
Z4	Veril ≤ 200 = Veril > 200	215,2	1	< 0,001



**Tabla 16.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para machos, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.

Estimaciones de los parámetros								
	Coefficientes	Estimación	Error típ.	Wald	gl	Valor p	Intervalo de confianza 95%	
Umbral	[TALLA = 18,5]	-5,153	0,078	4.342,5	1	< 0,01	-5,306	-5,000
	[TALLA = 20,5]	-3,395	0,049	4.735,4	1	< 0,01	-3,491	-3,298
	[TALLA = 22,5]	-1,997	0,043	2.177,4	1	< 0,01	-2,081	-1,913
	[TALLA = 24,5]	-0,840	0,041	419,3	1	< 0,01	-0,921	-0,760
	[TALLA = 26,5]	0,075	0,041	3,4	1	0,065	-0,005	0,155
	[TALLA = 28,5]	0,851	0,041	431,5	1	< 0,01	0,771	0,931
	[TALLA = 30,5]	1,554	0,041	1.404,7	1	< 0,01	1,473	1,635
	[TALLA = 32,5]	2,220	0,042	2.781,5	1	< 0,01	2,138	2,303
	[TALLA = 34,5]	2,793	0,043	4.284,9	1	< 0,01	2,709	2,877
	[TALLA = 36,5]	3,328	0,043	5.948,9	1	< 0,01	3,244	3,413
	[TALLA = 38,5]	3,868	0,044	7.882,3	1	< 0,01	3,783	3,954
	[TALLA = 40,5]	4,436	0,044	10.185,6	1	< 0,01	4,349	4,522
	[TALLA = 42,5]	5,056	0,044	13.004,0	1	< 0,01	4,970	5,143
	[TALLA = 44,5]	5,681	0,045	16.102,6	1	< 0,01	5,593	5,769
	[TALLA = 46,5]	6,377	0,045	19.726,6	1	< 0,01	6,288	6,466
	[TALLA = 48,5]	7,239	0,047	23.998,4	1	< 0,01	7,147	7,330
	[TALLA = 50,5]	8,364	0,051	27.168,0	1	< 0,01	8,264	8,463
	[TALLA = 52,5]	9,591	0,063	23.394,6	1	< 0,01	9,468	9,714
	[TALLA = 54,5]	10,550	0,084	15.877,0	1	< 0,01	10,386	10,714
	Ubicación	[TALLA = 56,5]	11,428	0,118	9.307,8	1	< 0,01	11,196
[TALLA = 58,5]		12,482	0,191	4.272,0	1	< 0,01	12,108	12,856
[TALLA = 60,5]		14,058	0,411	1.171,8	1	< 0,01	13,254	14,863
[TALLA = 62,5]		14,464	0,502	830,2	1	< 0,01	13,480	15,448
[TALLA = 64,5]		15,850	1,001	250,7	1	< 0,01	13,888	17,812
[ESTRATO=1997_Z1]		2,666	0,058	2.119,1	1	< 0,01	2,553	2,780
[ESTRATO=1997_Z2]		4,672	0,050	8.683,2	1	< 0,01	4,574	4,771
[ESTRATO=1997_Z3]		4,986	0,054	8.454,4	1	< 0,01	4,880	5,092
[ESTRATO=1997_Z4]		5,189	0,056	8.514,1	1	< 0,01	5,078	5,299
[ESTRATO=1999_Z1]		4,101	0,070	3.417,7	1	< 0,01	3,963	4,238
[ESTRATO=1999_Z2]		5,669	0,061	8.748,1	1	< 0,01	5,551	5,788
[ESTRATO=1999_Z3]		6,402	0,063	10.473,4	1	< 0,01	6,280	6,525
[ESTRATO=1999_Z4]		5,698	0,062	8.531,4	1	< 0,01	5,577	5,819
[ESTRATO=2000_Z1]		3,531	0,063	3.187,0	1	< 0,01	3,409	3,654
[ESTRATO=2000_Z2]		5,064	0,054	8.948,8	1	< 0,01	4,959	5,169
[ESTRATO=2000_Z3]		4,092	0,059	4.857,9	1	< 0,01	3,977	4,207
[ESTRATO=2000_Z4]		5,927	0,055	11.406,0	1	< 0,01	5,818	6,036
[ESTRATO=2001_Z1]		2,644	0,056	2.243,1	1	< 0,01	2,534	2,753
[ESTRATO=2001_Z2]		3,755	0,048	6.136,6	1	< 0,01	3,661	3,849
[ESTRATO=2001_Z3]		4,071	0,054	5.635,5	1	< 0,01	3,965	4,177
[ESTRATO=2001_Z4]		4,495	0,055	6.729,8	1	< 0,01	4,387	4,602
[ESTRATO=2002_Z1]		3,469	0,063	2.998,2	1	< 0,01	3,345	3,594
[ESTRATO=2002_Z2]		4,940	0,052	8.855,4	1	< 0,01	4,837	5,043
[ESTRATO=2002_Z3]		5,279	0,052	10.245,1	1	< 0,01	5,176	5,381
[ESTRATO=2002_Z4]	5,323	0,060	7.934,6	1	< 0,01	5,206	5,440	
[ESTRATO=2004_Z1]	-0,993	0,074	181,5	1	< 0,01	-1,137	-0,848	
[ESTRATO=2004_Z2]	-0,829	0,050	279,8	1	< 0,01	-0,927	-0,732	
[ESTRATO=2004_Z3]	0,664	0,060	122,1	1	< 0,01	0,547	0,782	
[ESTRATO=2004_Z4]	0,356	0,056	41,1	1	< 0,01	0,247	0,465	



Continuación Tabla 16

Coefficientes	Estimación	Error típ.	Wald	gl	Valor p	Intervalo de confianza 95%	
[ESTRATO=2005_Z1]	-1,539	0,072	454,2	1	< 0,01	-1,681	-1,398
[ESTRATO=2005_Z2]	0,246	0,054	21,2	1	< 0,01	0,141	0,351
[ESTRATO=2005_Z3]	1,309	0,081	262,7	1	< 0,01	1,150	1,467
[ESTRATO=2005_Z4]	1,024	0,067	232,0	1	< 0,01	0,892	1,155
[ESTRATO=2006_Z1]	-1,489	0,076	387,5	1	< 0,01	-1,637	-1,340
[ESTRATO=2006_Z2]	0,494	0,056	76,7	1	< 0,01	0,383	0,604
[ESTRATO=2006_Z3]	0,439	0,059	55,0	1	< 0,01	0,323	0,555
[ESTRATO=2006_Z4]	1,401	0,065	469,8	1	< 0,01	1,275	1,528
[ESTRATO=2007_Z1]	0,425	0,062	47,6	1	< 0,01	0,304	0,546
[ESTRATO=2007_Z2]	0,289	0,048	35,9	1	< 0,01	0,195	0,384
[ESTRATO=2007_Z3]	1,402	0,064	485,5	1	< 0,01	1,277	1,527
[ESTRATO=2007_Z4]	0,640	0,065	96,3	1	< 0,01	0,512	0,767
[ESTRATO=2008_Z1]	0,193	0,072	7,2	1	< 0,01	0,052	0,334
[ESTRATO=2008_Z2]	0,332	0,050	44,7	1	< 0,01	0,234	0,429
[ESTRATO=2008_Z3]	0,407	0,053	58,4	1	< 0,01	0,303	0,511
[ESTRATO=2008_Z4]	0	.	.	0	.	.	.

Función de vínculo: Logit.

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



**Tabla 17.** Resumen de estadísticas de los parámetros del modelo logístico ordinal de tallas para hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.

Estimaciones de los parámetros							
	Coefficientes	Estimación	Error típ.	Wald	gl	Valor p	Intervalo de confianza 95%
Umbral	[TALLA = 18,5]	-4,713	0,069	4.731,5	1	< 0,01	-4,848 -4,579
	[TALLA = 20,5]	-3,274	0,048	4.749,6	1	< 0,01	-3,367 -3,181
	[TALLA = 22,5]	-1,986	0,041	2.312,7	1	< 0,01	-2,067 -1,905
	[TALLA = 24,5]	-1,022	0,040	661,8	1	< 0,01	-1,100 -0,944
	[TALLA = 26,5]	-0,313	0,039	63,4	1	< 0,01	-0,391 -0,236
	[TALLA = 28,5]	0,327	0,039	69,1	1	< 0,01	0,250 0,404
	[TALLA = 30,5]	0,844	0,040	456,1	1	< 0,01	0,766 0,921
	[TALLA = 32,5]	1,331	0,040	1.123,5	1	< 0,01	1,253 1,409
	[TALLA = 34,5]	1,813	0,040	2.058,3	1	< 0,01	1,735 1,892
	[TALLA = 36,5]	2,283	0,040	3.218,9	1	< 0,01	2,204 2,362
	[TALLA = 38,5]	2,727	0,041	4.531,3	1	< 0,01	2,648 2,806
	[TALLA = 40,5]	3,161	0,041	6.011,9	1	< 0,01	3,081 3,241
	[TALLA = 42,5]	3,581	0,041	7.626,6	1	< 0,01	3,501 3,661
	[TALLA = 44,5]	4,012	0,041	9.459,9	1	< 0,01	3,931 4,092
	[TALLA = 46,5]	4,469	0,042	11.589,1	1	< 0,01	4,387 4,550
	[TALLA = 48,5]	4,959	0,042	14.055,4	1	< 0,01	4,877 5,041
	[TALLA = 50,5]	5,493	0,042	16.891,8	1	< 0,01	5,410 5,576
	[TALLA = 52,5]	6,034	0,043	19.799,8	1	< 0,01	5,950 6,118
	[TALLA = 54,5]	6,535	0,044	22.331,1	1	< 0,01	6,449 6,620
	[TALLA = 56,5]	6,953	0,045	24.128,4	1	< 0,01	6,866 7,041
	[TALLA = 58,5]	7,303	0,046	25.239,5	1	< 0,01	7,213 7,393
	[TALLA = 60,5]	7,583	0,047	25.769,2	1	< 0,01	7,491 7,676
	[TALLA = 62,5]	7,852	0,049	25.904,5	1	< 0,01	7,757 7,948
	[TALLA = 64,5]	8,139	0,051	25.590,3	1	< 0,01	8,039 8,239
	[TALLA = 66,5]	8,419	0,053	24.798,5	1	< 0,01	8,314 8,524
	[TALLA = 68,5]	8,717	0,057	23.445,7	1	< 0,01	8,606 8,829
	[TALLA = 70,5]	9,029	0,062	21.546,9	1	< 0,01	8,908 9,149
	[TALLA = 72,5]	9,388	0,068	18.919,1	1	< 0,01	9,254 9,522
	[TALLA = 74,5]	9,690	0,075	16.529,9	1	< 0,01	9,542 9,838
	[TALLA = 76,5]	10,225	0,092	12.366,2	1	< 0,01	10,045 10,405
	[TALLA = 78,5]	10,913	0,123	7.898,7	1	< 0,01	10,672 11,153
	[TALLA = 80,5]	11,339	0,149	5.803,9	1	< 0,01	11,047 11,631
	[TALLA = 82,5]	11,830	0,187	3.989,5	1	< 0,01	11,463 12,197
	[TALLA = 84,5]	12,398	0,246	2.537,8	1	< 0,01	11,916 12,880
[TALLA = 86,5]	13,440	0,410	1.072,5	1	< 0,01	12,635 14,244	
[TALLA = 88,5]	14,538	0,708	421,3	1	< 0,01	13,150 15,927	
[TALLA = 90,5]	15,231	1,001	231,6	1	< 0,01	13,270 17,193	



Continuación **Tabla 17**

	Coefficientes	Estimación	Error típ.	Wald	gl	Valor p	Intervalo de confianza 95%	
Ubicación	[ESTRATO=1997_Z1]	2,231	0,056	1.602,5	1	< 0,01	2,122	2,340
	[ESTRATO=1997_Z2]	3,879	0,051	5.795,9	1	< 0,01	3,779	3,979
	[ESTRATO=1997_Z3]	3,968	0,051	5.939,8	1	< 0,01	3,867	4,069
	[ESTRATO=1997_Z4]	4,220	0,053	6.437,5	1	< 0,01	4,116	4,323
	[ESTRATO=1999_Z1]	3,944	0,065	3.702,5	1	< 0,01	3,817	4,071
	[ESTRATO=1999_Z2]	5,261	0,054	9.404,9	1	< 0,01	5,155	5,368
	[ESTRATO=1999_Z3]	5,348	0,054	9.817,3	1	< 0,01	5,242	5,454
	[ESTRATO=1999_Z4]	5,271	0,054	9.653,5	1	< 0,01	5,166	5,376
	[ESTRATO=2000_Z1]	3,197	0,058	3.003,0	1	< 0,01	3,083	3,312
	[ESTRATO=2000_Z2]	4,490	0,050	8.006,4	1	< 0,01	4,391	4,588
	[ESTRATO=2000_Z3]	3,205	0,051	4.023,9	1	< 0,01	3,106	3,304
	[ESTRATO=2000_Z4]	4,524	0,051	7.784,3	1	< 0,01	4,424	4,625
	[ESTRATO=2001_Z1]	2,697	0,056	2.357,9	1	< 0,01	2,588	2,806
	[ESTRATO=2001_Z2]	2,696	0,049	3.032,6	1	< 0,01	2,600	2,792
	[ESTRATO=2001_Z3]	3,279	0,053	3.769,7	1	< 0,01	3,174	3,384
	[ESTRATO=2001_Z4]	3,333	0,050	4.450,9	1	< 0,01	3,235	3,431
	[ESTRATO=2002_Z1]	4,017	0,059	4.563,3	1	< 0,01	3,901	4,134
	[ESTRATO=2002_Z2]	3,980	0,047	7.166,2	1	< 0,01	3,888	4,073
	[ESTRATO=2002_Z3]	4,335	0,049	7.842,0	1	< 0,01	4,239	4,431
	[ESTRATO=2002_Z4]	4,199	0,053	6.278,5	1	< 0,01	4,095	4,303
	[ESTRATO=2004_Z1]	2,589	0,061	1.776,4	1	< 0,01	2,469	2,710
	[ESTRATO=2004_Z2]	0,104	0,053	3,8	1	0,051	0,000	0,209
	[ESTRATO=2004_Z3]	1,255	0,056	505,1	1	< 0,01	1,146	1,365
	[ESTRATO=2004_Z4]	0,663	0,059	126,2	1	< 0,01	0,547	0,778
	[ESTRATO=2005_Z1]	-0,448	0,061	53,4	1	< 0,01	-0,569	-0,328
	[ESTRATO=2005_Z2]	-0,705	0,059	145,3	1	< 0,01	-0,820	-0,591
	[ESTRATO=2005_Z3]	1,024	0,055	347,6	1	< 0,01	0,916	1,132
	[ESTRATO=2005_Z4]	0,568	0,058	97,1	1	< 0,01	0,455	0,681
	[ESTRATO=2006_Z1]	-0,946	0,059	259,2	1	< 0,01	-1,062	-0,831
	[ESTRATO=2006_Z2]	0,268	0,051	27,5	1	< 0,01	0,168	0,368
	[ESTRATO=2006_Z3]	0,457	0,049	86,7	1	< 0,01	0,361	0,554
	[ESTRATO=2006_Z4]	0,733	0,056	174,1	1	< 0,01	0,624	0,842
	[ESTRATO=2007_Z1]	1,237	0,058	448,6	1	< 0,01	1,122	1,351
	[ESTRATO=2007_Z2]	0,704	0,047	220,2	1	< 0,01	0,611	0,797
[ESTRATO=2007_Z3]	1,466	0,048	940,2	1	< 0,01	1,372	1,560	
[ESTRATO=2007_Z4]	-0,054	0,060	0,8	1	0,366	-0,171	0,063	
[ESTRATO=2008_Z1]	1,511	0,059	666,1	1	< 0,01	1,397	1,626	
[ESTRATO=2008_Z2]	0,522	0,047	123,8	1	< 0,01	0,430	0,613	
[ESTRATO=2008_Z3]	0,545	0,046	141,8	1	< 0,01	0,455	0,635	
[ESTRATO=2008_Z4]	0	.	.	0	.	.	.	

