



INFORME FINAL

FONDO INVESTIGACION PESQUERA
FIP Nº 2001-21

Evaluación del reclutamiento de merluza de cola, año 2001



FEBRERO

2003

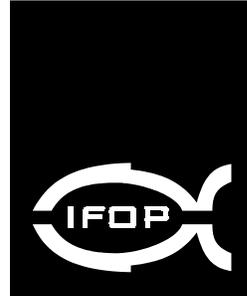


INFORME FINAL

FIP 2001-21

**Evaluación del
Reclutamiento de
merluza de cola,
año 2001**

• Febrero, 2003 •

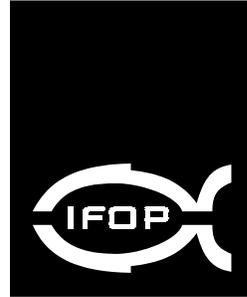


REQUIRENTE

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, FIP
Presidente del Fondo:
Felipe Sandoval Precht

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP
Jefe División Investigación Pesquera:
Jorge Farías Ahumada
Director Ejecutivo:
Guillermo Moreno Paredes



JEFE DE PROYECTO

M. ANGELA BARBIERI B.

AUTORES

- **Evaluación hidroacústica**

M. ANGELA BARBIERI B.
SERGIO LILLO V.
ÁLVARO SAAVEDRA G.

- **Aspectos Biológicos**

RENATO CÉSPEDES M.
LUIS ADASME M.

- **Edad**

VILMA OJEDA C.
AMALIA LÓPEZ A.
LUIS CID M.

- **Trofodinámica**

PATRICIA ROJAS Z.
BRUNILDA MENARES P.

- **Oceanografía pesquera**

M. ANGELA BARBIERI B.
VICTOR CATASTI B.



PERSONAL PARTICIPANTE

NOMBRE	PROFESIÓN	ACTIVIDAD
PROFESIONALES		
M. Angela Barbieri B.	Ingeniero Pesquero. Dra. en Oceanografía Biológica	Jefe de Proyecto y coordinación general. Participación en Crucero PAM Líder, elaboración informes
José Córdova M.	Ingeniero Pesquero	Participación en Crucero B/F Fríosur VIII, Análisis de información
Sergio Lillo V.	Ingeniero Pesquero	Participación en Crucero B/F "Saint John" Análisis de información
Alvaro Saavedra G.	Ingeniero Pesquero	Participación en Crucero "Don Julio", Análisis de información
Marcos Espejo V.	Ingeniero Electrónico	Participación en Crucero B/F "Fríosur VIII", Análisis de información
Hernán Miranda P.	Estadístico	Análisis de información
Víctor Correa C.	Ingeniero Pesquero	Participación en Crucero B/F "Saint John"
Manuel Rojas G.	Técnico Marino	Participación en Crucero PAM "Líder"
Jorge Castillo P.	Ingeniero Pesquero	Análisis de información
Patricio Gálvez G.	Licenciado en Ciencias del Mar	Participación en Crucero PAM "Don Julio"
Renato Céspedes M.	Biólogo Marino	Coordinador Muestreos
Vilma Ojeda C.	Ingeniero Pesquero	Análisis Estructura de Edad
Amalia López C.	Biólogo Pesquero	Análisis Estructura de Edad
Luis Adarme M.	Técnico Marino	Análisis Estructura de Tallas
Luis Cid M.	Técnico Marino	Análisis Estructura de Edad
Hernán Reyes R.	Oceanógrafo	Análisis de información Oceanografía Física
Víctor Catasti B.	Ingeniero Pesquero	Sistema Información Geográfica y Cartográfica
Patricia Rojas Z.	Licenciada en Biología	Estudio Trófico
Brunilda Menares P.	Oceanógrafa	Estudio Trófico

NOMBRE	PROFESIÓN	ACTIVIDAD
TÉCNICOS		
Luis Contreras C.	Asistente de Muestreo	Muestreos Biológicos
Julio Uribe A.	Asistente de Muestreo	Muestreos Biológicos
Germán Bravo M.	Asistente de Muestreo	Muestreos Biológicos
Andrés González P.	Asistente de Muestreo	Muestreos Biológicos
Claudio Vera M.	Asistente de Muestreo	Muestreos Biológicos
Oscar Nancul P.	Asistente de Muestreo	Muestreos Biológicos
Pablo Urrutia I.	Asistente de Muestreo	Muestreos Biológicos



.....
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
.....



RESUMEN EJECUTIVO

Se presentan los principales resultados del proyecto FIP 2001-21 "Evaluación del reclutamiento de merluza de cola, año 2001", el que tiene como objetivo central cuantificar, mediante el método acústico, el stock recluta (talla menor a 55 cm de longitud total) de merluza de cola presente en la zona de estudio (35° L.S. a 40° L.S.) en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.

El desarrollo del proyecto consideró, por una parte, la realización de un crucero de prospección acústica con la participación de cuatro naves pesqueras (B/F "Friosur VIII", PAM "Líder", PAM "Don Julio" y B/F "Saint John") desde el 7 al 16 de noviembre del 2001 y, por otra, el procesamiento y análisis de la información y estimación de la biomasa y abundancia. La prospección acústica se realizó sobre la base de un diseño de muestreo de 20 transectas (5 por nave) perpendiculares a la costa, separadas 16 millas náuticas, y, cubriendo una extensión de hasta 100 millas náuticas desde la costa, 34 lances de pesca de identificación biológica y 20 estaciones de muestreo oceanográfico (salinidad y temperatura).

Los principales resultados del estudio son los siguientes:

1. La biomasa de merluza de cola se estimó en 286.610 toneladas, a la que contribuyeron con 131,8 mil t (45,8%) los machos y 154,8 mil t (54,2%) las hembras. La varianza estimada alcanzó a $4,3 \cdot 10^8$, estimándose un intervalo de confianza ($\alpha = 10\%$) con límites de 179 y 394 mil toneladas. La biomasa estimada de reclutas fue de 213.234 toneladas que representa el 74,4% de la biomasa total.



2. La abundancia fue estimada en 682,8 millones de ejemplares, estuvo constituida por individuos de 30 a 91 cm de longitud total con una moda principal centrada entre los 48 y 52 cm. El aporte de machos alcanzó 328 millones (48,1%) y 354 millones (51,9%) de hembras. La fracción recluta (talla < 55 cm) se estimó en 577 millones (84,5% del total).
3. El stock evaluado de merluza de cola estuvo compuesto por ejemplares de un rango de grupos de edades de I a XIV. La fracción juvenil del stock estuvo representada por los grupos de edades I a IV, que contribuyeron con 334 millones de ejemplares, aportando con el 64% de la abundancia presente en la zona y período de estudio, ésta estuvo sostenida en ~60% por los grupos de edad III y IV, quienes corresponden a los peces nacidos en 1997 y 1998. Los grupos de edad relevantes en la composición de la abundancia en el año 2001, corresponden a las mismas clases que presentaron en ~80% la estructura por grupos de edad estimada en 1999. No se observa la entrada de otras clases anuales fuertes, encontrándose casi sin representación los grupos de edad I y II, destacando de manera relevante el aporte del grupo de edad IV, que representó el 59% de la abundancia de machos y el 49% de las hembras, respectivamente.
4. La biomasa estimada durante el estudio de evaluación directa, registró una disminución del 11 % respecto a la del año 1999 (322 mil t), pero la abundancia expresada en número de ejemplares disminuyó en un 74% (2.634 millones de ejemplares), producto de la baja representación de los GE I y II en la estructura etaria del stock.
5. Espacialmente, el recurso merluza de cola se reportó desde la latitud 35° S hasta 40° S, con una distribución espacial más amplia desde el límite norte del área de estudio hasta la latitud 37°40' S, mientras que hacia el sur el



recurso se presentó más escasamente distribuido. Los niveles de densidad detectados de merluza de cola se pueden calificar de bajos, con las mayores concentraciones registradas desde punta Nugurne a Lebu y al oeste del veril de los 200 m. La fracción adulta se presenta al norte de la latitud 36° S.

6. La estructura de talla de merluza de cola registrada durante el estudio, estuvo compuesta principalmente por juveniles, con una moda entre los 40 y 60 cm, la cual se encontraba distribuida en toda el área de estudio. La estructura de talla más importante en la captura, se localizaba en condiciones oceánicas entre los 51 y 99 m de profundidad y es coincidente con la estructura comercial. Las estructuras de tallas entre machos y hembras fueron muy similares y la relación entre dichos sexos es 1:1 y no muestran actividad reproductiva. La merluza de cola presenta una estratificación de tallas por profundidad, las agregaciones en profundidades menores a 150 m, estaban compuestas preferentemente por ejemplares juveniles y presentan un comportamiento de características pelágicas, en la fase adulta el recurso presenta hábitos más demersales.
7. Las características morfológicas y batimétricas de los ecotrazos de merluza de cola presentaron un amplio rango de variabilidad, determinándose agregaciones medianamente cohesionadas entre sí, con tendencia a distribuirse en estratos de gran extensión horizontal, presentando además independencia del fondo marino, con un fuerte carácter euribático.
8. La merluza de cola presentaba una asociación moderada con la clorofila (Índice de Cramer es 0,49) y una asociación baja con la temperatura superficial del mar (Índice de Cramer 0,25).



9. En la zona de estudio, se presentaron procesos de surgencia costera que originaron menores temperaturas y mayores salinidades relativas en superficie a lo largo de la franja de 10 a 25 mn de la costa. La capa de mezcla presentó un máximo de 45 m y tuvo un aumento de su espesor en un sentido noreste. La termoclina se presentó poco desarrollada a lo largo de toda la zona, con un espesor promedio de sólo 5 m y de gradiente promedio 0,3° C/m. En la capa superficial, en los primeros 150 m se encontró un predominio de Agua Subantártica de baja salinidad y temperatura, en tanto en la capa de 150 a 300 m se presentó una mayor participación de Agua Ecuatorial Subsuperficial.
10. La presa de mayor importancia relativa en las fracciones adulta y juvenil de la merluza de cola estuvo representada por eufáusidos, específicamente ***Euphausia mucronata*** (Euphausiacea). Los resultados muestran una leve deferencia en la composición de contenido gástrico de adultos y reclutas, presentando la composición de estos últimos una mayor variedad y cantidad de especies de crustáceos, a diferencia de los adultos en los que el consumo de peces aumenta. En el punto de muestreo más austral (Crucero B/F "Saint John"), se evidencia la mayor diferencia en la composición del contenido gástrico entre adultos y reclutas.



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETIVO GENERAL	9
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	11
4.1 Objetivo: Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) del stock recluta de merluza de cola que se incorpora en el período de máximo reclutamiento a la pesquería	11
4.1.1 Área y período de estudio.....	11
4.1.2 Embarcaciones	11
4.1.3 Biomasa (en peso) y abundancia (en número) del stock de merluza de cola en la zona de estudio.....	12
4.2 Objetivo: Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual...	23
4.2.1 Determinación de la estructura de tallas y proporción sexual.....	24
4.3 Objetivo: Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas predominantes en estas áreas durante el crucero de evaluación.....	27
4.3.1 Distribución espacial del stock de merluza de cola.....	27
4.3.2 Distribución batimétrica de merluza de cola	30



4.3.3	Área de reclutamiento.....	31
4.3.4	Condiciones oceanográficas y meteorológicas.....	32
4.4	Objetivo: Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de la fracción recluta merluza de cola en el área de estudio	36
4.5	Objetivo: Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola.....	38
5	RESULTADOS.....	41
5.1	Objetivo: Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) del stock recluta de merluza de cola que se incorpora en el período de máximo reclutamiento a la pesquería	41
5.1.1	Calibración del sistema de ecointegración.....	41
5.1.2	Estimación de la biomasa y la abundancia de la merluza de cola	41
5.1.3	Composición etaria del stock	42
5.2	Objetivo: Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual... ..	43
5.2.1	Distribución de tallas y proporción sexual de merluza de cola.....	43
5.2.2	Variación espacial: latitudinal y profundidad	43
5.2.3	Estructura de talla del estudio y la captura comercial en la misma zona	46
5.2.4	Relación longitud-peso	46
5.2.5	Proporción por sexo.....	46
5.3	Objetivo: Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas predominantes en estas áreas durante el crucero de evaluación.....	47
5.3.1	Meteorología.....	47
5.3.2	Condiciones oceanográficas.....	47
5.3.3	Distribución espacial de la merluza de cola y su relación con la temperatura y clorofila “a” superficial recolectadas por satélite	56
5.3.4	Distribución espacial y batimétrica de la merluza de cola.....	61
5.4	Objetivo: Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de la fracción recluta merluza de cola en el área de estudio	63
5.5	Objetivo: Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de cola.	66
5.5.1	Descriptorios morfológicos	66
5.5.2	Descriptorios batimétricos	68



6	DISCUSIÓN.....	71
7	CONCLUSIONES.....	83
8	BIBLIOGRAFÍA.....	87

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS

ANEXO 1 Personal Participante por Actividad (HH)

ANEXO 2 CD con archivos Informe Final (PDF) y Base de Datos



..... INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Desembarques de merluza de cola, período 1979 – 2001.
- Figura 2. Distribución trimestral de las capturas de merluza de cola, zona centro sur.
- Figura 3. Distribución espacial de las capturas de merluza de cola realizadas por la flota arrastrera en los meses de noviembre y diciembre 2000.
- Figura 4. Localización geográfica de las transectas acústicas y lances de pesca, noviembre del 2001.
- Figura 5. Localización geográfica de las estaciones y las transectas, noviembre del 2001.
- Figura 6. Descriptores a utilizar para caracterizar las agregaciones.
- Figura 7. Distribución espacial de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), noviembre del 2001.
- Figura 8. Distribución de biomasa (t) y abundancia (millones de ejemplares) de merluza de cola por barcos y total. Noviembre de 2001.
- Figura 9. Composición de la abundancia (línea) y porcentaje (barras) por grupos de edad de merluza de cola machos en las evaluaciones directas realizadas en 1999 y 2001. Los números 95; 97y 98 señalan al año de la clase anual.



- Figura 10. Composición de la abundancia (línea) y porcentaje (barras) por grupos de edad de merluza de cola hembras en las evaluaciones directas realizadas en 1999 y 2001. Los números 95; 97y 98 señalan al año de la clase anual.
- Figura 11. Distribución de talla de merluza de cola por sexo, total y acumulada por sexo.
- Figura 12. Distribución de la talla de la merluza de cola por buque.
- Figura 13. Distribución acumulada de la talla de merluza de cola por buque.
- Figura 14. Distribución de la talla de merluza de cola por buque y por rango de latitud.
- Figura 15. Distribución de la talla de merluza de cola por buque y profundidad promedio.
- Figura 16. Distribución de la talla de merluza de cola del lance 1 y lance 5 de los buques Fríosur VIII y Líder, respectivamente.
- Figura 17. Distribución de la talla de merluza de cola de la captura comercial de octubre y noviembre del 2001 y la estructura de talla proveniente del área total y del buque Líder en el área de estudio.
- Figura 18. Distribución superficial de: (a) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad ($\sigma\text{-t}$). Crucero Merluza de cola 0111.



- Figura 19. Distribución en el nivel de 200 m de profundidad de: (a) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad ($\sigma\text{-t}$). Crucero Merluza de cola 0111.
- Figura 20. Distribución en el nivel de 400 m de profundidad de: (a) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad ($\sigma\text{-t}$). Crucero Merluza de cola 0111.
- Figura 21. Variación en la vertical de: (a) espesor de la capa de mezcla (m), (b) espesor de la termoclina (m) y (c) Profundidad de inicio de la termoclina (m). Crucero merluza de cola 0111.
- Figura 22. Distribución en el nivel base de la termoclina de: (a) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad ($\sigma\text{-t}$). Crucero Merluza de cola 0111.
- Figura 23. Distribución en el nivel de inicio de la termoclina de: (a) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad ($\sigma\text{-t}$). Crucero Merluza de cola 0111.
- Figura 24. (a) Gradiente promedio de la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$), (b) gradiente máximo de la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$), y (c) profundidad del máximo gradiente de la termoclina (m). Crucero Merluza de cola 0111.
- Figura 25. Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en las transectas 1 a 5. Crucero Merluza de cola 0111.
- Figura 26. Distribución vertical de salinidad (psu) en las transectas 1 a 5. Crucero Merluza de cola 0111.



- Figura 27. Distribución vertical de densidad (Kg/m³) en las transectas 1 a 5. Crucero Merluza de cola 0111.
- Figura 28. Diagramas t-s de las estaciones por transecta. Crucero Merluza de cola 0111.
- Figura 29. Distribución de los principales focos de merluza de cola respecto a la temperatura (°C) y de la clorofila “a” (mg/m³).
- Figura 30. Ejemplos diarios de la distribución espacial y diaria de la TSM registrada por satélites NOAA y de la repartición de la merluza de cola.
- Figura 31. Número de celdas de la merluza de cola respecto de la TSM registrada por satélites.
- Figura 32. Ejemplos diarios de la distribución espacial y diaria de la clorofila registrada por satélites Seawifs y de la repartición de la merluza de cola.
- Figura 33. Número de celdas de la merluza de cola respecto de la clorofila “a” registrada por satélites.
- Figura 34. Distribución espacial de merluza de cola (a) y distribución de las zonas reclutas y adultos (b) , noviembre del 2001.
- Figura 35. Variograma



- Figura 36. Distribución batimétrica del número de las agregaciones de merluza de cola.
- Figura 37. Distribución de la densidad acústica (NASC) de merluza de cola.
- Figura 38. Distribución batimétrica acumulada del número de observaciones de merluza de cola y de las densidades acústicas (NASC) ponderadas por el número de observaciones.
- Figura 39. Diferencia absoluta entre la frecuencia del número de observaciones de merluza de cola y la frecuencia de las densidades acústicas.
- Figura 40a. Distribución de los lances de pesca con merluza de cola con factor de profundidad $< 0,6$.
- Figura 40b. Distribución de los lances de pesca con merluza de cola con factor de profundidad $> 0,6$.
- Figura 41. Distribución de estómagos llenos y vacíos en cada barco.
- Figura 42. Distribución de tipos de individuos por barco. Noviembre del 2001.
- Figura 43. Distribución de frecuencia de los descriptores: a) largo agregaciones y b) área de las agregaciones.
- Figura 44. Distribución de frecuencia de los descriptores: a) altura de agregaciones (m) y b) perímetro de agregaciones.



- Figura 45. Distribución de frecuencia de los descriptores: a) elongación y b) dimensión fractal.
- Figura 46. Distribución de frecuencia de los descriptores: a) profundidad de agregaciones y b) índice de altura.
- Figura 47. Distribución espacial de las capturas de merluza de cola realizados por la flota cerquera y la flota arrastrera en noviembre del 2001.



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Listado de embarcaciones que operaron y sus características geométricas
- Tabla 2. Número de otolitos a de merluza de cola colectados durante el crucero.
- Tabla 3. Calibración de los sistemas de eointegración.
- Tabla 4. Biomasa (en toneladas) y coeficiente de variación estimada por área.
- Tabla 5. Biomasa y abundancia separada por sexo.
- Tabla 6. Distribución de la biomasa (t) y abundancia (millones de ejemplares) de merluza de cola por barcos y total. Noviembre del 2001.
- Tabla 7. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, machos.
- Tabla 8. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, hembras.
- Tabla 9. Número de individuos por grupo de edad, desviación estándar en la abundancia por grupos de edad.
- Tabla 10. Captura (en kg) por lances de pesca.
- Tabla 11. Número de ejemplares de merluza de cola muestreados por lances.



- Tabla 12. Resumen de estadísticos de la estructura de talla de merluza de cola por sexo, buque y total. Crucero noviembre del 2001.
- Tabla 13. Parámetros de la relación peso – longitud de merluza de cola, crucero de evaluación, noviembre del 2001.
- Tabla 14. Datos meteorológicos recolectados durante el crucero.
- Tabla 15. Frecuencia de la dirección e intensidad del viento reportada a bordo de las embarcaciones.
- Tabla 16. Índices de Cramer para la merluza de cola respecto de la temperatura y la clorofila.
- Tabla 17. Valores del método Numérico (%N), Gravimétrico (%P), Frecuencia de Ocurrencia (%F) e Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de **Macruronus magellanicus** (n = 275), B/F Frío Sur VIII.
- Tabla 18. Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de adultos y reclutas de **Macruronus magellanicus** (Frío Sur VIII).
- Tabla 19. Valores del método Numérico (%N), Gravimétrico (%P), Frecuencia de Ocurrencia (%F) e Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de **Macruronus magellanicus** (n = 350), PAM Líder.



- Tabla 20. Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de adultos y reclutas de ***Macruronus magellanicus*** (Líder).
- Tabla 21. Valores del método Numérico (%N), Gravimétrico (%P), Frecuencia de Ocurrencia (%F) e Índice de importancia Relativa (% IRI) de los ítems del contenido estomacal de ***Macruronus magellanicus*** (n = 96), PAM Líder.
- Tabla 22. Valores del método Numérico (%N), Gravimétrico (%P), Frecuencia de Ocurrencia (%F) e Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de ***Macruronus magellanicus*** (n = 98), PAM Don Julio.
- Tabla 23. Valores del método Numérico (%N), Gravimétrico (%P), Frecuencia de Ocurrencia (%F) e Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de ***Macruronus magellanicus*** (n = 45), B/F Saint John.
- Tabla 24. Valores del método Numérico (%N), Gravimétrico (%P), Frecuencia de Ocurrencia (%F) e Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de ***Macruronus magellanicus*** (n = 45), B/F Saint John.
- Tabla 25. Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de adultos y reclutas de ***Macruronus magellanicus*** (Saint John).



- Tabla 26. Valores del método Numérico (%N), Gravimétrico (%P), Frecuencia de Ocurrencia (%F) e Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de *Macruronus magellanicus* (n= 1226) de todos los barcos.
- Tabla 27. Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de adultos y reclutas de *Macruronus magellanicus*, de todos los cruceros.
- Tabla 28. Valores promedios, máximo y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de merluza de cola.



1. ANTECEDENTES

La merluza de cola (*Macruronus magellanicus* Lönnberg, 1907), es una especie euribática gadiforme que habita en aguas del océano Pacífico y Atlántico (Aguayo, 1974). En Chile esta especie se distribuye desde Coquimbo (30°S) al cabo de Hornos (57°S), con sus concentraciones principales al sur de la latitud 39°S (Lillo *et al.*, 1997).

En el Pacífico suroriental, su distribución ha sido descrita desde el Cabo de Hornos hasta la latitud 33°S (Avilés *et al.* 1979), sin embargo, también se ha reportado su captura asociada al talud continental de la zona de Coquimbo (29°16'S) y en el Bajo O'Higgins (32°30'S- 73°30'W), (Lillo y Paillamán, 1996; Lillo *et al.*, 1998a). Además, se debe incluir en su área de distribución la zona de canales y fiordos que se ubican entre las X y XII regiones, con una gran afinidad con las aguas subantárticas, posee una alta capacidad de adaptación a regímenes más amplios.

- **De la administración de la pesquería**

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



La administración de estas pesquerías se realiza mediante la aplicación de cuotas globales de captura las que se fijan considerando la captura total permisible (CTP), procedimiento que requiere el uso de información auxiliar para la calibración de la estimación de biomasa.

- **De la pesquería**

En la actualidad, la merluza de cola es objeto de dos pesquerías, una demersal asociada a la pesquería demersal sur-austral y otra pelágica, basada en la VIII región.

La pesquería demersal sur-austral, se inició en 1976 cuando bajo el Decreto Ley 500 (DL 500) se autorizó la operación de embarcaciones de pesca extranjeras. Esta pesquería de características multiespecíficas, se desarrolló al sur de la latitud 41°28,6'S y en ella la merluza de cola es capturada con sistemas de pesca de arrastre (fondo y mediagua), especialmente por la flota arrastrera fábrica, dejando en los últimos años de tener la característica de fauna acompañante, para transformarse en otro recurso objetivo de esta pesquería.

La unidad de pesquería circunscrita al área marítima comprendida entre el límite norte de la V Región y el límite sur de la X Región, se encuentra bajo el régimen de plena explotación (D.S. 683 de 20 diciembre, 2000. MINECOM).

La pesquería pelágica de merluza de cola centro-sur, tiene su principal centro de operaciones en la VIII región, aunque su actividad extractiva se desarrolla entre la VI a la X región (Serra *et al.* 1999). En esta pesquería, la captura es realizada mediante el sistema de pesca de cerco, incorporándose en los últimos años embarcaciones combinadas, que poseen los sistemas de pesca de arrastre y cerco, aunque durante



el último trienio también ha participado parte de la flota arrastrera que opera en la pesquería de la merluza común.

Los desembarques de merluza de cola fueron incipientes con anterioridad a 1980, pero a partir de ese año se comienza a notar el aporte proveniente de la pesquería demersal sur-austral con un valor cercano a las 20 mil toneladas anuales, cifra que según Young *et al.* (1998) podría estar subestimada, producto del descarte que se producía a bordo de los buques y que no era registrado.

Por otra parte, la pesquería pelágica muestra hasta 1985 niveles incipientes de desembarque (<10 mil t), pero a partir de 1986 se observa un rápido incremento elevándose a valores de 200 mil t en los años 1988-89 (**Figura 1**). A diferencia de lo observado en la pesquería demersal, donde los desembarques se han mantenido constantes durante los últimos 20 años, en la pesquería pelágica, se han registrado fuertes fluctuaciones interanuales, con niveles de desembarque que han variado entre 70 y 360 mil t (SERNAPESCA, 1999).

Estacionalmente, también es posible observar entre ambas pesquerías un desfase temporal de los períodos de máxima captura de merluza de cola. En la pesquería demersal sur austral, éstas se obtienen durante período de concentración reproductiva de este recurso que ocurre entre el segundo y tercer trimestre. Young *et al.* (1998), señalan que en el período 1993-1995 el área de captura se extiende entre las latitudes 43°S a 57°S, con la presencia de un foco permanente localizado en las cercanías de las islas Guafo y Guablín.

En cambio en la pesquería pelágica centro sur, existe una marcada estacionalidad en la captura de la merluza de cola, la cual se extiende desde el cuarto trimestre de un año y finaliza en el primer trimestre del año siguiente (**Figura 2**), aunque en los



últimos años existe un marcado predominio de las capturas obtenidas en el cuarto trimestre.

Para el año 2001 se establece una cuota global anual de captura entre la V a X Regiones de 146.000 toneladas de las cuales 2.500 t se reservan para fines de investigación y 7.500 t para fauna acompañante. La cuota de captura remanente se secciona en dos fracciones semestrales de 68.000 toneladas cada una. La flota industrial de arrastre capturó alrededor de 3.500 toneladas, lo que constituye aproximadamente el 50% de la fracción de la cuota asignada como fauna acompañante. Según Tascheri *et al* (2002) la captura realizada mediante el arrastre es descontada de la fracción de la cuota global reservada como fauna acompañante, dado que la mayoría de los viajes de pesca de la flota arrastrera con capturas de merluza de cola corresponden a viajes con más de una especie objetivo y normalmente se desembarca con merluza común.

En lo que respecta a las evaluaciones del recurso, se pueden señalar las estimaciones mediante métodos indirectos realizadas por Arancibia *et al.* (1994), quienes reportan niveles de biomasa para los grupos de edades 3+ que aumentaron de 200 mil t a 300 mil t entre los años 1989/90 - 1991/92 y a 589 mil t en 1992/93. Por otra parte, Payá *et al.* (1998) estimó para el año 1997 una biomasa de 832 mil t, de las cuales el 34% eran aportadas por ejemplares inmaduros de las edades 2 y 3.

Las evaluaciones directas de merluza de cola, se remontan a inicios de la década del 70, cuando el IFOP realizó una pesca exploratoria en el área de Corral al Cabo de Hornos, estimando una biomasa agregada de 258 mil toneladas (Bahamonde, 1977), posteriormente Payá *et al.* (1993), estimaron una biomasa de 591 mil toneladas para la zona exterior limitada por Punta Puga (41°30'S) y el Golfo de Penas, mientras que Mora *et al.* (1996) estimaron una biomasa de 80 mil toneladas para la zona interior de la XI Región.



En prospecciones realizadas en la zona sur austral, Lillo *et al.* (1997), estimaron para el área de la plataforma continental ubicada entre las latitudes 40°-47°S, una biomasa de 264 mil t para los meses junio-julio con un fuerte predominio de ejemplares juveniles (<55cm), que representaron el 91% de la abundancia (Nº) y el 66% de la biomasa (peso), sin embargo, para los meses de agosto-septiembre estimaron una biomasa de 223 mil t, pero con una clara diferencia en la composición de tallas del stock en comparación a junio-julio, reflejado en una drástica caída en el aporte de la fracción juvenil, del orden del 67% en la abundancia (Nº) y un 31% en términos de la biomasa (peso). Este cambio en la estructura del stock, fue considerado como un efecto del desplazamiento de carácter reproductivo de la fracción adulta del stock hacia el área de las islas Guafo y Guambllín, como también a un desplazamiento de la fracción juvenil posiblemente hacia el área de la pesquería centro-sur.