Función de vínculo: Logit.

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



**Tabla 18.** Bondad de ajuste y p-seudo r-cuadrado para el modelo logístico ordinal de tallas para machos y hembras, considerando como factores las subzonas 1 a 4 y año.

Estadísticos	Bondad de ajuste						Pseudo R-cuadrado		
	Chi cuadrado	Macho gl	Valor p	Chi cuadrado	Hembra gl	Valor p		Macho	Hembra
Pearson	29.427	897	< 0,01	43.413	1404	< 0,01	Cox y Snell	0,607	0,507
Desviación	17.479	897	< 0,01	30.533	1404	< 0,01	Nagelkerke	0,609	0,508
Función de vínculo: Logit.									

**Tabla 19.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de machos, evaluaciones hidroacústicas año 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008.

Nivel de factor	Hipotesis	Wald	G.L.	Valor p
Todos	Igualdad de tallas	123.006,7	24	< 0,001
Todos	Igualdad de zonas	7.102,8	3	< 0,001
Todos	Igualdad de años	49.318,7	9	< 0,001
Anual	2005 = 2006	1,7	1	0,196
	2005 = 2008	0,6	1	0,446
	Otras comparaciones entre años	-	-	< 0,001
Z1	1997 = 2001	0,2	1	0,678
	2000 = 2002	0,9	1	0,345
	2005 = 2006	0,4	1	0,541
	Otras comparaciones entre años	-	-	< 0,001
Z2	2005 = 2007	1,0	1	0,327
	2005 = 2008	3,5	1	0,06
	2007 = 2008	1,2	1	0,278
	Otras comparaciones entre años	-	-	< 0,001
Z3	2000 = 2001	0,2	1	0,677
	2005 = 2007	1,2	1	0,272
	2006 = 2008	0,3	1	0,564
	Otras comparaciones entre años	-	-	< 0,001
Z4	1997 = 2002	6,3	1	0,012
	Otras comparaciones entre años	-	-	< 0,001



**Tabla 20.** Contraste de hipótesis, estadístico de Wald y Chi-cuadrado, grados de libertad y valor p, para la comparación de estructuras de talla de hembras, evaluaciones hidroacústicas año 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008.

Nivel de factor	Hipotesis	Wald	G.L.	Valor p
Todos	Igualdad de tallas	149.292,3	37	< 0,001
Todos	Igualdad de zonas	1.092,1	3	< 0,001
Todos	Igualdad de años	52.068,5	9	< 0,001
Año	2005 = 2006	0,4	1	0,514
	1999 = 2002	1,2	1	0,273
Z1	2001 = 2004	3,2	1	0,076
	Otras comparaciones entre años	-	-	< 0,001
Z2	Todas las comparaciones entre años	-	-	< 0,001
	2000 = 2001	2,6	1	0,11
Z3	2006 = 2008	2,2	1	0,136
	Otras comparaciones entre años	-	-	< 0,001
	1997 = 2002	4,5	1	0,033
	2004 = 2005	2,4	1	0,122
Z4	2004 = 2006		1	< 0,001
	2007 = 2008	0,8		0,366
	Otras comparaciones entre años	-	-	< 0,001



**Tabla 21.** Clave edad talla de merluza común machos, crucero de evaluación, julio-agosto 2008

TALLAS (cm)		FREC.	GRUPOS DE EDAD															
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+	
8 - 9																		
10 - 11																		
12 - 13																		
14 - 15																		
16 - 17		1	1															
18 - 19		4		4														
20 - 21		13	1	9	2	1												
22 - 23		38		34	3	1												
24 - 25		56		36	20													
26 - 27		74		15	58	1												
28 - 29		112		2	81	29												
30 - 31		81			19	62												
32 - 33		48			1	45	2											
34 - 35		34			1	24	9											
36 - 37		11				4	7											
38 - 39		7				2	5											
40 - 41		3					3											
42 - 43		1								1								
44 - 45		1								1								
46 - 47																		
48 - 49																		
50 - 51																		
52 - 53																		
54 - 55																		
56 - 57																		
58 - 59																		
60 - 61																		
62 - 63																		
64 - 65																		
66 - 67																		
68 - 69																		
70 - 71																		
72 - 73																		
74 - 75																		
76 - 77																		
78 - 79																		
80 - 81																		
82 - 83																		
84 - 85																		
86 - 87																		
88 - 89																		
90 - 91																		
<b>TOTAL</b>		<b>484</b>																



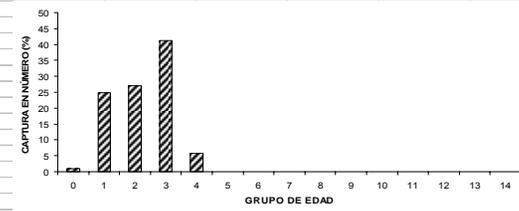
**Tabla 22.** Clave edad talla de merluza com3n hembras, crucero de evaluaci3n, agosto-septiembre de 2008

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+	
8 - 9																	
10 - 11																	
12 - 13																	
14 - 15																	
16 - 17	1	1															
18 - 19	4		4														
20 - 21	10		10														
22 - 23	25		24	1													
24 - 25	40		28	12													
26 - 27	36		10	25	1												
28 - 29	60		2	42	16												
30 - 31	69			8	60	1											
32 - 33	61				59	2											
34 - 35	58			1	45	11	1										
36 - 37	42				22	18	2										
38 - 39	36				8	28											
40 - 41	20				1	12	7										
42 - 43	12				1	3	7		1								
44 - 45	9						2	4	3								
46 - 47	6						3		2	1							
48 - 49	2									1		1					
50 - 51	3									3							
52 - 53	4										2		2				
54 - 55	1															1	
56 - 57	1																1
58 - 59	1																1
60 - 61	2													1			1
62 - 63	2																2
64 - 65	2																2
66 - 67	1															1	
68 - 69	1																1
70 - 71																	
72 - 73																	
74 - 75																	
76 - 77																	
78 - 79																	
80 - 81																	
82 - 83																	
84 - 85																	
86 - 87																	
88 - 89																	
90 - 91																	
<b>TOTAL</b>	<b>509</b>																



**Tabla 23.** Composición de la abundancia por grupo de edad en merluza común machos. Zona 1, agosto-septiembre de 2008.

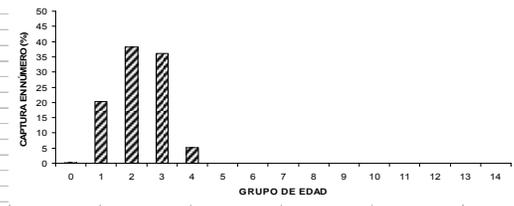
TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	3501169	269321	2423886	538641	269321											
22 - 23	2919408		2612102	230480	76827											
24 - 25	2680767		1723350	957417												
26 - 27	2195979		445131	1721172	29675											
28 - 29	4734373		84542	3423966	1225865											
30 - 31	3843654			901598	2942056											
32 - 33	5469042			113938	5127227				227877							
34 - 35	3161582			92988	2231705				836889							
36 - 37	638004				232001				406002							
38 - 39	115098				32885				82213							
40 - 41	165050								165050							
42 - 43																
44 - 45	24472								24472							
46 - 47																
48 - 49																
50 - 51																
52 - 53																
54 - 55																
56 - 57																
58 - 59																
60 - 61																
62 - 63																
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
TOTAL	29448600	269321	7289012	7980201	12167562	1718032			24472							
PORCENTAJE		0.91	24.75	27.10	41.32	5.83			0.08							
TALLA PROM. (cm)		20.5	22.6	27.2	31.7	35.5			44.5							
VARIANZA		0.0	3.7	7.6	7.0	4.7			0.0							
PESO PROM (g)		57	78	133	205	280			532							
BIOMASA POR GE (t)		15	565	1063	2494	481			13							





**Tabla 24.** Composición de la abundancia por grupo de edad en merluza común machos. Zona 2, agosto-septiembre de 2008..

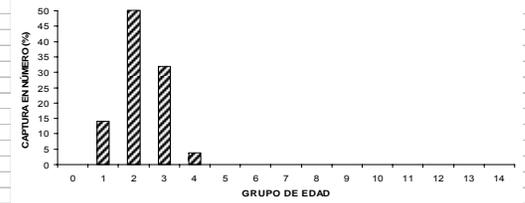
TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	6516281	501252	4511272	1002505	501252											
22 - 23	17722815		15857256	1399170	466390											
24 - 25	31431930		20206241	11225689												
26 - 27	43028655		8722025	33725162	581468											
28 - 29	49527205		884414	35818782	12824008											
30 - 31	40353097			9465541	30887556											
32 - 33	30580230			637088	28668966											
34 - 35	16135391			474570	11389688	1274176										
36 - 37	8062500				2931818	4271133										
38 - 39	1967285				562082	5130682										
40 - 41	426438					1405204										
42 - 43	29190					426438										
44 - 45	11247						29190									
46 - 47							11247									
48 - 49																
50 - 51																
52 - 53																
54 - 55																
56 - 57																
58 - 59																
60 - 61																
62 - 63																
64 - 65	5061															5061
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
<b>TOTAL</b>	<b>245797327</b>	<b>501252</b>	<b>50181207</b>	<b>93748508</b>	<b>88813228</b>	<b>12507633</b>			<b>40437</b>							<b>5061</b>
<b>PORCENTAJE</b>		<b>0.20</b>	<b>20.42</b>	<b>38.14</b>	<b>36.13</b>	<b>5.09</b>			<b>0.02</b>							<b>0.00</b>
<b>TALLA PROM. (cm)</b>		<b>20.5</b>	<b>23.9</b>	<b>27.4</b>	<b>31.5</b>	<b>35.8</b>			<b>43.1</b>							<b>64.5</b>
<b>VARIANZA</b>			<b>3.4</b>	<b>4.0</b>	<b>5.5</b>	<b>3.5</b>			<b>0.8</b>							
<b>PESO PROM (g)</b>		<b>55</b>	<b>90</b>	<b>135</b>	<b>208</b>	<b>304</b>			<b>532</b>							<b>1828</b>
<b>BIOMASA POR GE (t)</b>		<b>27</b>	<b>4498</b>	<b>12681</b>	<b>18434</b>	<b>3798</b>			<b>21</b>							<b>9</b>





**Tabla 25.** Composición de la abundancia por grupo de edad en merluza común machos. Zona 3, agosto-septiembre de 2008.

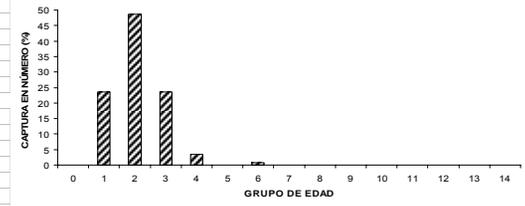
TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	853224	65633	590694	131265	65633											
22 - 23	6354668		5685755	501684	167228											
24 - 25	18939979		12175701	6764278												
26 - 27	51408151		10420571	40292875	694705											
28 - 29	71063132		1268985	51393873	18400275											
30 - 31	36286500			8511648	27774852											
32 - 33	13604239			283422	12753974	566843										
34 - 35	9022614			265371	6368904	2388339										
36 - 37	5092681				1851884	3240797										
38 - 39	1826445				521841	1304604										
40 - 41	708362					708362										
42 - 43	194492															
44 - 45								194492								
46 - 47																
48 - 49																
50 - 51																
52 - 53																
54 - 55																
56 - 57																
58 - 59																
60 - 61																
62 - 63																
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
TOTAL	215354487	65633	30141705	108144416	68599296	8208945		194492								
PORCENTAJE		0.03	14.00	50.22	31.85	3.81		0.09								
TALLA PROM. (cm)		20.5	24.9	27.6	30.9	36.3		42.5								
VARIANZA			3.0	2.5	5.0	4.2										
PESO PROM (g)		60	107	144	200	317		496								
BIOMASA POR GE (t)		4	3233	15625	13687	2604		96								





**Tabla 26.** Composici3n de la abundancia por grupo de edad en merluza com3n machos. Zona 4, agosto-septiembre de 2008.

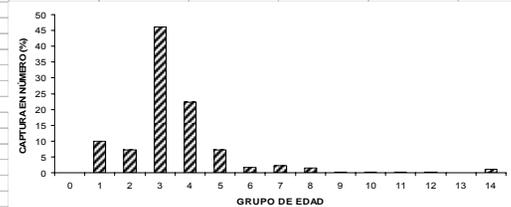
TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	1645230	126556	1139005	253112	126556											
22 - 23	11017343		9857622	869790	289930											
24 - 25	27817015		17882367	9934648												
26 - 27	40338756		8176775	31616863	545118											
28 - 29	42140328		752506	30476487	10911335											
30 - 31	20803150			4879751	15923399											
32 - 33	6829433			142280	6402594	284560										
34 - 35	3253981			95705	2296928	861348										
36 - 37	2516949				915254	1601695										
38 - 39	2255080				644309	1610771										
40 - 41	1049145					1049145										
42 - 43	646939						646939									
44 - 45	465193						465193									
46 - 47																
48 - 49	87577							29192	29192	29192						
50 - 51																
52 - 53																
54 - 55																
56 - 57																
58 - 59																
60 - 61																
62 - 63																
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
<b>TOTAL</b>	160866117	126556	37808275	78268637	38055422	5407518		1141324	29192	29192						
<b>PORCENTAJE</b>		0.08	23.50	48.65	23.66	3.36		0.71	0.02	0.02						
<b>TALLA PROM. (cm)</b>		20.5	24.4	27.2	30.6	37.3		43.5	48.5	48.5						
<b>VARIANZA</b>		0.0	2.7	3.0	5.8	5.1		1.6								
<b>PESO PROM (g)</b>		64	107	147	208	365		561	768	768						
<b>BIOMASA POR GE (t)</b>		8	4049	11523	7908	1975		641	22	22						





**Tabla 27.** Composición de la abundancia por grupo de edad en merluza común hembras Zona 1, agosto-septiembre de 2008.

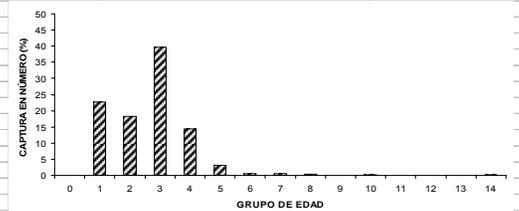
TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	1782430	1782430														
22 - 23	2739962	2630364	109598													
24 - 25	1220845	854591	366253													
26 - 27	1052995	292499	731247	29250												
28 - 29	3077535	102585	2154275	820676												
30 - 31	5010905		580975	4357309	72622											
32 - 33	8394120			8118903	275217											
34 - 35	9579753		165168	7432567	1816850	165168										
36 - 37	7128961			3734218	3055269	339474										
38 - 39	5882349			1307189	4575161											
40 - 41	3914729			195736	2348838	1370155										
42 - 43	1868819			155735	467205	1090144										
44 - 45	2072889					480642	921284	155735								
46 - 47	1216505					608252		690963	202751							
48 - 49	312857							405502	156429							
50 - 51	498278								498278							
52 - 53	177787									88894						
54 - 55	43836										156429					
56 - 57	188760											88894				
58 - 59	171241														43836	
60 - 61	172344															188760
62 - 63	181241															171241
64 - 65	10928															86172
66 - 67																181241
68 - 69																10928
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
<b>TOTAL</b>	<b>56700072</b>	<b>5662468</b>	<b>4107516</b>	<b>26151582</b>	<b>12611160</b>	<b>4033837</b>	<b>921284</b>	<b>1252200</b>	<b>857458</b>	<b>88894</b>	<b>156429</b>	<b>88894</b>	<b>86172</b>	<b>43836</b>	<b>638342</b>	
<b>PORCENTAJE</b>		<b>9.99</b>	<b>7.24</b>	<b>46.12</b>	<b>22.24</b>	<b>7.11</b>	<b>1.62</b>	<b>2.21</b>	<b>1.51</b>	<b>0.16</b>	<b>0.28</b>	<b>0.16</b>	<b>0.15</b>	<b>0.08</b>	<b>1.13</b>	
<b>TALLA PROM. (cm)</b>		<b>22.5</b>	<b>28.2</b>	<b>33.6</b>	<b>37.8</b>	<b>41.8</b>	<b>44.5</b>	<b>44.9</b>	<b>49.2</b>	<b>52.5</b>	<b>48.5</b>	<b>52.5</b>	<b>60.5</b>	<b>54.5</b>	<b>59.4</b>	
<b>VARIANZA</b>		<b>3.3</b>	<b>5.0</b>	<b>6.3</b>	<b>5.3</b>	<b>9.4</b>	<b>0.0</b>	<b>1.6</b>	<b>2.8</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>6.0</b>		
<b>PESO PROM (g)</b>		<b>62</b>	<b>129</b>	<b>230</b>	<b>335</b>	<b>471</b>	<b>566</b>	<b>585</b>	<b>791</b>	<b>975</b>	<b>752</b>	<b>975</b>	<b>1554</b>	<b>1103</b>	<b>1474</b>	
<b>BIOMASA POR GE (t)</b>		<b>349</b>	<b>529</b>	<b>6002</b>	<b>4229</b>	<b>1900</b>	<b>522</b>	<b>733</b>	<b>678</b>	<b>87</b>	<b>118</b>	<b>87</b>	<b>134</b>	<b>48</b>	<b>941</b>	