- **Del diseño de la prospección**

Los términos básicos de referencia del proyecto, señalan que “se deberá realizar un crucero de evaluación hidroacústica de la biomasa de recluta de la merluza de cola en el área de estudio”, que se deberá “determinar los límites del área a ser muestreada en función de la distribución espacial y batimétrica de la merluza de cola durante el mayor período de concentración de reclutas”

Teniendo en consideración los resultados obtenidos en el proyecto FIP 99-06 evaluación hidroacústica de la merluza de cola en la zona centro-sur (Lillo *et al.*, 2000), se propuso emplear un diseño similar al utilizado en el estudio antes nombrado, este permitió obtener estimaciones de biomasa con un coeficiente de variación de entre un 21 y 28%.



- **Del período del crucero de prospección**

La distribución de frecuencia de tallas mensual de la primavera del año 2000 (Fig.3), muestra que en el mes de noviembre se presenta el pick de reclutamiento de la merluza de cola (Barría *et al.*, 2001; Aranís *et al.*, 2001).

Con los antecedentes que se cuenta a la fecha se puede señalar que:

- a) El período más adecuado para realizar el crucero de evaluación hidroacústica y la prospección es durante el mes de noviembre.
- b) El área de estudio, debiera concentrarse principalmente entre la latitud 35°S a 39°S desde la costa hasta las 100 mn al oeste.

- **De la distribución batimétrica**

En el análisis de los datos generados de los lances de pesca, es posible observar una variación en las estructuras de tallas de merluza de cola en relación con la localización de las agregaciones en la columna de agua. En la evaluación hidroacústica realizada en 1999 en la zona centro-sur en primavera (FIP 99-06) (Lillo *et al.*, 2000) la distribución batimétrica de un gran porcentaje (70%) de merluza de cola se registró a profundidades menores a 150 metros, con una disminución progresiva de agregaciones a profundidades mayores.

La alta presencia de agregaciones en profundidades menores a 150 m, Lillo *et al.* (2000) se estimó asociada con la estructura del stock evaluado, el que estuvo compuesto mayoritariamente por ejemplares juveniles los que presentan un comportamiento de carácter pelágico, a diferencia de los adultos que presentan hábitos más demersales.



- **Composición de los principales ítems alimentarios de la merluza de cola**

Existen escasos estudios sobre la alimentación de la merluza de cola y la mayoría de ellos se han realizado en la zona sur austral de Chile, como es el estudio efectuado por Bahamonde (1953), en el seno de Reloncaví, en el cual se determinó que *M. magellanicus* se alimentaba básicamente de Calianásidos. En cambio, al sur de los 40° S, Avilés *et al.*, (1979) indicaron que *M. magellanicus* predaba principalmente sobre eufáusidos y secundariamente sobre camarones y peces. Mientras que en la investigación efectuada por Lillo *et al.*, 2002, sobre la alimentación de la merluza de cola, se determinó que la dieta de esta especie estaba constituida fundamentalmente por salpas.

Estudios de alimentación de la merluza de cola realizados en mares argentinos, como el de Cousseau y Perrota (2000), determinaron que la dieta de *M. magellanicus* estaba compuesta por crustáceos, principalmente eufáusidos y peces de pequeña talla.



..... INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock recluta de merluza de cola entre la V y X Regiones, a través del método hidroacústico, y caracterizar el proceso de reclutamiento de esta especie en el área de estudio.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.1** Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) del stock recluta de merluza de cola que se incorpora en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.
- 3.2** Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock recluta de merluza de cola en el área de estudio.
- 3.3** Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas predominantes en estas áreas durante el crucero de evaluación.
- 3.4** Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de la fracción recluta de merluza de cola en el área de estudio.
- 3.5** Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de cola en el área de estudio.



..... INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Objetivo: Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) del stock recluta de merluza de cola que se incorpora en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.

4.1.1 Área y período de estudio

El crucero se efectuó en el período comprendido entre el 7 y 16 de noviembre del 2001, en el área de estudio comprendida latitudinalmente entre las latitudes 35°00'S y 40°04'S (**Figura 4**).

4.1.2 Embarcaciones

Para efectuar este estudio el Instituto de Fomento Pesquero, efectuó un llamado a participar a los armadores de buques arrastreros que operan con red de mediagua en la captura de merluza de cola, que además tuvieran a bordo un Sistema de ecosonda marca Simrad modelo ES 500, ES 60 o EK 60 de 38 Khz, y la disponibilidad de embarcar personal científico (4 a 6 personas) y espacio para habilitar el espacio de muestreo a bordo.

Las embarcaciones que participaron en la prospección fueron los pesqueros de altamar: “B/F Frío Sur VIII”, “PAM Líder”, “PAM Don Julio” y “B/F Saint John”, cuyas principales características se entregan en la **Tabla 1**.

Las naves “B/F Frío Sur VIII”, “PAM Líder” y “B/F Saint John” operaron con ecosondas marca Simrad modelo EK60, mientras que el “PAM Don Julio” empleó un ecosonda modelo ES500 al cual le fue conectado un ecointegrador



marca Simrad modelo EK500, configurándose un sistema de ecointegración estándar.

4.1.3 Biomasa (en peso) y abundancia (en número) del stock de merluza de cola en la zona de estudio

.4.1.3.1 Diseño de muestreo acústico

En el área de estudio se realizaron 20 transectas de muestreo acústico con una distancia entre ellas de 16 millas náuticas y una extensión longitudinal que abarcó desde el límite de la zona de exclusión artesanal hasta las 100 millas náuticas de la costa (**Figura 4**).

El diseño de muestreo sistemático aplicado con transectas de muestreo equidistantes y perpendiculares al sentido general de la costa, supone aleatoriedad en la distribución de los recursos con respecto a la posición de las transectas, y permite disminuir la varianza del estimador cuando los datos presentan un gradiente de densidad en el sentido de las transectas, como también, obtener información adecuada sobre la distribución espacial de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992).

4.1.3.2 Calibración del sistema de ecointegración

El sistema de ecointegración Simrad EK 500 fue calibrado de acuerdo al procedimiento establecido por su fabricante (Simrad, 1991), que consiste en medir las diferencias en las señales de intensidad de blanco (TS) y de ecointegración (NASC) provenientes de un blanco estándar (esfera de cobre de 60 mm de diámetro) de fuerza de blanco conocida.



El proceso de medición de la fuerza de blanco (TS) y el ajuste de la ganancia total del sistema (etapas de transmisión, transductor, recepción y procesamiento de señales) se realiza mediante la expresión:

$$G_1 = G_0 + \frac{TS_m - TS_b}{2}$$

donde G_1 y G_0 representan las ganancias ajustada y por ajustar del sistema y TS_m y TS_b , corresponden a las intensidades medidas y teóricas del blanco de referencia.

Del mismo modo, el ajuste de la ganancia total de ecointegración (NASC) se efectúa mediante el siguiente procedimiento iterativo:

$$G_1 = G_0 + \frac{10 * \log\left(\frac{Sa_m}{Sa_t}\right)}{2}$$

donde $NASC_m$ y $NASC_t$, representan las unidades de ecointegración medidas y teóricas del blanco estándar, siendo:

$$NASC_t = \frac{4 * \pi * \Phi_{bs} * 1852^2}{\psi * r^2}$$

donde:

- Φ_{bs} = sección dispersante de la esfera
- r = profundidad de la esfera (m)
- r_0 = profundidad de referencia (m)
- ψ = ángulo equivalente del haz acústico
- $NASC_t$ = NASC teóricos del blanco estándar
- $NASC_m$ = NASC medidos del blanco estándar



Los valores de $NASC_m$ se obtuvieron directamente de la integración de la capa entorno de la esfera.

Por otro lado, la calibración de los ecosondas Simrad EK60 fueron calibrado de acuerdo al procedimiento establecido por su fabricante (Simrad, 2000), que consiste en medir las diferencias en las señales de intensidad de blanco (TS) provenientes de un blanco estándar (esfera de cobre de 60 mm de diámetro) de fuerza de blanco conocida.

Las mediciones de TS se obtuvieron con el programa utilitario de “Calibración” (versión 1.0.0.3, año 2000), el cual forma parte del sistema EK60. Luego de capturar y procesar los datos de TS, el programa actualiza los parámetros del equipo a los nuevos valores logrados.

4.1.3.3 Estimación del factor de conversión de ecointegración

El factor de conversión de ecointegración \hat{C}_b se estimó mediante la ecuación propuesta por Bodholt (1991):

$$\hat{C}_b = \frac{NASC * \bar{w} * 10^3}{4 \pi * 10^{10} \frac{TS}{}}$$

donde:

\hat{C}_b = factor de conversión de ecointegración ($t \times mn^{-2} \times NASC^{-1}$ ref. NASC)

\bar{w} = peso promedio de la merluza de cola (kg)

TS = fuerza de blanco promedio de la merluza de cola (db)

NASC = unidades de ecointegración.



Debido a la distribución agregada del recurso, las mediciones de fuerza de blanco no se efectuaron sobre blancos (peces individuales) esto hizo que no fuera posible efectuar estimaciones de la misma, lo que implica una probabilidad cierta de obtener resultados erróneos.

4.1.3.4 Estimación de la biomasa (en peso).

La biomasa (\hat{B}) se estimó como:

$$\hat{B} = A * \hat{Z}_v^*$$

donde A representa el área de estudio y \hat{Z}_v^* estimador de la densidad media ponderada.

Por su parte la varianza de la biomasa se estimó como:

$$\hat{V}(\hat{B}) = A^2 * \left[(\hat{V}(\hat{Z}_v^*) * \hat{C}_b^2) + (\hat{Z}_v^{*2} * \hat{V}(\hat{C}_b)) - (\hat{V}(\hat{C}_b) * \hat{V}(\hat{Z}_v^*)) \right]$$

La varianza proveniente de la distribución espacial del recurso ($\hat{V}(\hat{Z}_v^*)$), se estimó mediante el método propuesto por Petitgas (1991), el cual asumiendo estacionalidad de segundo orden, considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución del recurso, estimando su densidad (Z_v) en dicha área (V) (estimación global) mediante la expresión:

$$\hat{Z}_v^* = \hat{C}_b * \frac{1}{V} \int Z(x_i) dx$$

donde Z_v^* es un estimador de la densidad media ponderada de las muestras, y que cuando provienen de una grilla regular y poseen igual área de influencia, como el utilizado en este estudio, el estimador de Z_v se puede estimar como la media aritmética de los datos de NASC (Z_x) por intervalo básico de muestreo. Los datos de NASC se midieron a mediante el programa Echoview, versión 2.20 tanto



para el econtenedor EK500 como para los econtenedores EK60. Además, para el Simrad EK500 los datos NASC se obtienen de la econtegración por capas.

Así, la biomasa total (\hat{B}) se estimó como el producto entre la densidad media global y el área de distribución de la merluza de cola como:

$$\hat{B}_i^* = A^* \frac{1}{m} \sum_1^m Z^*(x_j)$$

La estimación de la varianza, se efectuó mediante el método propuesto por Petitgas (1991), quien aplica los principios de variables regionalizadas ó geoestadísticas, a la estimación de varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

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

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

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

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

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

siendo V el área de distribución del recurso en el área de estudio, α y β los índices de los intervalos básicos de muestreo y n el número de muestras en V.



La varianza σ_e^2 , también llamada varianza de extensión, 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).

Para la obtención de los estimadores geoestadísticos, se utilizaron los siguientes softwares GEOEAS (Englund y Spark, 1988), EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).

4.1.3.5 Estimación de la fuerza de blanco (TS)

Para estimar la fuerza de blanco (TS) requerida para calcular el factor de conversión de ecointegración (\hat{C}_b) se tomaron mediciones “*in situ*” de los peces en su estado natural, es decir, no son afectados por agentes externos, salvo el ruido provocado por la hélice del buque que, disminuye drásticamente a medida que aumenta la profundidad (Ona, 1990). Sin embargo, en este crucero, la posibilidad de detectar como blancos resueltos o individuales de merluza de cola fue escasa, entonces para estimar la fuerza de blanco se utiliza las relaciones descritas por Doi y Surti (1993) para hoki (*Macruronus novaezelandiae*) y utilizada en evaluaciones anteriores efectuadas de este recurso (Lillo *et al.* 1994, 1997, 2001):

$$\text{Merluza de cola} \quad TS = 20 * \log(L) - 72,7 \quad (\text{dB})$$



4.1.3.6 Identificación de ecotrazos de merluza de cola

La identificación de los ecotrazos correspondientes a la merluza de cola, se realizó mediante la inspección de los ecogramas, conjuntamente con los datos provenientes de los lances de pesca de identificación. La información acústica fue registrada y procesada con el software Echoview versión 2.20.53.

La asignación de las unidades de eointegración, se realizó mediante el método propuesto por Bodholt (1991), que plantea que la contribución de una especie "i" a la integración (E_m) es proporcional a su aporte a la captura (w_i) y su coeficiente de dispersión acústico (σ):

$$E_i = \frac{w_i * \sigma * E_m}{\sum (w_i * \sigma_i)}$$

4.1.3.7 Lances de pesca de identificación y tratamiento de la captura a bordo

Las cuatro naves poseían sistema de pesca de arrastre de mediagua. Con el objeto de disminuir la selectividad de la red, el copo fue forrado interiormente con un paño de 50 mm de tamaño de malla.

La captura de los lances fue tratada a bordo de la siguiente forma:

- Depositar la captura en la cubierta o parque de pesca y separar los individuos de merluza de cola de la fauna acompañante.
- Encajonar, registrar y devolver al mar el resto de la captura de merluza de cola.



- Obtener muestreas al azar para realizar los muestreos de longitud, peso, sexo y recolección de otolitos.
- Extraer muestras de las capturas correspondientes a la fauna de acompañamiento.
- La captura en peso (y número de individuos) de cada especie por lance, se obtiene del cuociente entre el peso (y número de individuos) en las submuestras y la captura.

En los lances en que la captura fue escasa se efectuó un censo.

4.1.3.8 Abundancia (número) por edad y sexo

4.1.3.8.1 Estimación de la de la abundancia por intervalo de longitud.

El procedimiento utilizado, corresponde al que habitualmente se emplea en las evaluaciones indirectas que se realizan mediante el método de análisis secuencial de poblaciones (ASP) (Payá, 1997) y al empleado en las evaluaciones directas (Lillo *et al.*, 1994; Payá *et al.*, 1995, Lillo *et al.*, 1997 y Lillo *et al.*, 2001).

Se estima el peso total de la muestra en base a la adición de los pesos de los estratos de cada intervalo de longitud obtenidos mediante:

$$W_j = f_j a L_j^b$$

donde:

- W_j : peso del intervalo de la clase “j” en la muestra
- f_j : número de individuos de la muestra perteneciente al intervalo “j”
- L_j : marca de clase del intervalo “j”
- a y b : coeficiente de la relación peso - longitud.



Con lo anterior se posibilita la segunda etapa que es el cálculo de la abundancia total en número del período considerado, la cual se obtiene empleando:

$$N_t = \left(\sum_j^n f_j / \sum_j^n W_j \right) B$$

donde:

N_t : Número total de individuos presente en la zona.

B : Biomasa (t) presente en la zona estimada por el método de hidroacústica.

El número total de individuos presentes en la zona por intervalo de longitud se estima como:

$$N_j = \left(f_j / \sum_j^n f_j \right) N_t$$

4.1.3.8.2 Descomposición del número total de individuos por edad.

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud (N_j), son asignados a las diferentes edades según una clave talla - edad. Esta clave, indica las probabilidades de que un individuo de una determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades. La clave talla - edad fue construida a partir de las lecturas de edad de los otolitos recolectados en el crucero.

El número de individuos perteneciente a cada GE según intervalo de talla es:

$$N_{ij} = p_{ij} N_j$$

$$N_i = \sum N_{ij}$$



donde:

- N_j : número estimado de individuos a la longitud "j"
- N_{ij} : número estimado de longitud "j" que pertenecen a la edad "i"
- N_i : número estimado de individuos a la edad "i".

Haciendo referencia de N_i con respecto a N_t , se obtiene la proporción con que participa cada GE en la captura.

El planteamiento metodológico señalado anteriormente, permite obtener matrices completas las que presentan explícitamente toda la estructura interna de la captura en número de individuos por clase de longitud y para cada grupo de edad, lo cual es de importancia para cálculos tales como las longitudes medias ponderadas para cada GE.

Considerando la proporción (P_i) con que participa cada GE :

$$P_i = \sum_{j=1}^L l_j q_{ij}$$

puede estimarse su varianza (Southward, 1976) mediante:

$$\hat{V}(P_i) = \sum_{j=i}^L \left(\frac{l_j^2 q_{ij} (1 - q_{ij})}{n_j - 1} + \frac{l_j (q_{ij} - P_i)^2}{N} \right)$$

donde:

- l_j : Proporción de peces que pertenecen al estrato de longitud j
- N : Tamaño de la muestra de longitudes
- n_j : Tamaño de la submuestra de edad en el estrato de longitud j
- q_{ij} : Proporción de n_j peces clasificados en el grupo de edad i
- L : Número de estratos de longitud.



El primer término de la expresión entre paréntesis corresponde a la varianza dentro de los estratos de longitud y el segundo a la varianza entre los estratos de longitud.

Estas últimas expresiones permiten calcular, además de la proporción con que participa cada GE, la varianza con que contribuye cada uno de los grupos.

4.1.3.8.3 Descomposición de la abundancia por grupo de edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud (N_i), fueron asignados a las diferentes edades según una clave talla-edad diferenciada por sexo. Las claves edad talla (CET) para el crucero se procesaron por intervalos de clase de 2 cm, para 13 grupos de edad y se aplican a la abundancia (N°) por clase de talla.

La clave estimada, indica las probabilidades de que un individuo de una determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades.

$$nL_{(x)} = PL_{(x)} * NL$$

$$N_{(x)} = \sum PL_{(x)} * NL$$

donde:

- x : Grupo de edad
- L : Longitud total del pez
- $N(x)$: N° de individuos a la edad x
- NL : N° de individuos a la longitud L
- $PL(x)$: Probabilidad de la edad x de individuos de longitud L.
- $nL(x)$: N° de individuos de longitud L correspondientes a una edad determinada x.



Este cálculo se realizó separadamente para machos y hembras, debido a sus diferencias en crecimiento (Aguayo y Gili, 1984), calculándose para cada sexo la relación longitud-peso correspondiente y corrigiéndose los pesos promedios con el procedimiento de Piennar y Ricker (1968), que incorpora la variabilidad existente en torno a cada longitud promedio (**Tabla 3**).

4.2 Objetivo: Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual

La información de talla, edad y proporción sexual de merluza de cola requerida para el cumplimiento del objetivo, se generó a partir de los muestreos de longitud y biológico realizados sobre la captura de dichas especies provenientes de los lances de pesca de identificación de ecotrazos (párrafo 4.1.3.7). Estos muestreos consistieron, según la magnitud de las capturas de los lances de pesca, en un censo (en el caso de una captura escasa) o un muestreo al azar de los ejemplares capturados en el caso del muestreo de longitud; y en el caso del muestreo biológico, dirigido a la extracción de otolitos y recolección de estómagos.

La actividad de muestreo realizada a bordo consistió básicamente en registrar en formularios *ad hoc* los datos del lance de pesca, como: fecha y número del lance, más la información de los muestreos de longitud (longitud total, sexo y frecuencia) y la información de los muestreos biológicos. En este último muestreo, los datos a registrar fueron talla y sexo, extracción e identificación de otolitos en sobres; extracción, etiquetados, fijación y almacenamiento de los estómagos en bidones plásticos en una solución formaldehído al 10% en agua de mar. Por otro lado, la información de los muestreos identificada por el número del lance permitió georreferenciar la información cruzándola con los datos de la bitácora de pesca.



4.2.1 Determinación de la estructura de tallas y proporción sexual.

Para la estimación de la estructura de talla de merluza de cola, se utilizó un diseño de muestreo bi-etápico, donde la unidad de muestreo primario corresponde al lance de pesca y la unidad de segunda etapa a una submuestra (azar) de ejemplares de la captura del lance, pasando a constituirse en la unidad de análisis.

Para la estimación de la composición de longitud por área de estudio se empleó una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca, utilizando como factor de ponderación los valores de captura en peso correspondientes a cada uno de los lances.

4.2.1.1 Estimación de la composición de la talla

a) **Estimador de la composición en talla por área de estudio** \hat{P}_{pk}

$$\hat{P}_{pk} = \sum_{j=1}^J \frac{C_j}{C} \hat{P}_{jk}$$

b) **Estimador de la varianza de** \hat{P}_{pk}

$$\hat{V} \left[\hat{P}_{pk} \right] = \sum_{j=1}^j \left[\frac{C_j}{C} \right]^2 \hat{V} \left[\hat{P}_{jk} \right]$$

c) **Estimador del coeficiente de variación de** \hat{P}_{pk}

$$\hat{CV} \left[\hat{P}_{pk} \right] = \frac{\sqrt{\hat{V} \left[\hat{P}_{pk} \right]}}{\hat{P}_{pk}}$$

$$C = \sum_{j=1}^j C_j \quad ; \quad \hat{P}_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_{jk}} \quad ;y \quad \hat{V} \left[\hat{P}_{jk} \right] = \frac{1}{n_j} \hat{P}_{jk} \left[1 - \hat{P}_{jk} \right]$$



donde:

- j : lance $j = 1, 2, 3, \dots, j$
- k : clase de talla $k = 1, 2, 3, \dots, k$
- C_j : Captura del número de individuos del lance j
- n_j : muestra de longitud (ejemplares) en el lance j
- n_{jk} : ejemplares de longitud k en la muestra del lance j

El análisis de los resultados de la composición de talla de merluza de cola se efectuó por área total prospectada, por zonas geográficas (en sentido latitudinal), y por profundidad. Las distribuciones de tallas obtenidas fueron comparadas mediante pruebas estadísticas basada en la distribución Chi-cuadrado; como también el uso de distribuciones de tallas acumuladas.

Para efectos de análisis, se denominan ejemplares juveniles aquellos de talla menor a 55 cm, estimada como talla 50% de madurez de madurez sexual (Lilo *et al.*, 2002).

4.2.1.2 Estimación de la proporción sexual

El estimador de la proporción sexual está definido por:

$$\hat{P}_{hs} = \sum_{j=1}^j \frac{C_{hj}}{C_h} \hat{P}_{hjs}$$

siendo $\hat{P}_{hjs} = \frac{n_{hjs}}{n_{hj}}$

donde: n_{hsj} representa el número de ejemplares del sexo s en el lance j ($j = 1, 2, 3, \dots, j$) y área h ; n_j representa el número de ejemplares de ambos sexos en el lance j ; C_h representa la captura total en el área h ; h al área de pesca; y j al lance de pesca.

En el análisis de los resultados de la proporción sexual de merluza de cola se entrega por área total prospectada, y por zonas geográficas (en sentido latitudinal).



4.2.1.3 Claves edad - talla

La edad se estudió en los otolitos provenientes de los muestreos biológicos específicos que se llevaron a cabo dentro del plan de muestreo elaborado para el crucero de evaluación.

Las muestras colectadas a bordo de las embarcaciones pesqueras que operaron para este estudio sumaron un total de 1.245 pares de otolitos *sagitta*, cuyo desglose por embarcación y sexo se muestra en la **Tabla 2**.

Como parte del muestreo bietápico, el submuestreo para el estudio de edad se realizó en forma proporcional a la distribución de tallas observadas, analizando un total de 414 pares de otolitos para machos y 432 para hembras.

Las claves edad – talla para el crucero se procesaron por intervalos de clase de 2 cm, como es lo usual para esta especie en la serie histórica de estudio (Ojeda *et al.*, 1998; Ojeda *et al.*, 2001). Los individuos se clasificaron según su grupo de edad (GE) y se calculó la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos.

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



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

$$q_{ij} = n_{ij} / n_j$$

donde:

- i : grupo de edad
- j : longitud total del pez
- q_{ij} : probabilidad de los individuos de longitud "j" de pertenecer a un GE dado
- n_{ij} : número de individuos de edad "i" con longitud "j"
- n_j : número total de individuos de longitud j.

La estimación de la abundancia (número) se presenta en el párrafo 4.1.3.8.

4.3. Objetivo: Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas predominantes en estas áreas durante el crucero de evaluación

4.3.1 Distribución espacial del stock de merluza de cola

La distribución espacial de la merluza de cola en el área prospectada, se estimó a partir de la información de las densidades locales provenientes de la información acústica y de los lances de pesca de identificación. Se presenta como una carta de contornos, en donde éstos corresponden a curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo ver de manera clara las áreas de mayor concentración de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992).



En el mapeo de las densidades de la merluza de cola, se consideran aspectos relacionados con la técnica geoestadística, (uso de los semivariogramas) herramienta analítica que permite determinar la existencia de, estructuras espaciales tales como: tamaño, dirección y tipo de estructura (Anónimo, 1991, Pelletier y Parma, 1994, Maynou *et al.* 1998).

En geoestadística, el método intrínseco es una aplicación de la teoría de funciones aleatorias a la estimación local (mapeo) y a la estimación global (estimación de la abundancia). En este método, los datos son interpretados como una representación muestral de un proceso aleatorio dentro del área de estudio, a través de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales $(Z(x_i) - Z(x_{i+h}))^2$ como función de su distancia h , definida mediante la ecuación:

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

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

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

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

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



Modelo esférico:

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

Modelo exponencial:

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

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

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

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

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

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



cercanías de su origen y disminuir la ponderación de los puntos no representativos (Cressie, 1993; Pelletier and Parma, 1994; Maravelias *et al.*, 1996).

El mapeo de las densidades se realiza mediante el software Surfer 6 (Kleckner, 1996).

4.3.2 Distribución batimétrica de merluza de cola

Los lances de pesca fueron agrupados en dos niveles según un factor denominado profundidad, que relaciona la profundidad de operación de la red medida en la relinga con la profundidad del fondo. Con la distribución proveniente de los lances de pesca se calculó el factor denominado profundidad que relaciona la localización de la distribución de la especie en la columna de agua respecto de la profundidad, estimándose un “factor de profundidad $< 0,6$ ”, donde se reúnen todos los lances de pesca donde la red operó en el nivel correspondiente al 60% superior de la columna de agua; y otro “factor de profundidad $> 0,6$ ” se reúne a todos los lances de pesca efectuados más cercanos al fondo. Considerando los lances en cada grupo, se caracterizaron las áreas, se mapearon y se describe la estructura de tallas en cada uno.

Para estimar la probable existencia de distribución, grado de preferencia o rechazo de la merluza de cola por un rango batimétrico, se mide la profundidad de las distribución y se utiliza el método propuesto por D'Amours (1993). Para tal efecto se determina la distribución de frecuencia relativa acumulada de la variable profundidad independiente y luego ponderada por la distribución del recurso (NASC). La distribución de ambas curvas revela la preferencia o rechazo del recurso respecto a la variable profundidad. Si el recurso se distribuye en forma azarosa con relación a la profundidad, ambas curvas evolucionan de forma similar. De lo contrario, si el recurso se asocia o no (rechazo) a un rango de valores determinado de la variable, las curvas



evolucionan de manera diferente, incrementándose la curva ponderada a mayores o menores tasas dentro de un mismo rango de valores.

Para el cálculo de las distribuciones de frecuencia relativa acumulada de profundidad se utiliza:

$$f(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(x_i)$$

donde,

$$I(x_i) = \begin{cases} 1, & \text{si } x_i \leq t, \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

con n = número de intervalos básicos de muestreo y x_i = profundidad promedio de la distribución en el rango t en el intervalo básico de muestreo i ($i = 1, \dots, n$) con incrementos de 1 m. La función ponderada corresponde a:

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

siendo y_i = distribución del recurso en el intervalo básico de muestreo i dentro del rango t de la variable profundidad e \bar{y} = promedio de la distribución del recurso en todas las distribuciones. El test de Kolmogorov–Smirnov se emplea para comparar las distribuciones acumuladas de las frecuencias relativas.

4.3.3 Área de reclutamiento

El análisis espacial de la estructura de talla obtenida en los lances de pesca permitió conocer su distribución por tamaño de merluza de cola, a lo que se suma la información de los niveles de densidad, permitiendo definir como áreas de reclutamiento aquellas donde la proporción de reclutas constituía sobre el 50% de la captura.



4.3.4 Condiciones oceanográficas y meteorológicas

La información para describir las condiciones ambientales del área de estudio se obtuvieron por dos fuentes una *in situ* con el empleo de un sensor continuo de conductividad, temperatura y profundidad (CTD) en una embarcación pesquera y la otra a través de imágenes satelitales.