**Tabla 28.** Composici3n de la abundancia por grupo de edad en merluza com3n hembras Zona 2, agosto-septiembre de 2008.

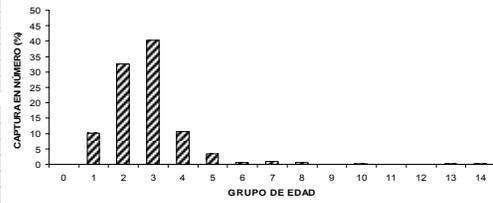
TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	10505293	10505293														
22 - 23	26567302	25504610	1062692													
24 - 25	32467215	22727050	9740164													
26 - 27	29448868	8180241	20450603	818024												
28 - 29	27318801	910627	19123161	7285014												
30 - 31	30125131		3492769	26195766	436596											
32 - 33	32541870			31474924	1066947											
34 - 35	41927757		722892	32530156	7951816	722892										
36 - 37	30153826			15794861	12923068	1435896										
38 - 39	17325185			3850041	13475144											
40 - 41	10360882			518044	6216529	3626309										
42 - 43	4286871			357239	1071718			357239								
44 - 45	3377070					750460	1500920	1125690								
46 - 47	781518					390759		260506								
48 - 49	728838							130253								
50 - 51	564872							364419								
52 - 53	238870							564872								
54 - 55	162514									119435						
56 - 57	261606											119435				
58 - 59	4747															
60 - 61	60935															261606
62 - 63	9798												30468			4747
64 - 65																30468
66 - 67																9798
68 - 69																
70 - 71	183004															183004
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
<b>TOTAL</b>	<b>299402773</b>	<b>67827821</b>	<b>54592281</b>	<b>118824070</b>	<b>43141818</b>	<b>9426991</b>	<b>1500920</b>	<b>1743435</b>	<b>1059544</b>	<b>119435</b>	<b>364419</b>	<b>119435</b>	<b>30468</b>	<b>162514</b>	<b>489623</b>	
<b>PORCENTAJE</b>			22.65	18.23	39.69	14.41	3.15	0.50	0.58	0.35	0.04	0.12	0.04	0.01	0.05	0.16
<b>TALLA PROM. (cm)</b>		23.4	27.1	33.1	37.3	40.5	44.5	44.4	49.3	52.5	48.5	52.5	60.5	54.5	61.4	
<b>VARIANZA</b>		3.5	3.9	6.7	5.3	9.0		1.4	2.0	0.0		0.0		0.0	31.8	
<b>PESO PROM (g)</b>		77	122	231	335	438	579	576	806	981	762	981	1541	1105	1660	
<b>BIOMASA POR GE (t)</b>			5200	6656	27409	14456	4131	869	1004	854	117	278	117	47	180	813





**Tabla 29.** Composici3n de la abundancia por grupo de edad en merluza com3n hembras Zona 3, agosto-septiembre de 2008.

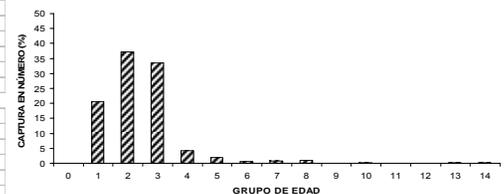
TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	1459158	1459158														
22 - 23	6786385	6514929	271455													
24 - 25	24011608	16808126	7203483													
26 - 27	64836582	18010162	45025404	1801016												
28 - 29	125301955	4176732	87711369	33413855												
30 - 31	86379852		10015055	75112915	1251882											
32 - 33	38566298			37301829	1264469											
34 - 35	23368816		402911	18130978	4432017	402911										
36 - 37	22949274			12021048	9835403	1092823										
38 - 39	25169857			5593302	19576556											
40 - 41	16588991			829450	9953394	5806147										
42 - 43	10245993			853833	2561498	5976829	853833									
44 - 45	6582889					1462864	2194296	2925728								
46 - 47	2918450					1459225	972817	486408								
48 - 49	1906287							953144	486408							
50 - 51	1378243							953144	1378243							
52 - 53	743982									371991						
54 - 55	571912										371991					
56 - 57	20765														571912	
58 - 59	212598														20765	
60 - 61															212598	
62 - 63	453803															453803
64 - 65																
66 - 67	127582															
68 - 69																127582
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
<b>TOTAL</b>	<b>460581278</b>	<b>46969106</b>	<b>150629677</b>	<b>185058224</b>	<b>48875219</b>	<b>16200798</b>	<b>2925728</b>	<b>4020946</b>	<b>2817795</b>	<b>371991</b>	<b>953144</b>	<b>371991</b>		<b>699494</b>	<b>687165</b>	
<b>PORCENTAJE</b>		<b>10.20</b>	<b>32.70</b>	<b>40.18</b>	<b>10.61</b>	<b>3.52</b>	<b>0.64</b>	<b>0.87</b>	<b>0.61</b>	<b>0.08</b>	<b>0.21</b>	<b>0.08</b>		<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	
<b>TALLA PROM. (cm)</b>		<b>25.2</b>	<b>27.8</b>	<b>31.6</b>	<b>38.0</b>	<b>41.7</b>	<b>44.5</b>	<b>44.6</b>	<b>49.1</b>	<b>52.5</b>	<b>48.5</b>	<b>52.5</b>		<b>56.7</b>	<b>61.1</b>	
<b>VARIANZA</b>		<b>3.5</b>	<b>2.0</b>	<b>7.4</b>	<b>6.2</b>	<b>6.6</b>		<b>1.8</b>	<b>2.2</b>					<b>21.5</b>	<b>4.0</b>	
<b>PESO PROM (g)</b>		<b>101</b>	<b>137</b>	<b>207</b>	<b>364</b>	<b>487</b>	<b>588</b>	<b>592</b>	<b>804</b>	<b>986</b>	<b>770</b>	<b>986</b>		<b>1281</b>	<b>1589</b>	
<b>BIOMASA POR GE (t)</b>		<b>4761</b>	<b>20619</b>	<b>38309</b>	<b>17775</b>	<b>7883</b>	<b>1720</b>	<b>2381</b>	<b>2265</b>	<b>367</b>	<b>733</b>	<b>367</b>		<b>896</b>	<b>1092</b>	





**Tabla 30.** Composici3n de la abundancia por grupo de edad en merluza com3n hembras Zona 4, agosto-septiembre de 2008.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8 - 9																
10 - 11																
12 - 13																
14 - 15																
16 - 17																
18 - 19																
20 - 21	599304	599304														
22 - 23	7630801	5723100	953850	953850												
24 - 25	21608287	15715118	4910974	982195												
26 - 27	36765342	6127557	26961251	3676534												
28 - 29	37571081	939277	31935419	4696385												
30 - 31	32237282		12894913	19342369												
32 - 33	11334319		1858085	8175574	1300660											
34 - 35	4821033		75329	4143076	602629											
36 - 37	3240790		96740	1838060	1305990											
38 - 39	2833741			885544	1948197											
40 - 41	2066625				1808297	258328										
42 - 43	1678999				1259249	349791	69958									
44 - 45	1903785				211532	1057658	423063	211532								
46 - 47	1415665					235944	1179721									
48 - 49	769562															
50 - 51	900330				300110	300110	461737	153912	153912							
52 - 53	262548							300110	300110							
54 - 55	226407							131274	131274							
56 - 57	260462									226407						
58 - 59	32354									86821	173641					
60 - 61										16177						
62 - 63																
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
<b>TOTAL</b>	<b>168158714</b>	<b>29104356</b>	<b>79686560</b>	<b>44693587</b>	<b>8436553</b>	<b>2201832</b>	<b>1902894</b>	<b>743227</b>	<b>585296</b>	<b>388184</b>	<b>400048</b>				<b>16177</b>	
<b>PORCENTAJE</b>		<b>17.31</b>	<b>47.39</b>	<b>26.58</b>	<b>5.02</b>	<b>1.31</b>	<b>1.13</b>	<b>0.44</b>	<b>0.35</b>	<b>0.23</b>	<b>0.24</b>				<b>0.01</b>	
<b>TALLA PROM. (cm)</b>		<b>24.6</b>	<b>27.9</b>	<b>30.8</b>	<b>38.2</b>	<b>44.7</b>	<b>46.7</b>	<b>46.8</b>	<b>50.4</b>	<b>52.1</b>	<b>55.4</b>				<b>58.5</b>	
<b>VARIANZA</b>		<b>2.5</b>	<b>3.6</b>	<b>8.8</b>	<b>11.3</b>	<b>7.8</b>	<b>3.4</b>	<b>5.0</b>	<b>1.9</b>	<b>11.2</b>	<b>1.0</b>				<b>0.0</b>	
<b>PESO PROM (g)</b>		<b>92</b>	<b>140</b>	<b>195</b>	<b>386</b>	<b>637</b>	<b>724</b>	<b>732</b>	<b>925</b>	<b>1038</b>	<b>1249</b>				<b>1490</b>	
<b>BIOMASA POR GE (t)</b>		<b>2688</b>	<b>11148</b>	<b>8702</b>	<b>3259</b>	<b>1402</b>	<b>1378</b>	<b>544</b>	<b>542</b>	<b>403</b>	<b>500</b>				<b>24</b>	





**Tabla 31.** Abundancia total por grupo de edad y sexo. Crucero Invierno 2008.

Abundancia (Número de individuos y % por grupo de edad), área total estudiada.															
GE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
<i>Machos</i>															
Abundancia (x10 <sup>6</sup> )	1	125	288	208	28	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
%	0	19	44	32	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hembras</i>															
Abundancia (x10 <sup>6</sup> )	0	150	289	375	113	32	7	8	5	1	2	1	0	1	2
%	0	15	29	38	11	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0

**Tabla 32.** Valor promedio del IGS ponderado a la captura del lance para el área total de estudio y por subzonas, agosto-septiembre 2008.

Área total		Área total		Subzona 1		Subzona 2		Subzona 3		Subzona 4	
Todas tallas		>= 37 cm		>= 37 cm		>= 37 cm		>= 37 cm		>= 37 cm	
IGS	d.s.	IGS	d.s.	IGS	d.s.	IGS	d.s.	IGS	d.s.	IGS	d.s.
3,8	0,12	5,7	0,19	7,8	0,62	6,0	0,36	4,6	0,18	4,7	0,30

**Tabla 33.** Proporción de estadios de madurez ponderado a la captura del lance, por tipo de análisis, para el área total de estudio y por subzonas, agosto-septiembre 2008.

Análisis	Estadios de madurez sexual									
	I	II	III	IIIA	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<b>Macroscópico</b>										
Área total	1,5	35,3	60,4	1,5	0,8	0,5				
<b>Microscópico</b>										
Área total	25,8	8,2	8,5	30,1	22,1	2,3	0,0	2,9	0,0	
Zona 1	6,9	10,8	10,0	46,7	25,7	0,0	0,0	0,0	0,0	
Zona 2	16,8	7,3	10,0	33,5	26,9	3,8	0,0	1,6	0,0	
Zona 3	38,0	8,0	6,1	26,1	14,2	1,6	0,0	6,0	0,0	
Zona 4	44,9	9,6	7,5	14,6	19,1	0,6	0,1	3,7	0,0	



**Tabla 34.** Proporción de hembras maduras por grupo de edad estimadas para los cruceros de invierno período 2002-2008.

Crucero	Grupo de edad													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
2002	0.00	0.00	0.04	<b>0.55</b>	0.79	0.85	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2004	0.00	0.00	0.47	<b>0.60</b>	0.73	0.83	0.85	0.67	0.73	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00
2005	0.20	0.08	<b>0.54</b>	0.75	1.00	0.67	1.00	1.00		0.50			1.00	1.00
2006	0.14	0.21	0.27	0.45	0.64	0.67		0.80	1.00			1.00		
2007	0.04	0.20	<b>0.56</b>	0.72	0.83	0.60		1.00	1.00	0.50			1.00	
2008	0.15	0.25	<b>0.61</b>	0.64	0.55		0.75	0.80		1.00	0.50	1.00	1.00	1.00

**Tabla 35.** Resultados del análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total, en hembras recolectadas en la zona centro norte durante agosto-septiembre 2008.

Estadígrafo	Ajuste		
	Lineal	Potencial	Exponencial
	Peso corporal		
a	7100	225,0	43321
Sa	6528	97,46	4019
b	118,0	0,9173	0,0008318
Sb	9,434	0,06227	0,000063
R <sup>2</sup>	0,69	0,69	0,60
MSE	1.096.805.556	1.087.777.778	1.394.444.444

Sa y Sb: Error estándar del parámetro

Estadígrafo	Ajuste		
	Lineal	Potencial	Exponencial
	Longitud total		
a	-213200	0,5683	5202
Sa	23381	0,4605	1121
b	6588	3,094	0,05831
Sb	530,7	0,2028	0,003830
R <sup>2</sup>	0,68	0,71	0,70
MSE	1.108.194.444	1.015.694.444	1.053.611.111

Sa y Sb: Error estándar del parámetro



**Tabla 36.** Resultados del análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total, en hembras recolectadas en la zona centro sur durante agosto-septiembre 2008.