4.3.4.1 Información meteorológicas

Se registraron variables meteorológicas: dirección y rapidez del viento, temperatura del aire y presión atmosférica en cada una de las estaciones de muestreo. El criterio de selección de estas variables corresponde a las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

4.3.4.2 Muestreo oceanográfico

Considerando las dificultades que existen en los barcos pesqueros para operar los CTD, en el presente proyecto se obtuvo información *in situ* sólo en una embarcación. Esta se escogió considerando la infraestructura a bordo para operar un CTD, conciliando este requisito técnico con los resultados del sorteo que se debe efectuar para asignar las sub-zona de operación de las embarcaciones, conjuntamente con los provenientes del estudio del seguimiento de la pesquería, que registra información de áreas probables de presencia de reclutas de merluza de cola.

La embarcación designada fue el PAM Don Julio, que operó en la subzona 3 (entre las latitudes 37°30'S y 38°30'S), efectuándose en cada transecta 5 estaciones situadas a distancia de 10, 25, 50, 75 y 100 millas náuticas de la costa (**Figura 5**).

En cada una de las estaciones oceanográficas se realizaron perfiles verticales continuos, desde la superficie hasta un máximo de 600 m (dependiendo de la profundidad del fondo), registrándose las siguientes variables: temperatura (°C),



conductividad (psu) y densidad (expresada como sigma-t). Para esto se utilizó el CTD SEA BIRD.

La información correspondiente a los registros verticales continuos, colectada a través del CTD, fueron almacenadas en discos magnéticos de 3,5" y procesadas en equipos PC compatibles.

Se tomaron muestras de agua de mar para el análisis de salinidad utilizando un salinómetro de inducción, y de temperatura utilizando termómetros de inversión, para verificar el buen funcionamiento de los sensores de temperatura y conductividad del CTD.

El cálculo de la densidad del agua de mar se realizó a través de la Ecuación Internacional de Estado del Agua de Mar de 1980 (Millero & Poisson, 1981; UNESCO, 1981a, 1981b, 1981c).

Además, la identificación de las masas de agua presentes en el área de estudio se caracterizaron a través del análisis de diagramas T-S.

Además, con el objeto de realizar un análisis integrado de la información oceanográfica con los resultados entregados por el desarrollo de otros objetivos específicos, las variables a analizar en las asociaciones serán: (a) variables a nivel superficial (temperatura, salinidad y densidad) y (b) profundidad de la capa de mezcla y profundidad base de la termoclina.



4.3.4.3 Condiciones oceanográficas y su relación con la distribución de la merluza de cola

Se efectuó un análisis espacial de la distribución y abundancia de la merluza de cola a partir de la información generada en el crucero de prospección. La información sobre el recurso proviene de los datos de la eointegración expresada en densidad (NASC), además se utilizó información satelital de la temperatura superficial del mar (TSM) proveniente del radiómetro de alta resolución (AVHRR) a bordo de satélites NOAA y de clorofila, registradas por el sensor SEAWIFS del satélite SEASTAR.

Las imágenes satelitales fueron adquiridas por el sistema SIRS-HRPT de la Universidad Católica de Valparaíso, que posee una antena parabólica y fueron analizadas preliminarmente con un software de recepción satelital y procesadas por el software de tratamiento de imágenes PCI. Posteriormente las cartas satélites fueron transmitidas al Laboratorio SIG del IFOP, que seleccionó 8 imágenes satelitales de alta resolución de la temperatura superficial del mar y 4 de clorofila, registradas por el sensor SEAWIFS durante en el período del crucero.

4.3.4.3.1 Procesamiento de la información

En el laboratorio SIG del IFOP las cartas satélites, que son matrices de datos, fueron corregidas atmosféricamente, posteriormente remuestreadas y georreferenciadas para finalmente obtener los valores de TSM y clorofila. Cabe destacar que la disponibilidad de imágenes estuvo restringida por la nubosidad presente en la zona de estudio, ya que la forma de registro de los sensores (pasiva) no realiza mediciones a través de las nubes transformándose en el mayor problema en la recepción de la información satelital (Barbieri *et al.*, 1989; Maravelias y Reid, 1995).



Para realizar una descripción espacial y temporal de las variables acústicas y oceanográficas se configuraron cartografías de cada una de dichas variables.

La generación de imágenes implicó realizar previamente la georreferenciación de la costa y de la zona de estudio. Luego, con el propósito de relacionar y sobreponer diferentes imágenes, fue necesario que los mapas se encontraran en una idéntica escala espacial, de este modo las cartografías debían poseer una misma resolución y cobertura geográfica. Lo anterior implicó generar imágenes en rasters que tuvieran similar cantidad de filas y columnas, esto se realizó a través del módulo RESAMPLE del SIG.

Por último, para facilitar el análisis visual, las imágenes fueron reclasificadas en clases de valores, los cuales se asociaron a diferentes colores. Para ello se utilizaron dos módulos: **a)** módulo HISTOGRAM, que permitió conocer y analizar la distribución de frecuencia de los valores de las variables cartografiadas, y **b)** módulo RECLASS, que permitió reclasificar los valores de las celdas de una imagen.

4.3.4.3.2 Descripción de las relaciones entre la distribución de la merluza de cola y las variables oceanográficas

Para establecer las relaciones entre estas variables oceanográfica, se realizó un análisis entre la distribución de la merluza de cola y de las variables oceanográficas, para tal efecto se generaron los gráficos con la frecuencia (número de celdas) de la distribución de la especie con respecto a las variables temperatura y clorofila-a. Con esto se determinaron rangos óptimos de preferencia de la merluza de cola en relación dichos parámetros.



Finalmente, se confeccionaron ejemplos diarios de ubicación de la merluza de cola respecto de las variables oceanográficas y se calcularon los rangos en las cuales la especie se distribuyó en estos días.

Las imágenes satelitales se calibraron con la información "*in situ*". En las imágenes superficiales se identificaron estructuras oceanográficas características en el área de estudios visualizados en una dimensión horizontal como las áreas de surgencia. Se efectuó un análisis diacrónico de las imágenes. Asimismo se identificaron estructuras oceanográficas como zonas de gradientes.

Se estimó el índice de asociación de Cramer empleando la metodología empleada por Córdova *et al.*, 2001 y Córdova *et al.*, 2002. Asimismo, los datos se analizaron desde un punto de vista estadístico, efectuando un análisis multivariado.

4.4 Objetivo: Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de la fracción recluta merluza de cola en el área de estudio.

Se registraron los siguientes datos provenientes de los muestreos biológicos, como el estado del estómago (vacío, evaginado y con contenido) y su estado de repleción cuando tenían contenido.

Los estómagos de merluza de cola colectados a bordo fueron etiquetados y enviados a laboratorio donde se analizaron individualmente. A cada espécimen se le extrajo el estómago, los cuales fueron preservados en formaldehído al 10%, hasta el momento de su análisis. El nivel de resolución taxonómica de las presas dependió del grado de digestión que presentó el contenido estomacal. Se seleccionaron aquellas presas que estaban menos digeridas y cada ítem fue contabilizado y pesado en balanza de 0,01 g de precisión (g). Para la identificación



de las especies se utilizaron las claves taxonómicas de Wisner (1974) y Kawaguchi y Shimizu (1978), para los peces. En la identificación de los crustáceos y moluscos se utilizó las claves taxonómicas de Retamal (1994) y Boltovskoy (1999).

La importancia de cada ítem en la dieta fue determinada de acuerdo a los descriptores cuantitativos propuestos por Pinkas *et al.*, 1971. Estos son: el método numérico, en donde las presas o ítems encontrados en los contenidos estomacales son contados y expresados en forma porcentual respecto del total de presas (%N), el método gravimétrico, representado por el peso del ítem en gramos respecto del peso total de las presas encontradas en los contenidos estomacales, expresado en forma porcentual (%P), y la frecuencia de ocurrencia definida como el número de estómagos que el ítem aparece en el total de los estómagos con contenido estomacal expresados en porcentaje (%F). Se consideró además el índice de importancia relativa (IIR) (Pinkas *et al.* 1971), como lo indica la siguiente fórmula:

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

donde:

N: Porcentaje en número, recuento de cada ítem de presa encontrado en los estómagos de la especie predador analizada.

P: Peso de cada ítem de presa, expresado en forma porcentual respecto del peso total de todos los ítems de presa.

F: Frecuencia de aparición de cada ítem de presa expresado en forma porcentual.

El valor de IIR así obtenido fue expresado en forma porcentual con respecto a la suma de los valores del IIR de todos los ítems alimentarios.



En el análisis de los contenidos estomacales de merluza de cola se georrefenciaron y fueron agrupado por sub-zonas, por categoría reclutas y adultos, según los rangos espaciales o latitudinales obtenidos según la estructura del stock.

4.5 Objetivo: Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola

La caracterización de las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola, se efectúa mediante el uso de descriptores que se estiman a partir de observaciones acústicas verticales realizadas mediante el sistema de ecointegración (Scalabrin, 1997).

Una agregación se define como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño. El algoritmo debe encontrar muestras contiguas a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) y muestras contiguas desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponde 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 que se utilizan se pueden clasificar en dos tipos: los morfológicos que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones, y los batimétricos que definen su posición en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Freón *et al.* 1996).

Dentro de los descriptores morfológicos a estimar para las agregaciones se ubican: el área transversal, altura, extensión, elongación y perímetro, mientras que de tipo batimétrico se consideran la distancia al fondo, profundidad e índice de profundidad (**Figura 6**).



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

$$Se = d_j * e$$

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

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

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

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:

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



.....INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO.....



5. RESULTADOS

5.1 Objetivo: Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) del stock recluta de merluza de cola que se incorpora en el período de máximo reclutamiento a la pesquería

5.1.1 Calibración del sistema de ecointegración

La calibración electroacústica de los sistemas de ecointegración EK500, se realizó en la bahía de Concepción y los resultados obtenidos se entregan en la **Tabla 3**.

Los valores obtenidos en los parámetros de operación de los ecosondas, muestran sistemas en condiciones de operación normales para este tipo de equipos.

5.1.2 Estimación de la biomasa y la abundancia de la merluza de cola

La biomasa de merluza de cola se estimó en 286.610 toneladas (**Tabla 4**), con un coeficiente de variación de 22,9% (**Tabla 4**) a la que contribuyeron con 131.841 t (45,8%) los machos y 154.769 t (54,2%) las hembras (**Tabla 5**). La participación porcentual en biomasa de los reclutas es del 74,40% con 213.234 toneladas (**Tabla 6**). La varianza estimada alcanzó a $4,3 \cdot 10^8$, estimándose un intervalo de confianza ($\alpha=10\%$) con límites de 179 y 394 mil toneladas.

Esta biomasa, se distribuyó latitudinalmente en toda la zona de estudio (**Figura 7**), con las mayores densidades localizadas frente a Talcahuano y asociada principalmente al sector oriental, al oeste del veril de los 200 m, pero sin alcanzar concentraciones de características comerciales. Hacia la franja occidental del área



de estudio, predominaron las concentraciones de baja densidad o la ausencia hacia el sector suroccidental.

La abundancia se estimó en 682.767.919 ejemplares, la que estuvo constituida por 328 millones (48,1%) de machos y 354 millones (51,9%) de hembras (**Tabla 5**). Los individuos machos presentaron una longitud de 30 a 89 cm y las hembras de 30 a 91 cm. Los individuos reclutas aportan con el 84,5% de la abundancia con 577 millones de ejemplares. En las **Tablas 7 y 8** se presenta la composición de las abundancias de individuos por talla y grupos de edad. Para los machos la mayor participación porcentual la presenta la edad 4 con un aporte del 29,75%, mientras que para las hembras lo es la edad 3 con una participación porcentual de 37,10%. La biomasa y abundancia por talla se presentan en la **Figura 8**.

5.1.3 Composición etaria del stock

El stock evaluado de merluza de cola estuvo compuesto por ejemplares de un rango de grupos de edades de 1 a 13 (Tablas 7 y 8). En la composición de la abundancia por grupos de edad aparecen como relevantes los grupos de edad III y IV que aportan ~60 % de lo extraído en ambos sexos. En la fracción juvenil del stock compuesta por los grupos de edades I a IV, se destaca mayoritariamente el aporte del grupo de edad IV, con un 59% de la abundancia de machos y un 49% de las hembras, respectivamente. En la **Tabla 9** se presenta la desviación estándar de la abundancia.

En las **Figuras 9b y 10b** en que se presenta la abundancia por grupos de edades de merluza de cola, se observa la baja participación porcentual de las edades I y II, en comparación con lo observado en un crucero similar efectuado en 1999, hecho que será analizado posteriormente.



5.2 Objetivo: Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual

En la **Tabla 10** y **11**, se presentan la capturas por lance, el número de ejemplares muestreados y las muestras recopiladas.

5.2.1 Distribución de tallas y proporción sexual de merluza de cola

La estructura de talla de machos y hembras muestra para ambos sexo un rango entre 30 y 97 cm, con un grupo principal entre 40 a 60 cm de longitud, pero el aporte principal a la moda corresponde a ejemplares juveniles (**Figura 11**). La talla promedio y proporción total de ejemplares juveniles (<55 cm) fue de 54 cm con un aporte de 64% de machos y de 55 cm y 52% en hembras (**Tabla 11**), resultado obtenido sobre un total de 6.040 ejemplares medidos.

La distribución acumulada de frecuencia de talla para machos y hembras muestra que ambas son similares (**Figura 11**), con una proporción sexual prácticamente de 1:1 (**Tabla 12**). Por lo tanto, el análisis se efectuará en conjunto, situación que facilita identificar las posibles variaciones espaciales.

Por otro parte, la mayoría de los ejemplares capturados de merluza de cola en el crucero de investigación no registraron actividad reproductiva importante, siendo el principal estado de madurez sexual registrado es el inmaduro (94% de 1700 ejemplares muestreados).

5.2.2 Variación espacial: latitudinal y profundidad

Los cuatro buques que operaron en forma simultánea en el estudio fueron distribuidos en sentido latitudinal de norte a sur como sigue:



Buque	Área
B/F Fríosur VIII	35°00' y 36°30' S
PAM Líder	36°00' y 37°30' S
PAM Don Julio	37°30' y 39°00' S
B/F Saint John	39°00' y 40°00' S

Esta distribución de los buques fue empleada para caracterizar la estructura de las capturas de merluza de cola en sentido latitudinal, dividiéndose el área cada 30' de latitud entre los 35°00' y 39°59' S.

La estructura de talla de merluza de cola para cada buque en sentido latitudinal muestra diferencias en su forma (**Figuras 12 y 13**), con una importante presencia de juveniles que alcanzan niveles entre el 72 % y 85% (**Tabla 12**), con excepción de la estructura del “B/F Fríosur VIII” donde el aporte de juveniles se reduce al 24%. No obstante, las diferencias entre ellas es importante destacar que la moda principal de captura comprende una moda entre los 40 cm y 60 cm, con un promedio de talla entorno a los 50 cm (**Tabla 12**).

La proporción sexual de merluza de cola en sentido latitudinal por buque (**Tabla 12**) no muestra grandes distanciamiento entre la proporción de machos y hembras, manteniéndose entorno a 1:1.

De acuerdo a las capturas de merluza de cola registrada para cada buque, la estructura más importante corresponde al “PAM Líder” (50,5 t captura); seguido del buque “B/F Fríosur VIII” (6,4 t captura); “PAM Don Julio” (0,65 t) y “B/F Saint John” (0,58 t).

Al interior del área de operación de cada buque, la estructura de talla de merluza de cola muestra diferencias; con excepción del área de operación del buque Líder, en



donde la distribución de talla es prácticamente homogénea, con una moda juvenil entre los 40 y 60 cm (**Figura 14**). El “B/F Fríosur VIII” registra una mayor presencia de ejemplares juveniles (45-55 cm) en sentido sur - norte; y de adultos (60-75 cm) en sentido contrario. Mientras, los buques “PAM Don Julio” y “B/F Saint John” muestran diferencias de estructura en el interior de sus áreas de operación, se destaca que es común entre ellas que la estructura de talla proceda de una fracción de la población de ejemplares juveniles entre los 40 y 60 cm, y escasa presencia de peces adultos sobre los 60 centímetros.

En sentido batimétrico (profundidad de la red según relinga superior), la estructura de talla del buque Fríosur VIII muestra una mayor proporción de ejemplares adultos con el aumento de la profundidad (**Figura 15**), y también un aumento de juveniles a menor profundidad. Los buques “PAM Líder” y “PAM Don Julio”, que operaron entre los 50 y 99 m de profundidad, la estructura es principalmente juvenil entre los 40 y 60 cm; mientras el buque “B/F Saint John” que operó a mayor profundidad la estructura también es juvenil con escasos adultos.

Las principales capturas realizadas por el buque “PAM Líder” fueron realizadas en áreas oceánicas con profundidades de fondos superiores a los 1.000 m. En cambio, la operación de los restantes buques fueron principalmente en áreas costeras, sobre la plataforma continental. No obstante, lo anterior es importante destacar la operación particular de un lance de pesca del buque “B/F Fríosur VIII” (36°02' S – 74°07' W) muy cercano a un lance del buque “PAM Líder” (36°02' S – 74°13' W); la estructura de tallas de ambos lances de mediagua realizados entre los 50 y 99 m de profundidad en áreas con profundidades de fondo superiores a 1.000 m muestran claramente similitudes e importante presencia de una moda juvenil entre los 40 y 60 cm; sugiriendo que las capturas de ambos buques provendrían de una misma fracción juvenil de la población (**Figura 16**).



5.2.3 Estructura de talla del estudio y la captura comercial en la misma zona

Entre octubre y noviembre del 2001 fueron monitoreadas por IFOP las estructuras de tallas de las capturas comerciales de merluza de cola en la misma zona de operación del estudio. La **Figura 17** muestra la distribución de tallas de las capturas comerciales (por mes), como también la estructura de talla total y la estructura de talla del buque “PAM Líder” provenientes del estudio. Se destaca la similitud entre todas ellas por una forma unimodal entorno los 50 cm; sobretodo la similitud entre la estructura del buque “PAM Líder” del estudio y la estructura de talla comercial de octubre; siendo importante señalar que la captura del período de estudio proviene de una fracción juvenil similar entre los 40 y 60 cm, con escasos peces adultos.

5.2.4 Relación longitud-peso

Los parámetros de la relación peso - longitud separado por sexo representativas para la especie en el área se presentan en la **Tabla 13**. Esta fue empleada para el traspaso de la biomasa en peso a número de individuos está sustentada en las distribuciones de frecuencias de talla producto de los muestreos biológicos de longitudes, efectuados en los cruceros de investigación.

5.2.5 Proporción por sexo

La proporción en peso por sexo, indica que en general las hembras se presentan en una proporción levemente mayor que los machos, resumiéndose en una participación en peso de 47,6 % de machos y 52,4 % de hembras.



5.3 Objetivo: Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas predominantes en estas áreas durante el crucero de evaluación.

5.3.1 Meteorología

En la **Tabla 14** se presentan los datos meteorológicos recolectados durante el crucero. Durante la ejecución del crucero los vientos predominantes son los del oeste con una participación porcentual del 65,2 %, presentando una frecuencia de ocurrencia de un 35,6 % los de dirección SW y el 22,5 % de la dirección W (**Tabla 15**), direcciones que son favorables a los eventos de surgencia.

La intensidad del viento varió de 1 nudo en el sector norte a 25 nudos en el sector centro sur, una frecuencia de ocurrencia de 57,3% presentaron los vientos de intensidad entre 6 y 12 nudos (**Tabla 15**).

En el área de estudio la presión barométrica se reportó entre los 1.010 y los 1.024 milibares.

5.3.2 Condiciones oceanográficas

5.3.2.1 Temperatura, salinidad y densidad superficial

La temperatura superficial (**Figura 18a**) en la zona de estudio muestra un escaso gradiente Este-Oeste que alcanza un máximo de 2,4°C/100 mn. La máxima temperatura, 14,4°C, se ubicó en la estación oceánica N° 6 (100 mn, transecta 2) y la mínima 11,9° en la estación 11 (10 mn, transecta 3). Las estaciones en la franja



costera entre las 10 y 25 mn tienen valores de temperatura inferiores a 13°C, excepto en la estación 10 que alcanzó un valor de 13,4°. Las menores temperaturas que se presentaron hacia la costa están asociados a la surgencia costera que se registra habitualmente en esta zona entre octubre y mayo con un máximo de intensidad en el periodo de verano (Cáceres, 1990). La distribución de estaciones no permite ver la presencia de remolinos y filamentos producidos por el transporte hacia el oeste y que son observados frecuentemente en la zona durante el período de surgencia (Cáceres, 1990). En el sector oeste de la zona se registraron temperaturas con valores mayores a 14°C y que penetraron en forma de lengua hasta las 50 millas náuticas.

La salinidad superficial (**Figura 18b**) aumentó en general de sur a norte de la zona de estudio. El máximo valor se registró en la estación 2 (10 mn, transecta 1) con 33,9 psu y el mínimo fue de 33,5 psu en la estación 10 (10 mn, transecta 3). Tal como se observa en la **Figura 5**, las estaciones del máximo y mínimo se ubican una junto a la otra en la grilla de muestreo a sólo 10 mn de distancia, sin embargo presentan una fuerte variación de salinidad de 0,4 psu. Lo anterior se origina en el brusco ascenso de aguas de origen ecuatorial subsuperficial (AESS) en la estación 2, debido a que se ubica dentro de un área de surgencia mayor, lo que además ayuda a que tenga una menor influencia de aguas de origen continental en superficie.

En el sector oceánico se ubicó un foco con salinidad mayor a 33,8 psu el que parece estar asociado a las aguas de mayor temperatura que se encuentran en el sector ($> 14^{\circ}\text{C}$). La presencia de valores de salinidad menores a 33,8 psu indica la participación importante de aguas dulces en la capa superficial. Esto es particularmente notable en las estaciones 10, 20, 21 y 22 de sector Sur-este, en donde los valores están entre 33,5 y 33,6 psu, que sería efecto de aguas continentales aportadas por los ríos que se encuentran en las cercanías.



La densidad superficial (**Figura 18c**) presentó los mayores valores en las estaciones ubicadas a 10 mn de la costa, lo que es producto de las menores temperaturas registradas en ellas. El valor máximo de sigma-t es 25,7 Kg/m³ y se ubicó en la estación 2 y el mínimo es de 25,05 Kg/m³ en las estación 15. Las variaciones de sigma-t en las estaciones costeras provoca gradientes relativamente mayores entre las estaciones de 10 y 25 mn y que alcanzan a 0,04 Kg/m³/mn mientras que para el sector oceánico por sobre las 25 mn los gradientes se encuentran entre 0,004 a 0,01 Kg/m³/mn, que implica un orden de magnitud menor al de la costa.

5.3.2.2 Temperatura, salinidad y densidad en el nivel de 200 m

En el nivel de 200 m la temperatura (**Figura 19a**) presentó valores cercanos a 10°C en toda el área lo representa una variación de 4°C respecto de la superficie. Sólo tres estaciones registraron valores mayores a 10°C y corresponden a aquellas del extremo norte 1, 4 y 26. Debido a la similitud de los valores de temperatura no existe ningún tipo de frente térmico importante en el área a ese nivel.

La salinidad (**Figura 19b**) presentó en general valores de 34,4 a 34,5 psu, que es alrededor de 0,6 psu mayor a lo encontrado en superficie. A este nivel el agua corresponde al tipo AESS, motivo de la alta salinidad relativa. El sector costero entre 10 y 25 mn presentó valores con salinidad mayores a 34,5 psu, lo que indica que parte del núcleo AESS se puede encontrar pegado a la costa. Asimismo, las estaciones 4 y 27 en la transecta 1 tienen valores de salinidad mayor a 34,5 psu lo que sugiere la presencia de un núcleo AESS que llega al sector oceánico y que provoca también el aumento de temperatura (aparición de la isoterma de 10°C, (**Figura 19b**)).



La densidad (**Figura 19c**) presentó un estrecho rango de valores, los que estuvieron entre 26,5 a 26,7 Kg/m³. La estación 4, que tiene a ese nivel una relativa alta temperatura origina entonces un foco de baja densidad alrededor de esa estación. Las densidades relativas mayores (>26,6) se encontraron en el sector oeste (estaciones 25 y 7), y también en el sector este entre 10 a 25 mn en el extremo norte y hasta las 50 mn en el área sur. La distribución de densidad encontrada está asociada a las menores temperaturas y las mayores salinidades de ese sector.

5.3.2.3 Temperatura, salinidad y densidad en el nivel de 400 m

El nivel de 400 m tiene valores de temperatura entre 6.5 a 8°C (**Figura 20a**). Los mayores valores relativos se encuentran entre 25 a 50 mn (sin datos a ese nivel entre 10 y 25 mn) producto de la ubicación del núcleo AEES hacia la costa. El aumento de temperatura en la estación 4 muestra que el núcleo AEES alcanzó este nivel de profundidad del sector oceánico a lo largo de la transecta 1 con una mayor participación que en el resto de la zona.

La salinidad del nivel (**Figura 20b**) es prácticamente homogénea en el área, presentando sólo una variación de 0,15 psu entre las 25 mn y las 100 mn en el sector oeste, lo que da un gradiente promedio de sólo 0,002 psu/mn. Los mayores valores relativos están en sector este asociado a la AEES que también origina mayores temperaturas al nivel.

La densidad (**Figura 20c**) por su parte presentó valores de sigma-t con una mínima variación horizontal, lo que es una consecuencia de la escasa diferencia de temperatura y salinidad que se observa a ese nivel. La densidad mostró un valor promedio en el nivel de 26,9 kg/m³ y aumenta de oeste a este en un rango de 26,82 a 26,97 kg/m³.



5.3.2.4 Profundidad de la capa de mezcla

La capa de mezcla definida para este informe corresponde a la capa de agua superficial que presenta una diferencia menor a $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en temperatura y $0,1\text{ psu}$ en salinidad con aquellos datos correspondientes al primer metro de la columna de agua.

La capa de mezcla (**Figura 21a**) presenta una disminución de su espesor en dirección suroeste. El mayor espesor se encuentra en el sector noreste de la zona, estaciones 1 y 3, con profundidades que alcanzan los 35 m. Los menores valores en las estaciones del borde oeste, 5, 6, 15 y 16 y en el borde sur, estación 24, tienen un espesor menor a 5 m. La estación 23 no presentó capa de mezcla, mientras que la estación 25 presentó 11 m de espesor. La profundidad de la capa de mezcla estuvo determinada por la intensidad del viento que presentó registros mayores a 10 nudos en el sector noreste (datos de viento de la bitácora de estaciones oceanográficas), alcanzando en las estaciones 1, 2, 10 y 11 los 20 a 25 nudos de intensidad. En lo que respecta al viento se puede indicar que en el sector sur y oeste la intensidad en general fue menor a 5 nudos, pero desde la estación 23 en adelante estos aumentaron a 8 y 10 nudos, provocando que la capa de mezcla se profundice hacia la estación 25.

5.3.2.5 Termoclina

La termoclina para este análisis se define como la capa de agua que presentó un gradiente térmico mayor a $0,1^{\circ}\text{C/m}$.

Esta capa (**Figura 21b**) tiene un espesor promedio de sólo 5 m y solamente en las estaciones 6 y 24 se superan los 10 m. Aunque el espesor de la termoclina es



relativamente constante ella no se ubica a una misma profundidad ni tampoco inmediatamente bajo la capa de mezcla.

La profundidad de inicio de la termoclina (**Figura 21c**) es variable y se encontró dentro de un rango que va desde los 11 a 48 m. En el sector noroeste se encontraron las mayores profundidades de inicio y que fueron mayores a 40 m. El borde este de la zona, como también el extremo suroeste, son los que tienen una menor profundidad, y que es menor a 20 m. El cálculo de gradiente promedio de la termoclina indica un valor parejo de 0,2 a 0,3 °C/m (**Figura 22a**), mientras que el máximo gradiente encontrado alcanzó los 0,65°C/m en la estación 13 (50 mn, transecta 3) y el mínimo de 0,13°C/m estuvo en la estación 20 (1 mn, transecta 4) (**Figura 22b**). La profundidad de los máximos gradientes en la termoclina (**Figura 22c**) para cada estación presenta los mayores valores hacia el Noroeste de la zona, mientras que los menores se ubican en las estaciones de las 10 mn (excepto la estación 2) y en el borde Suroeste.

La temperatura al inicio de la termoclina (**Figura 23a**) varió entre 11,4° y 13,9°C. Los menores valores se ubicaron hacia el sector Este de la zona. La salinidad asociada al nivel de inicio de la termoclina (**Figura 23b**) varió entre 33,66 y 34,06 psu con los mayores valores relativos en las estaciones ubicadas en una franja central en sentido longitudinal y el máximo se ubicó en la estación 11 (10 mn, transecta 3). La densidad (**Figura 23c**), derivada de las variables anteriores, muestra en el sector más costero un mayor rango de valores que lo encontrado en el sector central. Gradientes de 0,02 Kg/m³ son los máximos encontrados en la franja entre las 10 y 25 mn de la costa. La densidad sobre esta superficie tuvo un rango de variación de 25,2 a 25,9 Kg/m³.