Estadígrafo	Ajuste		
	Lineal	Potencial	Exponencial
	Peso corporal		
a	-76820	0,5267	28099
Sa	13651	0,4153	3856
b	220,3	1,755	0,001059
Sb	14,53	0,1003	0,0000486
R <sup>2</sup>	0,81	0,89	0,91
MSE	3.924.528.302	2.264.150.943	1.962.264.151

Sa y Sb: Error estándar del parámetro

Estadígrafo	Modelos		
	Lineal	Potencial	Exponencial
	Longitud total		
a	-496300	0,000006423	682,4
Sa	65564	0,000007463	181,0
b	12554	5,896	0,09299
Sb	1389	0,2675	0,003689
R <sup>2</sup>	0,61	0,92	0,93
MSE	8.247.169.811	1.603.584.906	1.460.377.358

Sa y Sb: Error estándar del parámetro



**Tabla 37.** Especies capturadas como fauna acompañante durante el cruce de evaluación hidroacústica de merluza común 2008

Nombre común	Nombre científico	Captura (kg)	N° de lances	Participación (%)*	
				Captura	N° de lances
Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	79564	149	74,6	97,4
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	10379	56	9,7	36,6
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>	3705	28	3,5	18,3
Camarón nylon	<i>Heterocarpus reedi</i>	3166	41	3,0	26,8
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	2750	31	2,6	20,3
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	1761	36	1,7	23,5
Granadero chileno	<i>Caelorinchus chilensis</i>	1483	37	1,4	24,2
Sierra	<i>Thyrsites atun</i>	948	8	0,9	5,2
Lenguado de ojo grande	<i>Hippoglossina macrops</i>	797	89	0,7	58,2
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	667	13	0,6	8,5
Besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>	476	29	0,4	19,0
Raya volantín	<i>Dipturus chilensis</i>	237	18	0,2	11,8
Gamba	<i>Haliporoides diomedea</i>	121	13	0,1	8,5
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	97	16	0,1	10,5
Pejegallos	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	75	4	0,1	2,6
Tollo pajarito	<i>Deania calcea</i>	49	3	0,0	2,0
Pampanito	<i>Stromateus stellatus</i>	40	11	0,0	7,2
Granadero cola de látigo	<i>Caelorinchus fasciatus</i>	40	5	0,0	3,3
Bacaladillo	<i>Normanichthys crockeri</i>	36	5	0,0	3,3
Pejerata	Macrúrido No identificado	35	2	0,0	1,3
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>	27	2	0,0	1,3
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	24	4	0,0	2,6
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	23	3	0,0	2,0
Sardina común	<i>Strangomera bentincki</i>	13	1	0,0	0,7
Raya costera chilena	<i>Sympterygia brevicaudata</i>	11	2	0,0	1,3
Mictófid	<i>Myclophum</i> sp.	11	4	0,0	2,6
Brótula	<i>Salilota australis</i>	10	4	0,0	2,6
Tollo de cachos	<i>Squalus acanthias</i>	10	2	0,0	1,3
Medusa	Cnidaria	9	5	0,0	3,3
Calamar	<i>Loligo gahi</i>	9	9	0,0	5,9
Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>	8	4	0,0	2,6
Reineta	<i>Brama australis</i>	8	2	0,0	1,3
Pulpo	<i>Octopus</i> sp.	4	2	0,0	1,3
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	4	8	0,0	5,2
Granadero aconcagua	<i>Caelorinchus aconcagua</i>	4	5	0,0	3,3
Raya espinuda	<i>Raja trachyderma</i>	3	3	0,0	2,0
Lenguado de ojo chico	<i>Paralichthys microps</i>	2	4	0,0	2,6
Cojinoba azul	<i>Seriollella violacea</i>	2	1	0,0	0,7
Tollo negro	<i>Centroscyllium granulosum</i>	2	4	0,0	2,6
Jaiba araña	<i>Libidoclaea granaria</i>	1	3	0,0	2,0
Pateador	<i>Pterygosquilla armata</i>	1	7	0,0	4,6
Anguila café	<i>Ophichthus remiger</i>	1	2	0,0	1,3
Raya violeta	<i>Dasiatys violacea</i>	1	1	0,0	0,7
Centolla	<i>Lithodes antarcticus</i>	1	1	0,0	0,7
Congrio de profundidad	<i>Bassanago nielsenii</i>	0	3	0,0	2,0
Bagre	<i>Aphos porosus</i>	0	1	0,0	0,7
Camarón vidrio	<i>Pasiphaea</i> sp.	0	1	0,0	0,7
Pez dragón	<i>Idiacanthus</i> sp.	0	1	0,0	0,7

\* Respecto captura total y total de lances realizados



**Tabla 38.** Listado de las especies capturadas por divisi3n y su participaci3n porcentual en la captura total crucero. Zona total de estudio. Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, 2008.

Osteichthyes			Chondrichthyes			Crustacea			Cephalopoda			Otras		
Nombre com3n	captura	(%)	Nombre com3n	captura	(%)	Nombre com3n	captura	(%)	Nombre com3n	captura	(%)	Nombre com3n	captura	(%)
Merluza com3n	79564	74,6	Raya volant3n	237	0,2	Camar3n nailon	3166	3,0	Jibia	10379	9,7	Medusa	9,0	<0,1
Chancharro	3705	3,5	Pejegallo	75	0,1	Langostino amarillo	2750	2,6	Calamar	9	<0,1			
Granadero chileno	1483	1,4	Tollo pajarito	49	<0,1	Langostino colorado	1761	1,7	Pulpo	4	<0,1			
Sierra	948	0,9	Raya costera chilena	11	<0,1	Gamba	121	<0,1						
Lenguado de ojo grande	797	0,7	Tollo de cachos	10	<0,1	Jaiba paco	4	<0,1						
Merluza de cola	667	0,6	Raya espinuda	3	<0,1	Jaiba arafia	1	<0,1						
Besugo	476	0,4	Tollo negro	2	<0,1	Pateador	1	<0,1						
Blanquillo	97	0,1	Raya violeta	1	<0,1	Centolla	1	<0,1						
Pampanito	40	<0,1				Camar3n vidrio	0	<0,1						
Granadero cola de látigo	40	<0,1												
Cochinilla	36	<0,1												
Pejerata	35	<0,1												
Jurel	27	<0,1												
Congrio dorado	24	<0,1												
Anchoveta	23	<0,1												
Sardina com3n	13	<0,1												
Mict3fido	11	<0,1												
Br3tula	10	<0,1												
Congrio negro	8	<0,1												
Reineta	8	<0,1												
Granadero aconcagua	4	<0,1												
Lenguado de ojo chico	2	<0,1												
Cojinoba azul	2	<0,1												
Anguila caf3	1	<0,1												
Congrio de profundidad	0	<0,1												
Bagre	0	<0,1												
Drag3n negro	0	<0,1												



**Tabla 39.** Listado de las especies capturadas por división y su participación en la captura total Subzona 1 (29°10'S – 31°24'S).  
Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común 2008.

Osteichthyes			Chondrichthyes			Crustacea			Cephalopoda		
Nombre común	captura	(%)	Nombre común	captura	(%)	Nombre común	captura	(%)	Nombre común	captura	(%)
Merluza común	8258	63,8	Tollo pajarito	36	0,3	Camarón nailon	1201	9,3	Jibia	2277	17,6
Lenguado de ojo grande	170	1,3	Raya espinuda	2	<0,1	Langostino amarillo	805	6,2			
Besugo	47	0,4	Tollo negro	1	<0,1	Langostino colorado	111	0,9			
Merluza de cola	16	0,1				Gamba	1	<0,1			
Granadero cola de látigo	8	0,1				Pateador	0	<0,1			
Granadero chileno	7	0,1				Jaiba paco	0	<0,1			
Granadero aconcagua	1	<0,1									
Anguila café	1	<0,1									
Congrio de profundidad	0	<0,1									
Cochinilla	0	<0,1									



**Tabla 40.** Listado de las especies capturadas por división y su participación en la captura total Subzona 2 (31°25'S – 35°30'S).  
Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, 2008.

Osteichthyes			Chondrichthyes			Crustacea			Cephalopoda		
Nombre común	captura	(%)	Nombre común	captura	(%)	Nombre común	captura	(%)	Nombre común	captura	(%)
Merluza común	38060	78,5	Raya volantin	34	0,1	Langostino amarillo	1942	4,0	Jibia	2614,135	5,4
Granadero chileno	798	1,6	Tollo pajarito	13	<0,1	Camarón nailon	1842	3,8	Pulpo	4,3055	<0,1
Sierra	659	1,4	Raya violeta	1	<0,1	Langostino colorado	1505	3,1			
Lenguado de ojo grande	496	1,0	Tollo negro	0	<0,1	Gamba	82	0,2			
Besugo	312	0,6				Jaiba paco	3	<0,1			
Blanquillo	57	0,1				Pateador	0	<0,1			
Pampanito	30	0,1									
Merluza de cola	5	<0,1									
Jurel	3	<0,1									
Granadero aconcagua	3	<0,1									
Brótula	2	<0,1									
Congrio dorado	2	<0,1									
Lenguado de ojo chico	1	<0,1									
Congrio negro	0	<0,1									
Dragón negro	0	<0,1									



**Tabla 41.** Listado de las especies capturadas por divisi3n y su participaci3n en la captura total Subzona 3 (35°31'S – 38°39'S). Crucero de evaluaci3n hidroac3stica de merluza com3n, 2008.

Osteichthyes			Chondrichthyes			Crustacea			Cephalopoda			Otras		
Nombre com3n	captura	(%)	Nombre com3n	captura	(%)	Nombre com3n	captura	(%)	Nombre com3n	captura	(%)	Nombre com3n	captura	(%)
Merluza com3n	20629	77,6	Raya volant3n	149	0,6	Langostino colorado	145	0,6	Jibia	4521	17,0	Medusa	5	<0,1
Granadero chileno	433	1,6	Tollo de cachos	6	<0,1	Camar3n nailon	123	0,5	Calamar	0	<0,1			
Sierra	272	1,0	Raya espinuda	1	<0,1	Gamba	38	0,1						
Besugo	117	0,4	Tollo negro	0	<0,1	Langostino amarillo	3	<0,1						
Lenguado de ojo grande	72	0,3				Jaiba arafia	1	<0,1						
Merluza de cola	35	0,1				Jaiba paco	0	<0,1						
Mict3fido	10	<0,1				Pateador	0	<0,1						
Congrio negro	8	<0,1												
Pampanito	4	<0,1												
Chancharro	3	<0,1												
Blanquillo	2	<0,1												
Bagre	0	<0,1												
Lenguado de ojo chico	0	<0,1												



**Tabla 42.** Listado de las especies capturadas por divisi3n y su participaci3n en la captura total Subzona 4 (38°40'S – 42°00'S). Crucero de evaluaci3n hidroacústica de merluza comú, 2008.

Osteichthyes			Chondrichthyes			Crustacea			Cephalopoda			Otras		
Nombre comú	captura	(%)	Nombre comú	captura	(%)	Nombre comú	captura	(%)	Nombre comú	captura	(%)	Nombre comú	captura	(%)
Merluza comú	12617	67,7	Pejegallo	75	0,4	Centolla	1	<0,1	Jibia	966	5,2	Medusa	4	<0,1
Chancharro	3702	19,9	Raya volantín	54	0,3	Jaiba araña	0	<0,1	Calamar	9	<0,1			
Merluza de cola	612	3,3	Raya costera chilena	11	0,1	Pateador	0	<0,1						
Granadero chileno	244	1,3	Tollo de cachos	4	<0,1	Jaiba paco	0	<0,1						
Lenguado de ojo grande	59	0,3	Tollo negro	0	<0,1	Camar3n vidrio	0	<0,1						
Blanquillo	38	0,2												
Cochinilla	36	0,2												
Pejerata	35	0,2												
Granadero cola de látigo	32	0,2												
Jurel	24	0,1												
Anchoveta	23	0,1												
Congrio dorado	22	0,1												
Sierra	17	0,1												
Sardina comú	13	0,1												
Br3tula	9	<0,1												
Reineta	8	<0,1												
Pampanito	7	<0,1												
Cojinoba azul	2	<0,1												
Lenguado de ojo chico	1	<0,1												
Besugo	0	<0,1												
Mict3fido	0	<0,1												



**Tabla 43.** Participación porcentual, respecto de la captura total por crucero, de los principales componentes de la fauna acompañante presentes en los lances de identificación realizados en los cruceros de evaluación hidroacústica, entre 1993 y 2008.

Nombre común	Nombre científico	CRUCEROS DE EVALUACIÓN													
		1993	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2004	2005(1)	2005(2)	2006(1)	2006(2)	2007	2008
Besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>	10,7	2,4	1,2	2,5	0,6	0,6	0,2	1,3	2,4	0,1	2,0	0,6	1,0	0,4
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	0,1	0,4	0,2	0,1	0,2	0,3	0,8	0,4	0,2	0,0	0,3	0,2	0,2	0,1
Camarón nylon	<i>Heterocarpus reedi</i>	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	1,6	0,9	2,0	3,0
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>		1,8	2,0	1,2	1,7	0,9	1,1	1,5	2,7	0,3	3,5	3,2	1,7	3,5
Congrio dorado	<i>Gerypterus blacodes</i>	0,7	0,7	0,6	1,3	1,6	0,9	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Congrio negro	<i>Gerypterus maculatus</i>	0,7	0,3	0,3	0,2	0,5	0,2	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Granadero chileno	<i>Caelorinchus chilensis</i>	1,4	0,1		0,2	1,5	0,7	1,0	1,9	2,5	0,2	1,3	1,6	2,6	1,4
Jaiba araña	<i>Libidoclaea granaria</i>	5,7	0,1		0,0	0,1	0,1	0,6	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	0,9	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	0,3	0,0		0,1	0,1	1,0	3,5	55,5	16,0	59,8	14,9	9,7	5,4	9,7
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>	0,0	1,5	0,2	0,2	0,5	2,9	0,0	0,5	0,0	0,1	0,3	0,1	0,5	0,0
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	1,1	5,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9	1,9	0,1	2,0	2,1	5,0	2,6
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	9,7	1,0	2,9	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,9	0,2	1,0	0,5	1,5	1,7
Lenguado de ojo grande	<i>Hippoglossina macrops</i>	2,4	0,9	0,3	0,2	0,9	0,5	0,6	1,0	2,2	0,2	1,6	1,4	1,0	0,7
Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	59,4	79,0	85,0	85,6	79,8	84,7	68,5	29,3	60,4	35,8	62,8	77,0	73,1	74,6
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	0,6	2,1	1,0	3,1	7,3	1,3	19,0	2,0	1,9	0,5	3,6	0,4	2,2	0,6
Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>		0,1		0,1	0,3	0,4	0,2	0,0	0,1		0,1		0,2	
Pejegallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>		0,7	0,5	0,8	0,5	1,1	1,3	0,6	0,2	0,0	0,9	0,0	0,2	0,1
Raya volantín	<i>Dipturus chilensis</i>	1,8	1,1	0,5	0,7	1,1	1,0	1,4	1,3	1,9	0,2	0,7	0,6	0,8	0,2
Reineta	<i>Brama australis</i>	0,0	0,2	0,9	0,6	0,0	0,7	0,0	0,2	1,0	0,1	1,1	0,0	0,0	0,0
Sierra	<i>Thyrsites atun</i>		0,2	0,1	0,4	0,2	0,5	0,5	0,4	0,1	0,6	0,1	0,1	0,0	0,9

(1)=Crucero otoño

(2)=Crucero invierno



**Tabla 44.** a) Listado de las principales especies consideradas en los análisis de clasificación y ordenación y b) Agrupaciones observadas en el análisis de clasificación por conglomerado.

a)

Símbolo	Nombre común	Nombre científico
<b>bau</b>	Reineta	<i>Brama australis</i>
<b>cc</b>	Pejegallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>
<b>cch</b>	Granadero chileno	<i>Caelorinchus chilensis</i>
<b>cf</b>	Granadero cola de látigo	<i>Caelorinchus fasciatus</i>
<b>cj</b>	Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>
<b>dca</b>	Tollo pajarito	<i>Deania calcea</i>
<b>dch</b>	Raya volantín	<i>Dipturus chilensis</i>
<b>dg</b>	Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>
<b>ec</b>	Besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>
<b>gb</b>	Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>
<b>gm</b>	Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>
<b>hd</b>	Gamba	<i>Haliporoides diomedea</i>
<b>hl</b>	Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>
<b>hm</b>	Lenguado de ojo grande	<i>Hippoglossina macrops</i>
<b>hr</b>	Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>
<b>lg</b>	Jaiba araña	<i>Libidoclaea granaria</i>
<b>ma</b>	Merluza del sur	<i>Merluccius australis</i>
<b>mg</b>	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>
<b>mgau</b>	Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>
<b>mm</b>	Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>
<b>pj</b>	Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>
<b>pm</b>	Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>
<b>sqa</b>	Tiburón galludo	<i>Squalus mitsukurii</i>
<b>sst</b>	Pampanito	<i>Stromateus stellatus</i>
<b>ta</b>	Sierra	<i>Thyrsites atun</i>
<b>tm</b>	Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>

b)

Agrupación 1		Agrupación 2		Agrupación 3		Agrupación 4		Agrupación 5		
Subzona 1	Subzona 4	Subzona 3	Subzona 4	Subzona 2	Subzona 3	Subzona 1	Subzona 2	Subzona 1	Subzona 2	Subzona 3
1997	1993	2001	1995	1993	1993	1999	1999	2004	2008	2008
			1997	1995	1995	2000	2000	2005(oto)		
			1999	2001	1999	2001		2005(inv)		
			2000	2002	2000	2002		2006(oto)		
			2001	2007	2002			2006(inv)		
			2002	2004	2004			2007		
			2004	2006(oto)	2005(oto)			2008		
			2005(inv)	2006(inv)	2005(inv)					
			2006(oto)	2007	2006(oto)					
			2006(inv)		2006(inv)					
			2007		2007					
			2008							



**Tabla 45.** Resultado del análisis del contenido estomacal de jibia (*Dosidicus gigas*) capturada durante el crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, invierno de 2008.