Sobre la superficie que determina la base de la termoclina la temperatura presentó un rango de variación entre 10,4 a 13,6°C (**Figura 24a**), con una diferencia



máxima, entre los límites de la termoclina, de 2°C en la estación 23. Al igual que para el inicio de la termoclina la temperatura en la base presentó los menores valores en la franja de 10 a 25 mn. El sector oceánico de la zona presentó un estrecho rango de valores que estuvieron entorno a los 12,5°C. La salinidad por su parte presentó un rango total de valores entre 33,7 a 34,2 psu (**Figura 24b**), con los máximos registros en la franja de 10 a 25 mn y en el sector Noroeste, este último sector asociado a las estaciones 5 y 27 con valores por sobre los 33,9 psu. Un amplio sector oceánico y central registró valores entre 33,8 a 33,9 psu. La densidad (**Figura 24c**) presentó un cuadro de distribución similar al encontrado en la superficie de inicio de la termoclina, con los mayores valores en la franja de 10 a 25 mn. El rango de valores de densidad estuvo entre 25,3 a 26,3 Kg/m³.

5.3.2.6 Distribución vertical de temperatura, salinidad y densidad

La capa superficial presentó una disminución de la temperatura en promedio de 3 a 4°C entre la superficie y el nivel de 100 m (**Figura 25**). Alrededor del nivel de 50 m de profundidad se produjo un leve apretamiento de las isotermas, formando una débil y delgada termoclina, con gradientes máximos de 0,65°C/m y de promedio 0,2°C/m. Las isotermas de los primeros 100 m se levantan hacia las estaciones más costeras, indicando el desarrollo de procesos de surgencia que enfrían esa capa de agua en el sector costero. Lo anterior se observó desde una distancia de 50 mn en la transecta 1 y 2 y desde las 75 mn en las transectas 3 a 5. Desde los 100 m hacia abajo se presentan variaciones de profundidad en las isotermas de 10°, 8° y 9°C, lo que es particularmente notorio en las transectas 1 a 4. Lo anterior indica una variabilidad longitudinal de la intensidad del núcleo de AESS que trae agua relativamente más cálida y salina desde el norte.

La salinidad en la vertical (**Figura 26**) presentó al igual que la temperatura una variación de salinidad de 0,4 psu en los primeros 100 m, pero en el caso de esta



variable el valor aumenta con la profundidad. En general se observa una mínima superficial y luego un aumento de la salinidad con un máximo subsuperficial centrado alrededor de los 200 m de profundidad, para luego continuar con una muy gradual disminución de la salinidad hasta el nivel de 400 m.

Las isohalinas presentan un apretamiento entre los 100 y 150 m de profundidad lo que marca la zona de transición y mezcla de las masas de agua Subantártica en superficie y la ecuatorial subsuperficial (AESS). La AESS se ubicó centrada alrededor de los 200 m de profundidad y su núcleo más intenso, que se puede definir como el determinado por las isohalina de 34,5 psu, se encuentra pegado a la costa. El núcleo AESS en la transecta 1 se presentó más intenso, alcanzando los 300 m de profundidad y con un pequeño núcleo oceánico centrado en las 70 mn y 100 m de profundidad. Este núcleo oceánico es la causa de las variaciones de profundidad de las isotermas e isohalinas que se observan en la transecta 1 a esa distancia de la costa. El núcleo AESS pegado a la costa se presenta más intenso en las transectas 1 y 2, sin embargo disminuye en la 3 y 5 y aparentemente no se presentó en la transecta 4 (sin datos entre 10 y 25 mn).

La isopicnas en la vertical (**Figura 27**) presentaron una distribución similar a la isotermas en la capa superficial y similares a las isohalinas bajo los 100 m, lo que significa que la densidad está determinada principalmente por la temperatura en la capa superficial de los primeros 100 m y por la salinidad bajo este nivel asociado a los mayores salinidades de la AESS. Los levantamientos de la isopicnas 26,2 a 25,4 Kg/m³ en las transectas 1 a 4 indican los procesos de surgencia que se están manifestando en la franja costera, los cuales son más intensos en las transectas 1 a 3. La transecta 4 no presentó un levantamiento de las isopicnas, excepto la de valor 25,4 Kg/m³ que parece sugerir una surgencia débil en la franja costera de las primeras 10 mn, sector que no fue muestreado.



5.3.2.7 Masas de agua

A través de los diagramas t-s (**Figura 28**) se observa la presencia de 2 masas de agua en forma relativamente más intensa. En la capa superficial de los primeros 100 m se ubicó el Agua Subantártica (ASSA) y bajo ella agua ecuatorial subsuperficial (AESS) con su núcleo localizado entre los 100 y 350 m. Bajo la AESS comienza a manifestarse el agua intermedia antártica (AIAA) que debe presentar su núcleo bajo los 600 m y que no alcanza a ser detectada por el muestreo de CTD. Los valores t-s que se encuentran a la izquierda del par t-s tipo de la ASAA (Silva y Konow, 1975) son consecuencia del aporte de aguas dulces continentales, las que se ubican en la capa superficial y disminuyen la salinidad en toda la extensa zona de trabajo en una capa de agua de espesor variable. La influencia de las aguas frescas en la vertical dependerá de la profundidad de la mezcla y en la horizontal del transporte hacia el oeste y también en un sentido norte-sur. En este sentido se puede indicar que la estación 1, ubicada en el extremo noreste de la zona presentó valores menores a 34,8 psu hasta los 50 m de profundidad producto de la mezcla y por otra parte las estaciones más costeras tienen una fuerte influencia de las aguas continentales, sin embargo la estación 2 (10 mn, transecta 1) presentó valores mayores a 34,8 psu desde el nivel superficial, lo que parece indicar que los altos valores de salinidad encontrados son causa de la surgencia (aporte de AESS) y que el transporte hacia el oeste ha limitado el efecto de aguas continentales en aquel sector.

Los diagramas t-s indican también, a través de la separación de las líneas t-s, que la intensidad del núcleo de AESS no es uniforme a través de toda la transecta y en un sentido norte sur. La AESS se encuentra más intensa en las estaciones costeras y hacia el norte de la zona. El núcleo de salinidad $> 34,5$ psu se ubicó en los 200 m como profundidad promedio, su ancho fue variable siendo mayor en la transecta 1 donde alcanzó hasta los 300 m en la costa.



5.3.3 Distribución espacial de la merluza de cola y su relación con la temperatura y clorofila “a” superficial recolectadas por satélite

5.3.3.1 En relación con la TSM recolectada por satélites NOAA

La imagen de temperatura superficial del mar promedio del crucero, registrada a través del satélite NOAA se muestra en la **Figura 29a**, se observa que las TSM fluctuaron entre los 10 y 16°C; apreciándose el predominio de TSM entre los 13-15°C. Al norte de Talcahuano y sobre las 80 mn se produce una intrusión de aguas más cálidas con TSM superiores a los 14,5°C, asimismo, se aprecia que a lo largo de toda la zona ribereña existe una franja de aguas frías la que alcanza extensiones por sobre las 30 mn en las proximidades del río Valdivia, dichas aguas están asociadas a eventos de surgencias, especialmente frente al Golfo de Arauco y a la bahía de Corral.

La merluza de cola presentó una distribución espacial prácticamente continua desde la latitud 35° al sur a una distancia de app. 20-40 mn de la costa (**Figura 29c**), la repartición geográfica del recurso indica que éste mayoritariamente se concentró en cuatro zonas: la primera esta localizada frente al río Itata a unas 50 mn de la costa y abarca un área de 120 mn², este núcleo se destaca por sus moderadas concentraciones de densidad; el segundo foco concentra las mayores densidades de la especie y se sitúa a unas 30 mn frente a Talcahuano, dicho foco tiene una extensión de 140 mn²; la tercera zona se ubica al oeste del segundo foco a unas 45 mn de Talcahuano, también se destaca por las altas densidades. El último núcleo se emplaza frente al puerto de Lebu a unas 25 mn de la costa, se destaca por abarcar una amplia extensión geográfica de app. 240 mn², este foco posee concentraciones moderadas de la especie.



En términos geográficos, se puede apreciar que los mayores focos de la especie se encuentran asociados a frentes térmicos. Cabe destacar que los focos de merluza de cola se encuentran preferentemente en las diferenciales de temperaturas, es así como el caso de los focos ubicados frente a Talcahuano, éste tiene como límite noroeste el gradiente formado por aguas de 13-14°C y el núcleo de una amplia extensión geográfica localizado frente a Lebu queda circunscrito al borde interno del gradiente de aguas de 13-14°C (**Figura 29a**).

5.3.3.2 En relación con la clorofila superficial recolectada por el satélite SEAWIFS

Respecto a la clorofila, ésta presentó un extenso rango de distribución con registros inferiores a 0,01 mg/m³ y valores que superan los 10 mg/m³ (**Figura 29b**). Además, se observan sectores característicos de alta concentración de clorofila como por ejemplo, al sur de Constitución, frente a Talcahuano, al interior del golfo de Arauco y en las proximidades del delta del río Valdivia en la bahía de Corral. Relativo a los focos de alta densidad de la especie, éstos se ubican generalmente en zonas de concentraciones de clorofila intermedias, es así como el primer foco se ubica en un sector de medianas densidades de cloa; sin embargo, el núcleo localizado en el frente a Talcahuano está localizado en un sector de concentraciones muy densas de clorofila superiores a los 10 mg/m³, finalmente, el foco que se encuentra a la cuadra de Lebu se encuentra limitado a cloa bajas (**Figura 29b**). En general, se aprecian tres núcleos de gran concentración de la clorofila: sur de Constitución, Talcahuano-Golfo de Arauco y entre Isla Mocha y la bahía de Corral. Por su parte la especie se ubica preferentemente en sectores donde la concentración de clorofila fluctúa en valores intermedios de 0,4-0,6 mg/m³.



5.3.3.3 Distribución espacial y diaria de la merluza y su relación con la temperatura y clorofila “a” superficial recolectadas por satélite

- **En relación con la TSM_NOAA**

En la **Figura 30** se aprecia la evolución diaria de la TSM registradas por el satélite NOAA y, por superposición de capas, la distribución de la merluza de cola.

El día 08 de noviembre las TSM se distribuyen mayoritariamente en el estrato 11-14°C encontrándose indicios de eventos de surgencia en los alrededores del Golfo de Arauco, el cual muestra temperaturas muy frías en esta jornada, además de otro sector localizado frente al río Itata; asimismo se observa que el recurso se concentra a unas 40 mn frente al río Itata, ubicándose preferentemente en TSM de 12°C (**Figura 31**). El día posterior, se introducen a la zona de prospección otras plataformas de muestreo por lo cual el área abarcada es mayor, en este período la zona de estudio presentó una gran nubosidad, especialmente en la zona costera por lo que no es posible apreciar aguas surgentes en la costa; por otro lado, al contemplar las **Figuras 30 y 31** se advierte que la especie se distribuyó principalmente en aguas de 13 y 14°C.

El día 10 de noviembre, la zona nuevamente se presentó una alta nubosidad, especialmente al sur del Golfo de Arauco, no obstante lo anterior se aprecia una intrusión de aguas cálidas en el área noroeste con TSM superiores a los 16°C, este día los barcos realizaron los muestreos en gran parte de la zona de estudio y se aprecia claramente como la merluza se concentró al sur de Constitución, frente al Golfo de Arauco y al sur de Lebu, con altas concentraciones en los dos últimos focos.



El 11 de noviembre, la zona estuvo más despejada apreciándose un nítido gradiente lateral con TSM inferiores en las cercanías de la costa que alcanzan los 12-13°C. Este día la merluza se dispuso en dos focos principales: el primero se localiza al frente de Constitución entre las 35 mn y las 110 mn de la costa, en este sector las densidades de merluza son muy bajas y se asocian a TSM de 13 y 14°C; en tanto el segundo núcleo se extiende hasta las 130 mn app. y presenta grandes registros de la especie, también se señalan esporádicas apariciones al noroeste de Corral pero con densidades muy bajas (**Figura 30**).

Finalmente, el día 13 de noviembre la zona se revelo con una escasa nubosidad, apreciándose una angosta banda de aguas frías a lo largo de toda la costa y que indicarían el afloramiento de algunos focos de surgencia, en esta fecha el recurso se centro entre las 20-80 mn al sur de Isla Mocha, en un área que posee aguas de 13 y 14°C y gradientes térmicos moderados (**Figuras 30 y 31**).

- **En relación con la Clorofila SEAWIFS**

La **Figura 32** muestra que el 08 de noviembre la clorofila se distribuye entre los 0,18-10 mg/m³, con un claro gradiente lateral y dos sectores de alta concentración (Sur de Constitución y Golfo de Arauco). Este día la merluza se concentró frente al río Itata en valores de clorofila intermedios (04-06 mg/m³).

El día 09, como se mencionó anteriormente, se integran nuevos buques a la prospección, en este día la zona mostró una gran cobertura de nubes, distribuyéndose la merluza en tres focos: al noroeste del río Itata, al frente de Talcahuano y al sur de Lebu.

El 11 de noviembre, la clorofila vuelve a exhibir un nítido diferencial longitudinal alcanzando en las proximidades de la costa altos niveles, especialmente al sur



de Constitución y entre Isla Mocha y Corral; esta jornada se destaca porque se logran importantes concentraciones de la especie, además se señala que la merluza se ubicó en sectores de gran diferencial de clorofila y limitado a valores intermedios, especialmente entre los 0,5-0,6 mg/m³ (**Figuras 32 y 33**).

El día 13 del mes, la zona vuelve a presentar el gradiente longitudinal y con los típicos sectores de alta concentración de clorofila al sur de Constitución, golfo de Arauco y entre isla Mocha y Corral, esta fecha la especie se concentró al sur de Isla Mocha, en el gradiente externo de cloa de 0,5-0,75 mg/m³ y en un sector de valores intermedios (**Figuras 32 y 33**).

- **Asociaciones entre las variables ambientales y la distribución de la merluza de cola**

El índice de Cramer muestra que existe una baja asociación entre la TSM y la merluza fue de 0,24 y una asociación moderada con la clorofila el Icr alcanza los 0,49 (**Tabla 16**).