PRESA		MÉTODO						
Nombre común	Nombre científico	N	N%	F	F%	P	P%	IIR%
Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	21	11,1	14	14,0	405,3	3,4	4,6
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	3	1,6	1	1,0	52,3	0,4	0,0
Gamba	<i>Haliporoides diomedea</i>	3	1,6	6	6,0	415,8	3,4	0,7
Cefalópodo N.I.	Cefalópodo N.I.	2	1,1	3	3,0	55	0,5	0,1
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	12	6,3	12	12,0	1259,3	10,4	4,6
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	3	1,6	3	3,0	7,6	0,1	0,1
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>	18	9,5	1	1,0	49,5	0,4	0,2
Lenguado de ojo grande	<i>Hippoglossina macrops</i>	1	0,5	3	3,0	51,3	0,4	0,1
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	77	40,7	30	30,0	7322,1	60,6	68,9
Pejerata	Macrouridae	43	22,8	21	21,0	2383,9	19,7	20,2
Peces N.I.	Teleostii N.I.*	6	3,2	6	6,0	87,9	0,7	0,5
<b>TOTAL</b>		189		100		12090		

\* = No Identificado



**Tabla 46.** Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*, Cruceros de Invierno 2008

Huevos	<i>M. gayi</i>	<i>E. ringens</i>	<i>T. murphyi</i>	<i>C. bentincki</i>	<i>E. Maculatum</i>	<i>V. lucetia</i>	<i>S. saurus</i>	<i>M.muellerii</i>	Otros	Total
N°Total Estaciones	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
N° Estaciones positivas	10	21	3	3	1	1	7	14	52	58
Abundancia (H/10m <sup>2</sup> )	1552	36731	42	131	14	20	47	3504	6492	48289
Minimo Est (+)	20	7	7	16			6	6	5	5
Máximo Est (+)	465	18969	25	86			8	1625	2538	19187
Std.Dev Est (+)	141.08	4470.13	9.74	37.46			1.01	435.77	387.95	2871.29
Media Est. Positivas	155	1749	14	44			7	250	125	833
Media Est. Totales	17	413	0.47	1			0.5	39.4	73	543
Constancia	12.99	27.27	3.90	3.90			9.09	18.18	67.53	75.32
Dominancia numérica	3.21	76.06	0.09	0.27			0.10	7.26	13.44	100
CV(%)	0.91	2.56	0.70	0.85			0.14	1.74	3.10	3.45
Larvas	<i>M. gayi</i>	<i>E. ringens</i>	<i>M. australis</i>	<i>C. bentincki</i>	<i>E. Maculatum</i>	<i>S. sagax</i>	<i>S. saurus</i>	<i>M.muellerii</i>	Otros	Total
N°Total Estaciones	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
N° Estaciones positivas	11	21	1	2		1			86	87
Abundancia (H/10m <sup>2</sup> )	136	3887	7	117		9			9352	13509
Minimo Est (+)	5	6		24					4	4
Máximo Est (+)	40	2530		93					476	2540
Std.Dev Est (+)	9.95	547.72		49.39					99.69	282.22
Media Est. Positivas	12	185		58					109	155
Media Est. Totales	2	44		1					105	152
Constancia	14.29	27.27		2.60					111.69	112.99
Dominancia numérica	1.01	28.77		0.87					69.23	100.00
CV(%)	0.83	2.96		0.85					0.91	1.82



**Tabla 47.** Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*, Cruceros de Invierno. Período 1993/2008.

HUEVOS								
E S P E C I E	Año	Crucero	Número de estaciones positivas	Número de huevos	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
					Totales	Positivas		
<i>Merluccius gayi</i>	1993	361(3)93AM	49	18061	235	369	63.64	33.82
	1994							
	1995	381(3)95AM	12	9069	181	756	24.00	47.66
	1996							
	1997	403(3)97AM	49	38927	419	794	52.69	56.66
	1998							
	1999	423(3)99AM	28	8209	98	293	33.33	10.25
	2000	433(3)00AM	34	10905	133	321	41.46	15.04
	2001	444(3)01AM	33	11057	126	335	37.50	7.98
	2002	454(3)02AM	42	12620	137	300	45.65	18.32
	2003							
	2004	470(3)04AM	37	4033	46	109	42.53	6.23
	2005	475(3)05AM	25	2375	25	95	26.60	1.49
	2006	485(3)06AM	17	5495	71	323	22.08	9.19
	2007	497(3)07AM	35	13777	153	394	38.89	11.38
	2008	510(3)08AM	10	1552	17	155	11.24	3.21
TOTAL			371	136080	136	367	36.99	14.26

LARVAS								
E S P E C I E	Año	Crucero	Número de estaciones positivas	Número de larvas	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
					Totales	Positivas		
<i>Merluccius gayi</i>	1993	361(3)93AM	58	7133	93	123	75.32	17.52
	1994							
	1995	381(3)95AM	19	292	6	15	38.00	1.93
	1996							
	1997	403(3)97AM	61	20222	217	332	65.59	25.80
	1998							
	1999	423(3)99AM	26	692	8	27	30.95	2.33
	2000	433(3)00AM	36	1181	14	33	43.90	1.62
	2001	444(3)01AM	23	3036	35	132	26.14	15.98
	2002	454(3)02AM	24	1812	20	76	26.09	2.89
	2003							
	2004	470(3)04AM	10	121	1	12	11.49	0.21
	2005	475(3)05AM	6	111	1	19	6.38	0.45
	2006	485(3)06AM	15	879	11	59	19.48	2.23
	2007	497(3)07AM	20	401	4	20	22.22	0.79
	2008	510(3)08AM	11	136	2	12	12.36	1.01
TOTAL			309	36016	36	117	30.81	7.11



**Tabla 48.** Abundancia de huevos y larvas de peces recolectados en invierno de 2008 a diferentes estratos de profundidad.

Intervalo de Profundidad (m)	Huevos N° /10m <sup>2</sup>					Larvas N°/10m <sup>2</sup>				
	N(+)	Media	Min	Máx	Ab.	N(+)	Media	Min	Máx	Ab.
<b>Merluza común</b>										
0-75	3	286	112	439	858					
75-150	3	332	187	616	996					
150-200										
<b>Anchoveta</b>										
0-75	1				555					
75-150	1				19					
150-200										
<b>Maurilicus</b>										
0-75	2	60	23	97	120					
75-150										
150-200										



**Tabla 49.** Grupos zooplanctónicos presentes durante las pescas oblicuas entre 2 y 40 mn. (N° ind totales): número de individuos totales; (N°Est. (+)): número estaciones positivas; (Media (t)): media de las estaciones totales; (Min): mínimo; (Max): máximo; (DE): desviación estándar.

	N°ind. Totales	N Est (+)	MEDIA (t)	MEDIA (+)	MIN	MAX	DE	Var(Media)	CV(%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)
Copépodos	1972859	89	22167	22167	377	165471	28941.8	9411545.5	0.1	51.1	100.0
Lar.Decápodos	642547	73	7220	8802	68	519516	55031.7	41486211.9	0.9	16.7	82.0
Eufáusidos	552660	88	6210	6280	6	34865	8370.6	796223.0	0.1	14.3	98.9
Apendicularias	198218	42	2227	4719	28	97865	11456.3	3124944.3	0.8	5.1	47.2
Salpas	143982	54	1618	2666	85	9769	2282.3	96459.1	0.2	3.7	60.7
Quetognatos	90126	75	1013	1202	46	17579	2113.7	59568.5	0.2	2.3	84.3
Ostrácodos	76395	72	858	1061	23	4498	1034.4	14861.8	0.1	2.0	80.9
Poliquetos	52036	55	585	946	43	18030	2084.7	79020.0	0.5	1.3	61.8
Anfípodos	40071	73	450	549	23	7323	827.8	9387.0	0.2	1.0	82.0
L.cifonautas	24069	47	270	512	23	10818	1167.8	29018.0	0.6	0.6	52.8
Lar,Eufáusidos	23189	32	261	725	34	6975	1024.4	32792.7	0.7	0.6	36.0
Estomatópodos	18662	42	210	444	60	2541	421.0	4220.1	0.3	0.5	47.2
Medusas	8395	38	94	221	13	1116	171.3	772.6	0.3	0.2	42.7
Pterópodos	4446	28	50	159	30	428	94.3	317.4	0.4	0.1	31.5
Sifonóforos	4023	17	45	237	23	998	152.7	1372.3	0.8	0.1	19.1
Isopodos	3080	15	35	205	49	542	105.0	735.4	0.8	0.1	16.9
Radiolarios	2960	11	33	269	23	1037	149.9	2044.0	1.4	0.1	12.4
Foraminíferos	122	2	1	61	48	74	9.3	43.0	4.8	0.0	2.2

**Tabla 50.** Promedio, desviación estándar y valores extremos para los índices comunitarios obtenidos a partir de las estaciones realizadas en invierno 2007 y 2008.

	Índice	2007				2008			
		Promedio	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo
Diversidad	Shannon H'	1,00	0,38	0,19	1,77	1,14	0,29	0,17	1,95
	Hill	2,91	1,12	1,20	5,89	3,25	0,87	1,19	7,03
Riqueza	Margalef	1,02	0,31	0,37	1,68	9,49	2,72	3,88	14,91
Uniformidad	Pielou	0,41	0,15	0,10	0,73	0,52	0,14	0,10	0,87
	Sheldon	0,25	0,10	0,09	0,69	0,36	0,13	0,11	0,84
Dominancia	1-Pielou	0,59	0,15	0,27	0,90	0,48	0,14	0,13	0,90



**Tabla 51.** Resultados de la Prueba de Kruskal - Wallis aplicada a la abundancia media de los grupos zooplanctónicos registrada en el área prospectada. Los valores significativos se indican en negrita (valor  $p < 0,05$ ).

Grupos zooplanctónicos	Densidad media		Valor p
	Costa	Océano	
Copépodos	21870	22723	0,062
Eufáusidos	6553	5567	0,737
Larvas de Eufáusidos	234	311	0,829
Ostrácodos	770	1024	<b>0,045</b>
Larvas Decápodos	10463	1152	0,094
Anfípodos	481	392	0,160
Estomatópodos	182	261	0,068
Medusas	52	173	<b>0,000</b>
Sifonóforos	64	14	0,240
Quetognatos	1253	564	0,763
Poliquetos	828	130	<b>0,010</b>
Pterópodos	40	68	<b>0,046</b>
Salpas	1237	2330	<b>0,000</b>
Apendicularias	2315	2064	0,195
Foraminíferos	2	0	0,298
Isópodos	46	13	0,712
Radiolarios	26	47	0,662
Larvas Cifonautas	364	95	0,005



**Tabla 52.** Hipótesis nula o de igualdad, valor p y taxa que registró el mayor aporte a las diferencias significativas para el análisis por zonas (latitudinal), mediante la aplicación secuencial de la prueba Chi-cuadrado para K muestras independientes en invierno 2008.

Hipótesis	p.Value	Taxa
Ho: Zona 1= Zona 2= Zona 3= <b>Zona 4</b>	<0,001	L. Decápodos
Ho: <b>Zona 1</b> = Zona 2= Zona 3	<0,001	Quetognatos
Ho: <b>Zona 2</b> = Zona 3	<0,001	Apendicularias

**Tabla 53.** Biomasa promedio y rangos del zooplancton cruceros merluza común. Período 1993 – 2008

Crucero	Fecha	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Sd	CV(%)
361(3)93AM	26/07- 30/08	77	16	472	147	85.6	0.58
381(3)95AM	18/07- 28/08	50	22	658	133	117.8	0.89
403(3)97AM	02/08- 08/09	93	27	489	168	95.9	0.57
423(3)99AM	24/07- 25/08	84	13	657	141	122	0.87
433(3)00AM	17/07- 21/08	82	38	1275	242	228	0.94
444(3)01AM	12/07- 17/08	88	25	777	232	186	0.80
454(3)02AM	31/07- 07/09	92	40	771	189	142	0.75
470(3)04AM	03/07- 08/08	87	32	1062	258	214	0.83
475(3)05AM	11/07- 15/08	94	15	1145	257	274	1.07
485(3)06AM	12/07- 25/08	77	25	1860	600	366	0.61
497(3)07AM	18/07- 23/08	90	4	2538	189	251	1.33
510(3)08AM	05/08- 10/09	89	8	1154	229	209	0.91



**Tabla 54.** Estimación de la biomasa zooplanctónica a diferentes estratos de profundidad.

Intervalo de profundidad (m)	N° Estaciones positivas	Media Est (+)	Mínimo Est (+)	Máximo Est (+)	D.S.
75- 0	25	194	12	1.456	311
150 - 75	23	89	6	617	146
200 - 150	6	58	15	138	43

**Tabla 55.** Estimación del índice de abundancia de huevos de merluza común, Zona centro sur en invierno de 1993 - 2008.

Año	Índice Huevos (H)	Varianza de (H) (VarH)	Varianza logaritmo (H) (VarlogH)	Límite inferior (LI)	Límite superior (LS)
1993	3.73E+12	1.50E+26	2.4656	1.33E+13	6.13E+13
1994					
1995	3.58E+10	1.05E+27	13.6162	-2.78E+13	9.94E+13
1996					
1997	5.00E+12	3.33E+26	2.6633	1.42E+13	8.57E+13
1998					
1999	1.91E+12	1.42E+26	3.6826	-4.19E+12	4.25E+13
2000	1.69E+12	3.72E+25	2.6418	4.93E+12	2.89E+13
2001	1.45E+12	2.91E+25	2.6997	3.91E+12	2.50E+13
2002	1.35E+12	1.95E+25	2.4544	4.87E+12	2.22E+13
2003					
2004	4.44E+11	1.37E+24	2.0719	2.15E+12	6.74E+12
2005	3.07E+11	1.21E+24	2.6274	9.17E+11	5.22E+12
2006	7.76E+11	1.38E+25	3.1746	4.73E+11	1.50E+13
2007	1.36E+12	2.76E+25	2.7741	3.26E+12	2.38E+13
2008	2.27E+11	9.06E+23	2.9222	4.05E+11	4.14E+12



**Tabla 56.** Estimación del índice de abundancia larval de merluza común, Zona centro sur en invierno de 1993 – 2008.

Año	Índice Larval (L)	Varianza de (L) (VarL)	Varianza logaritmo (L) (VarlogL)	Límite inferior (LI)	Límite superior (LS)
1993	1.82E+12	2.26E+25	2.0570	8.84E+12	2.75E+13
1994					
1995	9.94E+10	1.33E+23	2.6715	2.79E+11	1.71E+12
1996					
1997	2.41E+12	3.29E+25	1.8968	1.28E+13	3.53E+13
1998					
1999	1.13E+11	8.82E+22	2.0678	5.45E+11	1.71E+12
2000	1.87E+11	4.15E+23	2.5547	6.06E+11	3.13E+12
2001	3.86E+11	5.15E+24	3.5714	5.93E+11	8.30E+12
2002	2.01E+11	5.79E+23	2.7299	5.23E+11	3.50E+12
2003					
2004	1.47E+10	2.58E+21	2.5603	4.80E+10	2.47E+11
2005	9.60E+09	2.07E+21	3.1553	6.62E+09	1.85E+11
2006	1.25E+11	2.79E+23	2.9368	2.15E+11	2.29E+12
2007	4.54E+10	2.58E+22	2.6040	1.40E+11	7.69E+11
2008	1.89E+10	5.83E+21	2.8519	3.96E+10	3.39E+11



**Tabla 57.** Estimaciones de la densidad media, varianza y coeficiente de variación de la abundancia de huevos y larvas de merluza común. Cruceros Invierno 1993 - 2008.

Huevos	Media Est. Totales	V(media Est. Totales)	CV (%)	Media D. Delta	V(media D. Delta)	CV (%)
1993	235	8813	40	254	8545	36
1995	181	25514	88	94	4427	71
1997	419	24208	37	393	23310	38
1999	98	3034	56	76	1300	47
2000	133	2303	36	175	6817	47
2001	126	2252	38	112	2342	43
2002	137	2425	36	132	2240	35
2004	46	137	25	49	192	28
2005	25	70	33	25	84	37
2006	71	1113	47	73	1558	54
2007	153	3792	40	88	1171	39
2008	17	50	41	19	74	46
<b>Larvas</b>						
1993	93	540	25	106	728	25
1995	6	4	35	5	2	28
1997	217	2524	23	229	5365	31
1999	8	5	26	8	4	25
2000	14	20	31	13	8	22
2001	34	400	58	19	68	43
2002	20	50	36	18	37	33
2004	1	0	32	1	0	31
2005	1	0	54	1	0	51
2006	11	27	46	11	24	47
2007	4	2	32	3	0	25
2008	2	0	37	1	0	34



**Tabla 58.** Rango de las variables ambientales en áreas con presencia de recurso, medidas en superficie (5 m) y a la profundidad promedio del cardumen. Entre paréntesis se destaca el promedio  $\pm$  la desviación estándar y el número de observaciones (n) para cada una de las macrozonas consideradas en el estudio.

VARIABLES	ZONA NORTE	ZONA SUR
Temperatura superficial del mar (°C)	11,7 – 13,2 (12,5 $\pm$ 0,36; n= 41)	10,9 – 12,7 (11,8 $\pm$ 0,52; n= 44)
Salinidad superficial del mar (psu)	32,67 - 34,67 (34,07 $\pm$ 0,51; n= 41)	31,37 – 33,85 (33,05 $\pm$ 0,67; n= 44)
Oxígeno disuelto superficial del mar (ml l <sup>-1</sup> )	2,34 – 5,83 (4,66 $\pm$ 0,89; n= 41)	2,83 – 5,99 (5,57 $\pm$ 0,49; n= 43)
Temperatura a la prof. media del recurso (°C)	7,0 - 12,2 (10,5 $\pm$ 1,11; n= 377)	7,3 – 12,2 (10,7 $\pm$ 0,76; n= 858)
Salinidad a la prof. media del recurso (psu)	34,23 - 34,76 (34,60 $\pm$ 0,10; n= 377)	34,24 - 34,69 (34,37 $\pm$ 0,26; n= 858)
Oxígeno disuelto a la prof. media del recurso (ml/l)	0,2 – 4,0 (0,83 $\pm$ 0,78; n= 377)	0,2 – 5,6 (1,74 $\pm$ 1,23; n= 822)



**Tabla 59.** Coeficientes de correlación entre la profundidad media a la que se encontraba la merluza común (Prof. media), la profundidad de ecosonda (PCTD), la profundidad de la capa de mezcla (PCM) y la profundidad base de la termoclina (PBT) para las observaciones realizadas en la macrozona norte (29°40'S – 35°10'S) del área prospectada.

	PECOS	PMC	PCM	PBT	PMO
PECOS	1,0000	0,8943 p=0,000	0,4024 p=0,000	0,3575 p=0,000	0,5256 p=0,000
PMC		1,0000	0,4106 p=0,000	0,4255 p=0,000	0,5730 p=0,000
PCM			1,0000	0,6937 p=0,000	0,5081 p=0,000
PBT				1,0000	0,4242 p=0,000
PMO					1,0000

**Tabla 60.** Coeficientes de correlación entre la profundidad media a la que se encontraba la merluza común (Prof. media), la profundidad de ecosonda (PECOS), la profundidad mínima de oxígeno (PMO), la profundidad de la capa de mezcla (PCM) y la profundidad base de la termoclina (PBT) para las observaciones realizadas en la macrozona sur (37°00'S – 42°00'S) del área prospectada.

	PECOS	PMC	PCM	PBT	PMO
PECOS	1.0000	0,9060 p=0,000	0,1955 p=0,000	0,2826 p=0,000	0,6390 p=0,000
PMC		1.0000	0,1119 p=0,21	0,2240 p=0,000	0,7080 p=0,000
CM			1.0000	0,8117 p=0,000	0,1430 p=0,003
PBT				1.0000	0,4012 p=0,000
PMO					1.0000



**Tabla 61.** Coeficientes de correlación y nivel del significancia entre la densidad de merluza común (DMC ton mn<sup>-2</sup>) y las variables ambientales seleccionadas considerando las observaciones realizadas en toda el área de estudio. PECOS= profundidad de ecosonda, DMC = densidad de merluza común, PMC = profundidad media del cardúmen, T5 = temperatura a 5m, S5 = salinidad a 5m, O5 = oxígeno a 5m, TPMC = temperatura a la profundidad media del cardúmen, SPMC = salinidad a la profundidad media del cardúmen, OPMC = oxígeno a la profundidad media del cardúmen, PECOS = profundidad de ecosonda, PCM = profundidad de la capa de mezcla, PBT = profundidad base de la termoclina, ET = espesor de la termoclina, PMO = profundidad del mínimo de oxígeno disuelto y MINOX= concentración de oxígeno disuelto en la PMO.

	PECOS	PMC	DMC	TPMC	SPMC	OPMC	T5	S5	O5	PCM	PBT	ET	PMO	MINOX
PECOS	1,0000	0,9171	0,1725	-0,7855	0,1373	-0,1171	0,1140	0,3054	-0,1782	0,2482	0,2881	0,1658	0,5654	-0,3402
	P= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
PMC		1,0000	0,1509	-0,8781	0,1602	-0,1227	0,0621	0,3720	-0,2091	0,2265	0,3171	0,2325	0,6016	-0,3981
		p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,056	p=0,00						
DMC			1,0000	-0,0727	0,0507	-0,0929	0,1296	-0,0308	-0,0293	-0,0055	-0,0565	-0,0789	0,1014	-0,0515
			p= ---	p=0,025	p=0,118	p=0,004	p=0,00	p=0,344	p=0,366	p=0,866	p=0,082	p=0,015	p=0,002	p=0,112
TPMC				1,0000	-0,1035	0,596	0,2239	-0,2329	0,0182	-0,2349	-0,2998	-0,1976	-0,6148	0,3313
				p= ---	p=0,001	p=0,066	p=0,00	p=0,000	p=0,576	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
SPMC					1,0000	-0,9428	0,2271	0,4029	-0,2727	0,0867	-0,0046	-0,1001	0,3682	-0,7896
					p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,007	p=0,887	p=0,002	p=0,00	0
OPMC						1,0000	-0,2095	-0,3484	0,2281	-0,0982	0,0001	0,1057	-0,3811	0,7667
						p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,002	p=0,998	p=0,001	p=0,000	p=0,00
T5							1,0000	0,3745	-0,4651	-0,0902	-0,0977	-0,0496	-0,0329	-0,2173
							p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,005	p=0,003	p=0,127	p=0,311	p=0,000
S5								1,0000	-0,5830	0,4310	0,5137	0,3078	0,2746	-0,4516
								p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
O5									1,0000	-0,0551	-0,1749	-0,2033	-0,0296	0,3136
									p= ---	p=0,09	p=0,00	p=0,00	p=0,362	p=0,00
PCM										1,0000	0,7464	0,0457	0,2906	0,0056
										p= ---	0	p=0,159	p=0,00	p=0,864
PBT											1,0000	0,6989	0,3556	0,0372
											p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,252
ET												1,0000	0,2215	0,0498
												p= ---	p=0,00	p=0,125
PMO													1,0000	-0,4598
													p= ---	p=0,00
MINOX														1,0000
														p= ---



**Tabla 62.** Coeficientes de correlación y nivel del significancia entre la densidad de merluza común (ton mn<sup>-2</sup>) y las variables ambientales seleccionadas considerando las observaciones realizadas en el área norte de la zona de estudio. PECOS= profundidad de ecosonda, DMC = densidad de merluza común, PMC= profundidad media del cardumen, T5 = temperatura a 5m, S5 = salinidad a 5m, O5 = oxígeno a 5m, TPMC = temperatura a la profundidad media del cardumen, SPMC = salinidad a la profundidad media del cardumen, OPMC = oxígeno a la profundidad media del cardumen, PECOS = profundidad de ecosonda, PCM = profundidad de la capa de mezcla, PBT = profundidad base de la termoclina, ET = espesor de la termoclina, PMO = profundidad del mínimo de oxígeno disuelto y MINOX= concentración de oxígeno disuelto en la PMO.

	PECOS	PMC	DMC	TPMC	SPMC	OPMC	T5	S5	O5	PCM	PBT	RT	PMO	MINOX
PECOS	1,0000	0,9228	0,1422	-0,8474	0,0955	-0,0751	0,2476	0,2889	-0,1833	0,4298	0,3770	0,1964	0,5874	-0,3467
	P= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,015	p=0,057	p=0,00							
PMC		1,0000	0,1238	-0,9151	0,1119	-0,0672	0,2544	0,3907	-0,2530	0,4191	0,4225	0,2641	0,6031	-0,3963
		p= ---	p=0,02	p=0,00	p=0,04	p=0,089	p=0,00	p=0,04	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
DMC			1,0000	-0,0702	0,0002	-0,0616	-0,0378	-0,1674	0,0691	0,0397	-0,0336	-0,0724	0,1231	0,0082
			p= ---	p=0,075	p=0,997	p=0,119	p=0,339	p=0,00	p=0,08	p=0,315	p=0,394	p=0,066	p=0,002	p=0,836
TPMC				1,0000	-0,0963	0,0398	-0,1466	-0,3158	0,1878	-0,4454	-0,3967	-0,2115	-0,5757	0,3608
				p= ---	0	p=0,314	p=0,00							
SPMC					1,0000	-0,9288	0,1680	0,3656	-0,2007	0,1592	-0,0218	-0,1409	0,3822	-0,7445
					p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,581	p=0,00	p=0,00	p=0,00
OPMC						1,0000	-0,1582	-0,2839	0,1513	-0,1381	0,0428	0,1538	-0,4194	0,7161
						p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,278	p=0,00	p=0,00	p=0,00
T5							1,0000	0,4843	-0,0544	0,3879	0,3134	0,1417	0,4037	-0,2098
							p= ---	p=0,00	p=0,168	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
S5								1,0000	-0,6370	0,4529	0,5751	0,4423	0,2937	-0,5025
								p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
O5									1,0000	-0,2719	-0,4599	-0,4173	-0,1439	0,2797
									p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
PCM										1,0000	0,6692	0,1818	0,4968	-0,1609
										p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
PBT											1,0000	0,8524	0,3594	-0,0059
											p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,881
RT												1,0000	0,1260	0,1054
												p= ---	p=0,001	p=0,007
PMO													1,0000	-0,5028
													p= ---	p=0,00
MINOX														1,0000
														p= ---



**Tabla 63.** Coeficientes de correlación y nivel del significancia entre la densidad de merluza común ( $\text{ton mn}^{-2}$ ) y las variables ambientales seleccionadas considerando las observaciones realizadas en el área sur de la zona de estudio. PECOS= profundidad de ecosonda, DMC = densidad de merluza común, PM = profundidad media del cardumen, T5 = temperatura a 5m, S5 = salinidad a 5m, O5 = oxígeno a 5m, TPMC = temperatura a la profundidad media del cardumen, SPMC = salinidad a la profundidad media del cardumen, OPMC = oxígeno a la profundidad media del cardumen, PECOS = profundidad de ecosonda, PCM = profundidad de la capa de mezcla, PBT = profundidad base de la termoclina, ET = espesor de la termoclina, PMO = profundidad del mínimo de oxígeno disuelto y MINOX= concentración de oxígeno disuelto en la PMO.

	PECOS	PMC	DMC	TPMC	SPMC	OPMC	T5	S5	O5	PCM	PBT	RT	PMO	MINOX
PECOS	10,000	0,8675	0,3358	-0,7129	0,2938	-0,2483	-0,2362	0,4130	0,1367	0,2074	0,3031	0,1904	0,6572	-0,3226
	P = ---	p=0,00	p=0,017	p=0,00	p=0,00	p=0,001	p=0,00	p=0,00						
PMC	10,000	0,338	-0,9088	0,4259	-0,3756	-0,4272	0,4124	0,3558	0,1107	0,2400	0,2346	0,7611	-0,5036	
	p = ---	p=0,00	p=0,053	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00							
DMC	10,000	-0,2933	-0,0072	0,0324	-0,0312	0,1958	0,0586	0,0721	0,147	0,0819	0,1726	-0,0212		
	p = ---	p=0,00	p=0,901	p=0,572	p=0,586	p=0,001	p=0,306	p=0,208	p=0,045	p=0,152	p=0,002	p=0,711		
TPMC	10,000	-0,3767	0,3193	0,6336	-0,2562	-0,5808	0,0098	-0,0272	-0,0616	-0,6959	0,5271			
	p = ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,864	p=0,635	p=0,282	p=0,00	p=0,00			
SPMC	10,000	-0,9812	-0,2763	0,3245	0,1630	0,2363	0,3604	0,2425	0,5744	-0,8672				
	p = ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,004	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00				
OPMC	10,000	0,2816	-0,3113	-0,1628	-0,2603	-0,3593	-0,2029	-0,4904	0,8288					
	p = ---	p=0,00												
T5	10,000	-0,0036	-0,9143	0,0656	0,2527	0,3266	-0,2342	0,3819						
	p = ---	p=0,951	p=0,00	p=0,252	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00						
S5	10,000	-0,2080	0,6893	0,8182	0,3112	0,4098	-0,1691							
	p = ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,003							
O5	10,000	-0,3684	-0,4785	-0,2364	0,1479	-0,3433								
	p = ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,009	p=0,00								
PCM	10,000	0,8154	-0,1800	0,0962	0,0094									
	p = ---	0	p=0,002	p=0,093	p=0,870									
PBT	10,000	0,4227	0,3030	-0,1719										
	p = ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00										
RT	10,000	0,3643	-0,3069											
	p = ---	p=0,00	p=0,00											
PMO	10,000	-0,5901												
	p = ---	p=0,00												
MINOX	10,000													
	p = ---													



**Tabla 64.** Prueba estadística F para analizar la significancia estadística de las variables s en cada uno de los modelos ensayados (cruceros 1997 a 2007).

AÑO	MODELO	Grados de Libertad Residuales	Desviación Residual	Grados de Libertad	Desviación	Valor-F	Probabilidad de F	
1997	Modelo 0	196,78	287,81					
	Modelo 1	195,06	272,06	1,72	15,8	6,55	<0,01	
	Modelo 2	192,15	251,32	2,10	20,7	7,57	<0,01	
	Modelo 3	167,57	212,38	25,38	38,9	1,21	0,236	
	Modelo 4	166,59	227,15	26,36	24,2	0,67	0,884	
	Modelo 5	169,76	229,72	25,30	42,3	1,24	0,213	
1999	Modelo 0	189,76	422,96					
	Modelo 1	187,97	388,25	1,78	34,7	9,43	<0,01	
	Modelo 2	185,75	357,09	2,23	31,2	7,27	<0,01	
	Modelo 3	182,23	347,92	3,52	9,2	1,37	0,251	
	Modelo 4	171,60	350,19	14,14	6,9	0,24	0,998	
	Modelo 5	185,28	378,36	2,70	9,9	1,80	0,155	
2000	Modelo 0	199,83	345,16					
	Modelo 1	198,07	337,38	1,77	7,78	2,59	0,085	
	Modelo 2	195,71	308,33	2,35	29,05	7,84	<0,01	
	Modelo 3	192,80	257,68	2,92	50,65	12,97	<0,01	
	Modelo 4	-	-	-	-	-	-	
	Modelo 5	195,18	292,31	2,89	45,07	10,41	<0,01	
2001	Modelo 0	248,82	411,83					
	Modelo 1	247,04	400,61	1,78	11,22	3,88	0,026	
	Modelo 2	243,96	333,14	3,08	67,47	16,04	<0,01	
	Modelo 3	240,97	332,20	2,99	0,91	0,22	0,881	
	Modelo 4	224,08	289,30	19,87	43,83	1,71	0,034	
	Modelo 5	244,20	372,87	2,83	27,74	6,41	<0,01	
2002	Modelo 0	118,81	284,86					
	Modelo 1	116,84	282,32	1,96	2,54	0,54	0,584	
	Modelo 2	114,38	276,27	2,46	6,04	1,02	0,376	
	Modelo 3	111,30	268,25	3,08	8,02	1,08	0,362	
	Modelo 4	99,96	207,09	14,40	69,18	2,32	<0,01	
	Modelo 5	113,95	267,63	2,89	14,68	2,17	0,098	
2004	Modelo 0	129,79	245,00					
	Modelo 1	127,94	239,75	1,89	5,04	1,43	0,244	
	Modelo 2	125,52	227,37	2,42	12,38	2,82	0,053	
	Modelo 3	125,18	227,60	2,76	12,15	2,42	0,074	
	Modelo 4	125,44	230,53	2,50	9,22	2,01	0,127	
	Modelo 5	125,05	234,08	2,88	5,67	1,05	0,371	
2005	Modelo 0	172,18	600,31					
	Modelo 1	170,33	579,25	1,85	21,06	3,34	0,041	
	Modelo 2	162,30	550,65	8,03	28,60	1,05	0,401	
	Modelo 3	161,55	552,65	8,78	26,60	0,89	0,537	
	Modelo 4	SIN REGISTROS DE OXIGENO DISUELTO						
	Modelo 5	162,07	553,40	8,26	25,84	0,92	0,506	
2006	Modelo 0	50,03	83,77					
	Modelo 1	48,26	81,39	1,77	2,38	0,80	0,442	
	Modelo 2	45,06	79,28	3,21	2,11	0,37	0,785	
	Modelo 3	45,23	74,59	2,99	6,80	1,38	0,261	
	Modelo 4	SIN SUFICIENTES REGISTROS DE OXIGENO DISUELTO						
	Modelo 5	45,02	77,28	3,24	4,11	0,74	0,544	
2007	Modelo 0	157,43	344,22					
	Modelo 1	153,87	329,16	3,10	2,13	7,40	<0,01	
	Modelo 2	149,65	277,84	3,20	1,86	8,61	<0,01	
	Modelo 3	149,07	308,96	3,80	2,07	2,46	0,051	
	Modelo 4	149,25	315,39	3,60	2,11	1,54	0,199	
	Modelo 5	148,86	313,72	4,00	2,11	2,89	0,024	



**Tabla 65.** Prueba estadística F para analizar la significancia estadística de las variables participantes en cada uno de los modelos ensayados. Crucero 2008.

AÑO	MODELO	Grados de libertad Residuales	Desviación Residual	Grados de Libertad	Desviación	Valor-F	Probabilidad de F
2008	Modelo 0	1411,0	2230,2				
	Modelo 1	1407,7	2216,9	2,60	1,57	24,72	<0,01
	Modelo 2	1402,9	2164,8	3,80	1,54	12,84	<0,01
	Modelo 3	1403,1	2186,6	3,60	1,56	5,82	<0,01
	Modelo 4	1403,8	2204,9	2,9	1,57	1,21	0,304
	Modelo 5	1402,8	2167,6	3,9	1,55	11,38	<0,01

**Tabla 66.** Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry y Smith, 1994) para el Crucero invernal (Agosto-Septiembre, 2008), considerando las macrozonas norte y sur, y el total del área prospectada. S= distancia máxima entre las distribuciones de frecuencia acumulativas de f(t) y de g(t). P=significancia estadística ( $p < 0,05$ ). Rango máximo de la variable ambiental a la distancia entre las funciones.

Macrozonas	Parámetro	Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno (ml/l)	Prof. Media (m)
Norte	S	0,1037	0,1433	0,2917	0,3325
	P	0,008	0,000	0,636	0,000
	Rango máx.	9,9-10,7	34,34-34,70	Sin preferencia	80-370
Sur	S	0,1302	0,0764	0,3231	0,3065
	P	0,000	0,058	0,003	0,000
	Rango máx.	10,3-11,1	Sin preferencia	0,5-4,5	95-270
Area total	S	0,0722	0,1627	0,3129	0,2881
	P	0,051	0,000	0,201	0,000
	Rango máx.	10,8-11,8	34,05-34,65	Sin preferencia	70-350



**Tabla 67.** Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry y Smith, 1994) para el período 1997 – 2008, considerando toda el área de estudio y el período invernal (julio-agosto). S= distancia máxima entre las distribuciones de frecuencia acumulativas de f(t) y de g(t). P=significancia estadística ( $p < 0,05$ ). Rango de la variable ambiental a la distancia entre las funciones.

Año	Parámetro	Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno (ml l-1)	Prof. Media (m)
1997	S	0,1551	0,200	0,2833	0,346
	P	0,095	0,007	0,909	0,005
	Rango	Sin preferencia	34,474	Sin preferencia	148-152
1999	S	0,3824	0,1707	0,1901	0,5396
	P	0,000	0,1075	0,9630	0,000
	Rango	10,2	Sin preferencia	Sin preferencia	203-209
2000	S	0,2223	0,2195	---	0,5025
	P	0,0080	0,0040	---	0,000
	Rango	10,5	34,60	---	235-237
2001	S	0,2264	0,2388	0,2149	0,4721
	P	0,0005	0,0000	0,9985	0,000
	Rango	10,8	34,48	Sin preferencia	215-220
2002	S	0,091	0,095	0,4737	0,2875
	P	0,722	0,6725	0,1205	0,3230
	Rango	Sin preferencia	Sin preferencia	Sin preferencia	Sin preferencia
2004	S	0,249	0,198	0,229	0,510
	P	0,0005	0,1095	0,9565	0,000
	Rango	9,8	Sin preferencia	Sin preferencia	275-290
2005	S	0,2431	0,2071	---	0,2131
	P	0,0415	0,0370	---	0,8150
	Rango	9,7	34,49	---	Sin preferencia
2006	S	0,1278	0,1164	0,4799	0,4110
	P	0,8505	0,8895	0,2710	0,1575
	Rango	Sin preferencia	Sin preferencia	Sin preferencia	Sin preferencia
2007	S	0,276	0,140	0,332	0,416
	P	0,303	0,177	0,841	0,002
	Rango	Sin preferencia	Sin preferencia	Sin preferencia	90-350
2008	S	0,0722	0,1627	0,3129	0,2881
	P	0,051	0,000	0,201	0,000
	Rango	10,8-11,8	34,05-34,65	Sin preferencia	70-350



**Tabla 68.** Rangos ambientales para 1997 – 2008, considerando regiones norte (29°40'S-37°00'S) y sur (37°00'S-42°00'S). S= dist. máx. entre f(t) y de g(t). P< 0,05. Rango de variable ambiental a la distancia entre las funciones.

Año	Sector	Parámetro	Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno (ml l <sup>-1</sup> )	Prof. Media (m)
1997	Norte	S	0,1597	0,2085	0,5743	0,1454
		P	0,1635	<b>0,0240</b>	<b>0,0000</b>	0,911
		Rango máx.	Sin preferencia	34,57	158-165	Sin preferencia
	Sur	S	0,2178	0,4872	0,1856	0,5021
		P	0,0865	<b>0,0000</b>	0,9230	<b>0,000</b>
		Rango máx.	Sin preferencia	34,50	Sin preferencia	235-237
1999	Norte	S	0,5473	0,1952	0,0983	0,5878
		P	<b>0,000</b>	0,1950	0,9815	<b>0,0005</b>
		Rango máx.	10,17-10,27	Sin preferencia	Sin preferencia	235
	Sur	S	0,2024	0,2412	0,2666	0,4930
		P	0,3525	0,1440	0,6100	<b>0,0005</b>
		Rango máx.	Sin preferencia	Sin preferencia	Sin preferencia	200-210
2000	Norte	S	0,5058	0,3978		0,4930
		P	<b>0,000</b>	<b>0,0000</b>		<b>0,0005</b>
		Rango máx.	10,21	34,62		238-249
	Sur	S	0,1396	0,2447		0,3656
		P	0,5690	<b>0,0570</b>		0,1200
		Rango máx.	Sin preferencia	33,99-34,06	Sin información	Sin preferencia
2001	Norte	S	0,3136	0,2035	0,1598	0,4849
		P	<b>0,0000</b>	<b>0,0530</b>	0,9955	<b>0,0000</b>
		Rango máx.	10,81	34,54	Sin preferencia	247-248
	Sur	S	0,0981	0,1875	0,3248	0,2925
		P	0,3095	<b>0,0005</b>	0,9040	0,0965
		Rango máx.	Sin preferencia	34,48	Sin preferencia	Sin preferencia
2002	Norte	S	0,1642	0,1951	0,3504	0,3232
		P	0,4515	0,2330	0,3900	0,3390
		Rango máx.	Sin preferencia	Sin preferencia	Sin preferencia	Sin preferencia
	Sur	S	0,1604	0,1457	0,5661	0,1364
		P	0,4185	0,5345	<b>0,0245</b>	0,7560
		Rango máx.	Sin preferencia	Sin preferencia	2,72-5,32	Sin preferencia
2004	Norte	S	0,372	0,375	0,443	0,464
		P	<b>0,0205</b>	<b>0,0090</b>	0,0800	<b>0,0310</b>
		Rango máx.	9,9	34,62	Sin preferencia	290-310
	Sur	S	0,343	0,278	0,100	0,509
		P	<b>0,0025</b>	<b>0,0265</b>	0,9985	<b>0,0005</b>
		Rango máx.	9,6-10,0	34,38	4,14-4,44	275-280
2005	Norte	S	0,2357	0,2098		0,1317
		P	0,1540	0,1495		0,9525
		Rango máx.	Sin preferencia	Sin preferencia		Sin preferencia
	Sur	S	0,1757	0,1748		0,2800
		P	0,4455	0,3125		0,5220
		Rango máx.	Sin preferencia	Sin preferencia	Sin información	Sin preferencia
2006	Norte	S	0,1594	0,1769	0,5450	0,4291
		P	0,8245	0,6720	0,0650	0,2300
		Rango máx.	Sin preferencia	Sin preferencia	Sin preferencia	Sin preferencia
	Sur	S	0,1582	0,1986	0,1321	0,2805
		P	0,5005	0,2450	0,9460	0,1310
		Rango máx.	Sin preferencia	Sin preferencia	Sin preferencia	Sin preferencia
2007	Norte	S	0,3141	0,1988	0,3787	0,3626
		P	0	0,0295	0,3345	0,0395
		Rango máx.	9,2-10,7	34,61-34,73	Sin preferencia	120-340
	Sur	S	0,2073	0,5074	0,2508	0,4920
		P	0,5780	0	0,6610	0,0170
		Rango máx.	Sin preferencia	34,31-34,55	Sin preferencia	90-240
2008	Norte	S	0,1037	0,1433	0,2917	0,3325
		P	0,008	0,000	0,636	0,000
		Rango máx.	9,9-10,7	34,34-34,70	Sin preferencia	80-370
	Sur	S	0,1302	0,0764	0,3231	0,3065
		P	0,000	0,058	0,003	0,000
		Rango máx.	10,3-11,1	Sin preferencia	0,5-4,5	95-270



**Tabla 69.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza común.

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Desvest	C.V.
Largo (m)	135	183,2	16.201,9	2.253,9	2.277,7	1,01
Alto (m)	135	1,2	46,7	10,8	8,9	0,82
Elongación	135	16,2	2.645,9	298,4	325,8	1,09
Perimetro (m)	135	1.025,6	302.597,0	23.586,9	36.918,3	1,57
Area (m <sup>2</sup> )	135	647,4	274.605,6	27.100,0	36.310,7	1,34
Dim. Fractal	135	1,14	2,01	1,73	0,19	0,11
Prof. Agregación (m)	135	78,4	405,7	191,3	77,5	0,40
Prof. Fondo (m)	135	81,1	465,0	209,6	81,9	0,39
Indice altura (%)	135	0,4	40,3	8,7	8,2	0,95
NASC (m <sup>2</sup> /mn <sup>2</sup> )	135	9,7	4.101,8	381,7	533,4	1,40
Densidad (Nasc/m <sup>2</sup> )	135	0,1	7,3	1,8	1,3	0,72



**Tabla 70.** Valores promedio, m3ximos y m3nimos de los descriptores morfol3gicos, batim3tricos y de energ3a de las agregaciones de merluza com3n seg3n zona de estudio.

<b>Zona 1</b>	N	M3nimo	M3ximo	Media	Desvest	C.V.
Largo (m)	12	520,2	3.451,7	1.223,5	800,4	0,65
Alto (m)	12	3,7	46,7	16,1	11,3	0,71
Elongaci3n	12	16,2	348,0	111,6	94,7	0,85
Perimetro (m)	12	1.543,8	38.491,6	11.545,1	10.483,2	0,91
Area (m <sup>2</sup> )	12	2.773,8	57.598,7	19.313,9	16.279,8	0,84
Dim. Fractal	12	1,14	1,88	1,60	0,21	0,13
Prof. Agregaci3n (m)	12	123,7	405,7	318,7	71,5	0,22
Prof. Fondo (m)	12	154,9	465,0	335,4	73,4	0,22
Indice altura (%)	12	0,8	20,2	5,4	5,7	1,05
NASC	12	21,4	962,8	199,2	256,3	1,29
Densidad (Nasc/m <sup>2</sup> )	12	0,1	2,2	1,1	0,6	0,54

<b>Zona 2</b>	N	M3nimo	M3ximo	Media	Desvest	C.V.
Largo (m)	40	319,5	8.059,1	1.926,0	1.606,2	0,83
Alto (m)	40	2,3	41,0	11,9	10,4	0,87
Elongaci3n	40	24,7	1.223,8	240,2	209,8	0,87
Perimetro (m)	40	1.687,3	82.741,7	18.727,8	19.055,3	1,02
Area (m <sup>2</sup> )	40	687,1	102.914,2	25.274,0	28.214,2	1,12
Dim. Fractal	40	1,26	1,97	1,73	0,19	0,11
Prof. Agregaci3n (m)	40	78,4	337,6	180,5	72,6	0,40
Prof. Fondo (m)	40	81,1	360,3	196,4	78,1	0,40
Indice altura (%)	40	1,5	34,3	7,9	6,7	0,85
NASC	40	9,7	1.443,1	350,4	371,9	1,06
Densidad (Nasc/m <sup>2</sup> )	40	0,4	7,3	1,8	1,3	0,75

<b>Zona 3</b>	N	M3nimo	M3ximo	Media	Desvest	C.V.
Largo (m)	40	287,0	16.201,9	2.651,8	2.934,0	1,11
Alto (m)	40	2,3	37,4	11,4	8,6	0,75
Elongaci3n	40	24,8	1.071,7	291,4	257,4	0,88
Perimetro (m)	40	1.634,8	302.597,0	31.945,2	52.321,6	1,64
Area (m <sup>2</sup> )	40	647,4	274.605,6	35.917,4	52.789,6	1,47
Dim. Fractal	40	1,26	1,99	1,74	0,18	0,11
Prof. Agregaci3n (m)	40	86,7	362,7	190,3	73,1	0,38
Prof. Fondo (m)	40	90,2	369,9	215,5	82,8	0,38
Indice altura (%)	40	1,4	37,6	10,8	9,8	0,91
NASC	40	10,6	4.101,8	509,6	788,3	1,55
Densidad (Nasc/m <sup>2</sup> )	40	0,2	6,5	2,0	1,6	0,78

<b>Zona 4</b>	N	M3nimo	M3ximo	Media	Desvest	C.V.
Largo (m)	43	183,2	12.180,3	2.476,4	2.321,1	0,94
Alto (m)	43	1,2	22,2	7,8	5,5	0,70
Elongaci3n	43	40,3	2.645,9	411,3	455,6	1,11
Perimetro (m)	43	1.025,6	167.051,0	23.692,3	36.194,8	1,53
Area (m <sup>2</sup> )	43	708,1	112.497,8	22.769,2	26.391,4	1,16
Dim. Fractal	43	1,32	2,01	1,75	0,18	0,10
Prof. Agregaci3n (m)	43	92,4	275,9	166,8	50,8	0,30
Prof. Fondo (m)	43	95,4	284,5	181,3	49,0	0,27
Indice altura (%)	43	0,4	40,3	8,4	8,2	0,98
NASC	43	11,8	1.752,6	342,9	396,9	1,16
Densidad (Nasc/m <sup>2</sup> )	43	0,3	5,6	1,7	0,9	0,55



**Tabla 71.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios (normalizados) de los descriptores por zona.

Variable		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	2,4	3	0,79	1,05	<b>0,371</b>
	Intra-grupos	97,9	131	0,75		
	Total	100,2	134			
Alto	Inter-grupos	5,0	3	1,67	3,57	<b>0,016</b>
	Intra-grupos	61,2	131	0,47		
	Total	66,2	134			
Elongación	Inter-grupos	15,1	3	5,04	6,45	0,000
	Intra-grupos	102,5	131	0,78		
	Total	117,6	134			
Perímetro	Inter-grupos	4,2	3	1,41	1,19	<b>0,318</b>
	Intra-grupos	155,8	131	1,19		
	Total	160,1	134			
Área	Inter-grupos	2,6	3	0,87	0,45	<b>0,721</b>
	Intra-grupos	256,0	131	1,95		
	Total	258,6	134			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,0	3	0,01	1,93	<b>0,129</b>
	Intra-grupos	0,7	131	0,01		
	Total	0,7	134			
Prof. Agregación	Inter-grupos	4,3	3	1,4	10,8	0,000
	Intra-grupos	17,2	131	0,1		
	Total	21,4	134			
Fondo	Inter-grupos	3,9	3	1,30	10,13	0,000
	Intra-grupos	16,8	131	0,13		
	Total	20,7	134			
Ind. Altura	Inter-grupos	3,5	3	1,16	2,13	<b>0,100</b>
	Intra-grupos	71,6	131	0,55		
	Total	75,0	134			
Nasc	Inter-grupos	4,6	3	1,53	0,83	<b>0,478</b>
	Intra-grupos	240,0	131	1,83		
	Total	244,6	134			
Densidad	Inter-grupos	0,8	3	0,26	1,84	<b>0,143</b>
	Intra-grupos	18,8	131	0,14		
	Total	19,6	134			



**Tabla 72.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza común, según rango de fondo.

<b>Rango 100-199</b>	N	Mínimo	Máximo	Media	Desvest	C.V.
Largo (m)	72	183,2	12180,3	2149,6	2180,0	1,01
Alto (m)	72	1,2	23,5	6,8	4,7	0,69
Elongación	72	35,8	2645,9	373,6	387,0	1,04
Perimetro (m)	72	1025,6	129819,1	18931,3	23371,7	1,23
Area (m <sup>2</sup> )	72	647,4	112497,8	17613,1	23237,6	1,32
Dim. Fractal	72	1,32	2,01	1,78	0,17	0,10
Prof. Agregación (m)	72	78,4	185,0	134,4	30,0	0,22
Indice altura (%)	72	1,0	25,2	8,1	6,0	0,74
NASC (m <sup>2</sup> /mn <sup>2</sup> )	72	9,7	1853,6	284,6	405,2	1,42
Densidad (Nasc/m <sup>2</sup> )	72	0,2	7,3	2,0	1,5	0,76

<b>Rango 200-299</b>	N	Mínimo	Máximo	Media	Desvest	C.V.
Largo (m)	39	344,8	16201,9	2734,1	2682,9	0,98
Alto (m)	39	2,6	33,9	13,5	8,5	0,63
Elongación	39	24,8	915,7	268,4	235,4	0,88
Perimetro (m)	39	3043,4	302597,0	33699,2	57071,0	1,69
Area (m <sup>2</sup> )	39	1110,5	274605,6	39383,8	49540,4	1,26
Dim. Fractal	39	1,26	1,90	1,68	0,18	0,11
Prof. Agregación (m)	39	122,6	289,3	221,3	41,2	0,19
Indice altura (%)	39	0,4	40,3	9,3	10,2	1,09
NASC (m <sup>2</sup> /mn <sup>2</sup> )	39	10,6	4101,8	532,6	728,3	1,37
Densidad (Nasc/m <sup>2</sup> )	39	0,4	4,1	1,5	0,9	0,55

<b>Rango 300-399</b>	N	Mínimo	Máximo	Media	Desvest	C.V.
Largo (m)	24	308,5	8581,6	1786,5	1734,5	0,97
Alto (m)	24	3,7	46,7	18,5	12,0	0,65
Elongación	24	16,2	528,1	121,6	112,9	0,93
Perimetro (m)	24	1543,8	112640,6	21121,2	25012,4	1,18
Area (m <sup>2</sup> )	24	2357,7	138150,2	35599,5	36697,9	1,03
Dim. Fractal	24	1,14	1,88	1,63	0,19	0,11
Prof. Agregación (m)	24	209,0	405,7	313,2	47,1	0,15
Indice altura (%)	24	0,8	37,6	9,2	10,3	1,11
NASC (m <sup>2</sup> /mn <sup>2</sup> )	24	21,4	1443,1	428,0	451,7	1,06
Densidad (Nasc/m <sup>2</sup> )	24	0,1	3,5	1,3	0,7	0,53



**Tabla 73.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparaci3n de valores medios (normalizados) de los descriptores por rango de fondo.

Variable		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	3,4	2	1,70	2,32	<b>0,102</b>
	Intra-grupos	96,8	132	0,73		
	Total	100,2	134			
Alto	Inter-grupos	18,4	2	9,21	25,48	0,000
	Intra-grupos	47,7	132	0,36		
	Total	66,2	134			
Elongaci3n	Inter-grupos	21,0	2	10,52	14,38	0,000
	Intra-grupos	96,6	132	0,73		
	Total	117,6	134			
Perímetro	Inter-grupos	4,3	2	2,17	1,84	<b>0,163</b>
	Intra-grupos	155,7	132	1,18		
	Total	160,1	134			
Area	Inter-grupos	33,9	2	16,96	9,96	0,000
	Intra-grupos	224,7	132	1,70		
	Total	258,6	134			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,1	2	0,04	8,08	0,000
	Intra-grupos	0,6	132	0,00		
	Total	0,7	134			
Prof. Agregaci3n	Inter-grupos	15,5	2	7,7	172,0	0,000
	Intra-grupos	5,9	132	0,0		
	Total	21,4	134			
Fondo	Inter-grupos	16,3	2	8,13	243,10	0,000
	Intra-grupos	4,4	132	0,03		
	Total	20,7	134			
Ind. Altura	Inter-grupos	0,2	2	0,10	0,18	<b>0,838</b>
	Intra-grupos	74,8	132	0,57		
	Total	75,0	134			
Nasc	Inter-grupos	20,3	2	10,15	5,97	0,003
	Intra-grupos	224,3	132	1,70		
	Total	244,6	134			
Densidad	Inter-grupos	0,8	2	0,41	2,89	<b>0,059</b>
	Intra-grupos	18,8	132	0,14		
	Total	19,6	134			



**Tabla 74.** Matriz de correlaciones de las variables originales.

	Largo	Alto	Elon	Perim.	Area	Dim.Frac	Prof.Agr.	Fondo	Ind.Alt.	Nasc	Dens.
Largo	1										
Alto	0,156	1									
Elongación	0,635	-0,341	1								
Perimetro	0,813	0,145	0,441	1							
Area	0,818	0,556	0,166	0,727	1						
Dim. Fractal	-0,076	-0,710	0,361	0,177	-0,353	1					
Prof. Agreg.	-0,044	0,494	-0,306	-0,002	0,196	-0,383	1				
Prof. Fondo	-0,069	0,538	-0,339	0,014	0,190	-0,364	0,965	1			
Indice altura	-0,089	0,085	-0,095	0,080	-0,043	0,133	-0,231	0,021	1		
Nasc	0,788	0,433	0,243	0,678	0,878	-0,233	0,085	0,078	-0,047	1	
Densidad	-0,128	-0,245	0,073	-0,121	-0,210	0,223	-0,376	-0,373	0,021	0,050	1

**Tabla 75.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes.

	Com.1	Com.2	Com.3	Com.4	Com.5	Com.6	Com.7	Com.8	Com.9
Valor propio	3,71	2,11	1,05	0,96	0,50	0,36	0,20	0,09	0,03
% variabilidad	41,19	23,43	11,70	10,62	5,57	3,99	2,19	0,95	0,35
% acumulado	41,19	64,62	76,33	86,94	92,52	96,51	98,70	99,65	100

**Tabla 76.** Correlación de las variables originales con los componentes principales.

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	0,95	-0,14	-0,17
Alto	0,32	0,81	0,15
Elongación	0,50	-0,64	-0,25
Perimetro	0,88	-0,05	0,00
Area	0,90	0,33	-0,02
Prof. Fondo	0,00	0,81	-0,14
Indice altura	0,01	0,10	0,81
Nasc	0,90	0,15	0,10
Densidad	-0,07	-0,50	0,52

ANEXO

---

# A N E X O 1

---

**Plan detallado de asignación de  
personal profesional y técnico (HH)  
FIP 2008-14**

---

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

<b>PERSONAL</b>	<b>ACTIVIDAD</b>				
	<b>Recolección de datos</b>	<b>Procesamiento de datos</b>	<b>Análisis de datos</b>	<b>Informes</b>	<b>Total</b>
Sergio Lillo Vega	180	175	130	180	<b>665</b>
Mauricio Braun Alegría	0	45	60	60	<b>165</b>
Eduardo Díaz Ramos	45	366	140	75	<b>626</b>
Roberto Bahamondes Forde	135	35	60	20	<b>250</b>
Juan Olivares Cayul	0	420	74	120	<b>614</b>
Juan Saavedra Nievas	0	80	105	60	<b>245</b>
Alvaro Saavedra Godoy	0	150	45	90	<b>285</b>
Hernán Miranda Pérez	0	0	60	0	<b>60</b>
Patricio Gálvez Gálvez	0	45	30	15	<b>90</b>
Vivian Valenzuela Cuevas	0	195	20	10	<b>225</b>
Esteban Molina Guerrero	135	225	80	100	<b>540</b>
Marcelo San Martín Quinteros	135	90	160	80	<b>465</b>
Francisco Leiva Dietz	135	0	0	0	<b>135</b>
Bernardo Leiva Pérez	135	0	0	0	<b>135</b>
Guillermo Galindo Pérez	270	430	0	0	<b>700</b>
Manuel Rojas García	135	315	0	0	<b>450</b>
Yasna Muñoz Gallardo	0	540	0	0	<b>540</b>
Bernardita Carvajal González	0	540	0	0	<b>540</b>
Jessica González Arancibia	0	45	30	15	<b>90</b>
Hernán Miles Urbina	0	1260	0	0	<b>1260</b>
René Riffo Cárdenas	270	0	0	0	<b>270</b>
Roberto Lorca Aghernio	270	0	0	0	<b>270</b>
Edgardo Parraguéz	270	0	0	0	<b>270</b>
Marcel Ulloa	270	0	0	0	<b>270</b>
Raúl Venegas	270	0	0	0	<b>270</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2655</b>	<b>4956</b>	<b>994</b>	<b>825</b>	<b>9430</b>



### INSTITUTO DE INVESTIGACI3N PESQUERA VIII REGI3N S.A.

PERSONAL	Recolecci3n de datos	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Informes	Total
Sergio Núñez Elías	25	100	110	20	<b>255</b>
Eduardo Navarro Vallejos	110	220	85	0	<b>415</b>
Sebastián Vásquez Pastene	110	210	80	0	<b>400</b>
Aquiles Sepúlveda Oróstica	0	0	40	0	<b>40</b>
Rubén Alarc3n Muñoz	0	0	40	0	<b>40</b>
Arnaldo Zúñiga	100	0	0	0	<b>100</b>
Manuel GonzÁlez	100	0	0	0	<b>100</b>
Víctor Aguilera	100	0	0	0	<b>100</b>
María Cristina Retamal	100	0	0	0	<b>100</b>
<b>TOTAL</b>	<b>645</b>	<b>530</b>	<b>355</b>	<b>20</b>	<b>1550</b>

### OBJETIVO 3.1

PERSONAL	Recolecci3n de datos	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Informes	Total
Sergio Lillo Vega	180	175	130	180	<b>665</b>
Roberto Bahamondes Forde	135	35	60	20	<b>250</b>
Hernán Miranda Pérez	0	0	60	0	<b>60</b>
Marcelo San Martín Quinteros	135	90	160	80	<b>465</b>
Francisco Leiva Dietz	135	0	0	0	<b>135</b>
Bernardo Leiva Pérez	135	0	0	0	<b>135</b>
Manuel Rojas García	0	270	0	0	<b>270</b>
<b>TOTAL</b>	<b>720</b>	<b>570</b>	<b>410</b>	<b>280</b>	<b>1980</b>



• **OBJETIVO 3.2**

<b>PERSONAL</b>	<b>Recolecci3n de datos</b>	<b>Procesamiento de datos</b>	<b>Análisis de datos</b>	<b>Informes</b>	<b>Total</b>
Juan Olivares Cayul	0	420	74	120	<b>614</b>
Juan Saavedra Nievas	0	80	105	30	<b>215</b>
Patricio Gálvez Gálvez	0	45	30	15	<b>90</b>
Jessica González Arancibia	0	45	30	15	<b>90</b>
René Riffo Cárdenas	270	0	0	0	<b>270</b>
Edgardo Parraguéz	270	0	0	0	<b>270</b>
Marcel Ulloa	270	0	0	0	<b>270</b>
<b>TOTAL</b>	<b>810</b>	<b>590</b>	<b>239</b>	<b>180</b>	<b>1819</b>

• **OBJETIVO 3.3**

<b>PERSONAL</b>	<b>Recolecci3n de datos</b>	<b>Procesamiento de datos</b>	<b>Análisis de datos</b>	<b>Informes</b>	<b>Total</b>
Eduardo Díaz Ramos	45	366	140	75	<b>626</b>
Yasna Muñoz Gallardo	0	540	0	0	<b>540</b>
Bernardita Carvajal González	0	540	0	0	<b>540</b>
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>1446</b>	<b>140</b>	<b>75</b>	<b>1706</b>



• **OBJETIVO 3.4**

<b>PERSONAL</b>	<b>Recolecci3n de datos</b>	<b>Procesamiento de datos</b>	<b>Análisis de datos</b>	<b>Informes</b>	<b>Total</b>
Esteban Molina Guerrero	135	225	80	100	<b>540</b>
Juan Saavedra Nuevas	0	15	15	0	<b>30</b>
Roberto Lorca Algernio	270	0	0	0	<b>270</b>
Raúl Venegas	270	0	0	0	<b>270</b>
<b>TOTAL</b>	<b>675</b>	<b>240</b>	<b>95</b>	<b>100</b>	<b>1110</b>

• **OBJETIVO 3.5**

<b>PERSONAL</b>	<b>Recolecci3n de datos</b>	<b>Procesamiento de datos</b>	<b>Análisis de datos</b>	<b>Informes</b>	<b>Total</b>
Mauricio Braun Alegría	0	45	60	60	<b>165</b>
Vivian Valenzuela Cuevas	0	180	30	15	<b>225</b>
Guillermo Galindo Perez	270	430	0	0	<b>700</b>
Hernán Miles Urbina	0	1260	0	0	<b>1260</b>
Sergio Núñez Elías	25	100	110	20	<b>255</b>
Eduardo Navarro Vallejos	110	220	85	0	<b>415</b>
Sebastián Vásquez Pastene	110	210	80	0	<b>400</b>
Aquiles Sepúlveda Oróstica	0	0	40	0	<b>40</b>
Rubén Alarc3n Muñoz	0	0	40	0	<b>40</b>
Arnaldo Zúñiga	100	0	0	0	<b>100</b>
Manuel González	100	0	0	0	<b>100</b>
Víctor Aguilera	100	0	0	0	<b>100</b>
María Cristina Retamal	100	0	0	0	<b>100</b>
<b>TOTAL</b>	<b>915</b>	<b>2445</b>	<b>445</b>	<b>95</b>	<b>3900</b>



• **OBJETIVO 3.6**

<b>PERSONAL</b>	<b>Recolecci3n de datos</b>	<b>Procesamiento de datos</b>	<b>Análisis de datos</b>	<b>Informes</b>	<b>Total</b>
Alvaro Saavedra Godoy	0	150	45	90	285
Manuel Rojas Garc3a	135	45	0	0	180
<b>TOTAL</b>	<b>135</b>	<b>195</b>	<b>45</b>	<b>90</b>	<b>465</b>



---

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

---



[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)