La correlación entre los NASC o NASC de merluza del cola con las variables temperatura superficial del mar, clorofila y sus respectivos gradiente es baja (r^2 entre 0,54 a 0,19) las correlaciones obtenidas son insuficiente para efectuar un análisis de correspondencia. Se efectúa un análisis de regresión múltiple donde se obtiene un modelo que explica el 22,49% de la densidad de la merluza de cola ($F(4,165)= 2,199$, $p<0,0712$), la clorofila es significativa ($t = 2,409$, $p = 0,017$), este resultado es concordante con el obtenido por el Icr.



5.3.4 Distribución espacial y batimétrica de la merluza de cola

5.3.4.1 Distribución espacial

Los lances se clasificaron como representativos de reclutas y/o juveniles si sobre el 50% de las capturas se presentaron individuos bajo 55 cm de longitud. Los lances de pesca se clasificaron en cuatro categorías: i) sin captura de merluza de cola, ii) de adultos donde el porcentaje de recluta es inferior al 25%, iii) de mezcla donde el porcentaje de recluta es de 25 a 49,9% y iv) lances de recluta donde la fracción de estos individuos supera el 50%. En la **Figura 34b** se cartografiaron los lances de pesca clasificados según esas categorías se observaron que se presentaron 13 lances sin captura que representaron 38,2%, una participación similar tuvieron los de lances reclutas.

Los adultos se presentaron al norte de la zona de estudio (latitud 36°S) en el sector oceánico y alcanzan los 37 °S en el sector más costero, una excepción la representa la presencia de ejemplares adultos frente a Corral (latitud 40°S).

Los adultos se distribuyeron formando agregaciones de baja densidad lo que explica la alta participación porcentual de lances de pesca sin éxito en la captura de merluza de cola en el área (**Figura 34b**). Los individuos reclutas conformaron una distribución que presentó una mas alta densidad y preferentemente al sur de la latitud 36°S.

El variograma experimental ajustado con un modelo esférico omnidireccional indicó que el 8,8% de la varianza estimada es debida al efecto de pepita y el 91,2% al modelo. La distribución espacial está conformada por macroestructuras de 3 mn (**Figura 35**).



5.3.4.2 Distribución batimétrica

- **En relación con la profundidad**

En la **Figura 36** se presenta la distribución batimétrica promedio de las agregaciones de merluza de cola, allí se observa que estas se distribuyeron en un rango de profundidad que varió entre los 45 y 325 m de profundidad. En relación al número de observaciones se observa una distribución con tres modas, situadas la más importante entre los 220 y 230 m, una segunda entre los 100 y 110 m y finalmente una tercera en torno a los 150 m de profundidad. Al considerar la densidad de las agregaciones, el 33% de ellas se concentra en un rango batimétrico que fluctúa entre 80 y 100 metros, mientras que hacia mayores profundidades la distribución no muestra la presencia de nivel batimétrico predominante (**Figura 37**).

Aplicando el método de D'Amours se observa que la merluza de cola se presenta en un rango batimétrico de 90 a 220 m (**Figuras 38 y 39**). Los test realizado para comparar las dos curvas indican que no existe diferencia significativa, entonces la merluza de cola no encuentra en un rango preferencial del fondo.

- **En relación con la columna de agua**

De los 34 lances de pesca efectuados, 26 de ellos correspondieron al factor denominado "profundidad <0,6", es decir, se realizaron en la parte superior de la columna de agua, obteniéndose resultados positivos en trece de ellos. Por otro lado, los 8 lances restantes se efectuaron en el sector de la columna de agua más cercana al fondo, y todos ellos fueron exitosos. En las **Figuras 40 a y b** se observa la distribución espacial de los lances clasificados de acuerdo a la participación porcentual de los individuos reclutas.



Considerando la presencia de reclutas se observó que el 81,8% de los lances con ejemplares juveniles se presentaron más superficiales en el área denominada factor $< 0,6$, mientras que sólo el 66,7% de los adultos se reportaron en la columna de agua más próximos al fondo.

5.4 Objetivo: Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de la fracción recluta merluza de cola en el área de estudio

Inicialmente se presentan los resultados por embarcación y posteriormente en forma global. De los 1226 estómagos examinados, 864 presentaban contenido (**Figura 41**). A continuación se presentan los resultados por crucero:

- **“B/F Frío Sur VIII”**

De los 364 ejemplares, 275 presentaron contenido en el estómago (75,50%), en los que se determinó nueve especies en total (**Tabla 17**). El análisis cuantitativo del contenido estomacal de la merluza de cola señaló que las presas más comunes eran los crustáceos, mayoritariamente representados por Eufáusidos (%IIR= 98,29), por lo que el valor de este índice es mínimo para los demás ítems (**Tabla 17**).

Al analizar separadamente la muestra se determinó que ésta estuvo compuesta en un 83,5% por adultos y en un 16,5% por reclutas (**Figura 42**). La importancia relativa de cada ítem alimenticio en el caso de la fracción adulta y recluta se presenta en la **Tabla 18**.



- **“PAM Líder”**

De los 453 ejemplares, 350 presentaron contenido en el estómago (77,26%), en los que se determinó nueve especies en total (**Tabla 19**). El análisis cuantitativo del contenido estomacal de la merluza de cola señaló que las presas más comunes eran los crustáceos, mayoritariamente representados por eufáusidos (%IIR= 98,58), por lo que el valor de este índice es mínimo para los demás ítems (**Tabla 19**).

Al analizar separadamente la muestra se determinó que ésta estuvo compuesta en un 13,5% por adultos y en un 86,5% por reclutas (**Figura 42**). La importancia relativa de cada ítem alimenticio en el caso de la fracción adulta y recluta se presenta en la **Tabla 20**.

- **“PAM Líder” Fase II** (corresponde a lance que se efectuaron después de haber finalizado la evaluación acústica):

De los 106 ejemplares, 96 presentaron contenido en el estómago (90,57%), en los que se determinó cuatro especies en total (**Tabla 21**). El análisis cuantitativo del contenido estomacal de la merluza de cola señaló que las presas más comunes eran los crustáceos, mayoritariamente representados por eufáusidos (%IIR= 99,78), por lo que el valor de este índice es mínimo para los demás ítems (**Tabla 21**).

En este caso se consideró la muestra en su totalidad debido a que la información sobre tallas se encontraba incompleta.



- **“PAM Don Julio”**

De los 166 ejemplares, 98 presentaron contenido en el estómago (59,04%), en los que se determinó nueve especies en total (**Tabla 22**). El análisis cuantitativo del contenido estomacal de la merluza de cola señaló que las presas más comunes eran los crustáceos, mayoritariamente representados por eufáusidos (%IIR= 96,58), por lo que el valor de este índice es mínimo para los demás ítems (**Tabla 22**).

Al analizar separadamente la muestra se determinó que ésta estuvo compuesta en un 19,4% por adultos y en un 80,6% por reclutas (**Figura 42**). La importancia relativa de cada ítem alimenticio en el caso de la fracción adulta y recluta se presenta en la **Tabla 23**.

- **“B/F Saint John”**

De los 137 ejemplares, 45 presentaron contenido en el estómago (32,80%), en los que se determinó ocho especies en total (**Tabla 24**). El análisis cuantitativo del contenido estomacal de la merluza de cola señaló que las presas más comunes eran los crustáceos, mayoritariamente representados por eufáusidos (%IIR= 80,27), seguido de los peces pertenecientes a la familia Searsidae (%IIR= 9,79) y otros peces (%IIR= 8,95), que debido a su estado no pudieron ser identificados. El valor de este índice es mínimo para los demás ítems (**Tabla 24**).

Al analizar separadamente la muestra se determinó que ésta estuvo compuesta en un 51,1% por adultos y en un 48,9% por reclutas (**Figura 42**). La importancia relativa de cada ítem alimenticio en el caso de la fracción adulta y recluta se presenta en la **Tabla 25**.



- **Análisis global (todos los buques)**

De los 1226 ejemplares, 864 presentaban contenido en el estómago (70,47%), en los que se determinó al menos 10 especies en total (**Tabla 26**). El análisis cuantitativo del contenido estomacal de la merluza de cola señaló que las presas más comunes eran los crustáceos, mayoritariamente representados por eufáusidos (%IIR= 98,66), por lo que el valor de este índice es mínimo para los demás ítems (**Tabla 26**).

Al analizar el total de la muestra se determinó que ésta estuvo constituida en un 41,4% por adultos y en un 58,6% por reclutas. La importancia relativa de cada ítem alimenticio en el caso de la fracción adulta y recluta se presenta en la **Tabla 27**.

5.5 Objetivo: Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de cola

Se procesó y analizó un total de 1.847 agregaciones mediante el programa Echoview, versión 2.20.53, de Sonardata, correspondientes a merluza de cola, información extraída de los lances de pesca y de las transectas de prospección acústica.

5.5.1 Descriptores morfológicos

Los resultados de este proceso se aprecian en la **Tabla 28**, donde se puede apreciar que las agregaciones de merluza de cola presentaron una extensión o largo promedio de 133 metros, pero con una gran variabilidad, ya que se detectaron agregaciones con una extensión máxima de 5.475 m y mínima de 5 m, cabe señalar que en el programa se determinó una extensión mínima de 5 m para que un ecotrazo fuera reconocida como agregación e incorporada al proceso. Este



amplio criterio de aceptación, provocó que la moda se centrara en el rango entre 1 y 100 m de longitud con un 68% de las observaciones (**Figura 43a**), seguido con un 17% de las agregaciones en el rango entre 100 y 200 metros.

Las agregaciones de merluza de cola presentaron un área promedio de 1.056 m², con grandes variaciones entre sí, llegando a un máximo de 210.384 m² y a un mínimo de 6 m². En este caso la moda también se centró en el primer rango, <100 m² de área con un 29,5% de las observaciones (**Figura 43b**), sin embargo para las agregaciones de mayor tamaño (> 1.000 m²), la moda se centró en el rango comprendido entre los 1.000 y 2.000 m² con el 6,7% de participación como se definió anteriormente, el área total se entiende como la sumatoria del área todos los rectángulos elementales (*Se*) que conforman el ecotrazo.

Con respecto a la altura de estas agregaciones, éstas variaron entre los 2 y 103 m, con un valor promedio de 12 metros de alto, valor que coincide con la moda, la cual se centró en los 10 m de altura, con un 41% de las observaciones en dicho rango (**Figura 44a**). La distribución de frecuencia del descriptor altura muestra una distribución normal con un valor central desplazado hacia el sector izquierdo de la curva.

El perímetro alcanzó valores entre los 16 y 49.918 m con un promedio de 527 m, siendo diferente este valor a la moda, la cual se centró en el rango entre 100 y 200 m con un 25% de las observaciones en dicho rango, seguida de la categoría entre 0 y 100 m en donde se concentró el 24% de las agregaciones (**Figura 44b**). También se observa una pequeña moda en las agregaciones de mayor tamaño centrada en el rango entre 1.000 y 2.000 m, en donde se agrupó el 6% de las observaciones.



La elongación, descriptor que representa la relación largo/altura de las agregaciones, entregó un valor promedio de 10,7 para merluza de cola, con un máximo de 95,8 y un mínimo de 0,2. La distribución de frecuencia de la elongación presentó una distribución normal, asimétrica con valor central desplazado al sector izquierdo de la curva, ubicándose la moda en el valor 4 con un 20% de las observaciones en dicho rango (**Figura 45a**). Cabe destacar que el 52% de las agregaciones se distribuyeron entre los valores 4 y 8 de elongación.

El cálculo de la dimensión fractal entregó un valor promedio de 1,47 lo cual nos describe un grado de cohesión medio entre los peces que conforman las agregaciones de merluza de cola.

La moda del descriptor dimensión fractal (**Figura 45b**) coincidió con el valor promedio, situándose en el valor 1,5 con un 12,9% de las observaciones en dicho valor. El hecho que el 53,5% de las agregaciones presenten un valor de dimensión fractal entre 1,5 y 1,7 indica que las agregaciones de esta especie tienden a formar cardúmenes medianamente cohesionados entre sí.

5.5.2 Descriptores batimétricos

Las agregaciones detectadas de esta especie se distribuyeron en la columna de agua entre los 46 y 320 m de profundidad, con un valor promedio de 164 metros desde la superficie, en fondos que variaron entre los 83 y 1.150 m (**Tabla 28**). Esto en los casos que se detectó fondo, ya que en el 57,4% de las observaciones el fondo no fue detectado, ya que se encontraron en profundidades sobre los 1.500 metros.

La distribución de frecuencia de la profundidad de las agregaciones, muestra una distribución bi-modal, con una moda principal centrada en el rango entre 215 y 230 m de profundidad con el 10,7% de las observaciones y otra moda secundaria



centrada en el rango entre 95 y 110 m con el 9,8% de las agregaciones (**Figura 46a**). Esta distribución bi-modal se explicaría de acuerdo al comportamiento de esta especie en que los ejemplares adultos de esta especie tienden a ubicarse en zonas de mayor profundidad que los ejemplares juveniles.

En relación a la distribución de esta especie con respecto al fondo o cálculo de índice de altura, proceso que sólo se pudo desarrollar con las agregaciones que se ubicaron en fondos detectables (786 observaciones), se determinó un valor promedio de 33, es decir que en promedio las agregaciones de merluza de cola se ubican a un 33% de distancia del fondo con un valor mínimo de 1 y máximo de 96.

La distribución de frecuencia del descriptor Índice de altura (**Figura 46b**), entregó una curva de distribución bi-modal con una moda principal centrada en el rango entre 15 y 20 con el 12,8% de las observaciones y otra secundaria centrada en la categoría 65-70 con el 7,1% de las agregaciones en ese rango.

Cabe destacar que las agregaciones con un valor de Índice de altura entre 5 y 35% se encontraron en un fondo promedio de 140 m y a una profundidad de 119 m en la columna de agua. Mientras que las agregaciones con un valor de Índice de altura entre 55 y 95% se encontraron en fondos con un valor promedio de 718 m y a 203 m desde la superficie. Lo anterior indica que porcentualmente el incremento del fondo (72%) es más significativo que el aumento de la profundidad de las agregaciones (15%). Lo anterior permitiría señalar que más que una dependencia del fondo de esta especie, se refleja una tendencia a mantenerse dentro de su rango de profundidad aun cuando el fondo se incremente notablemente, hasta profundidades sobre los 2.000 metros.



..... INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



6. DISCUSIÓN

Respecto a la prospección

El área de distribución de la merluza de cola fue cubierta adecuadamente en la prospección, en efecto en la **Figura 47** se presenta la distribución de los lances de pesca efectuados por la flota de arrastre de cerco y arrastre durante el mes de noviembre de 2001, cuya área de operación no se extendió al Oeste de la latitud 74°20'S. En cuanto al diseño de la prospección se obtuvo un coeficiente de variación de la biomasa de 22%, que está dentro del rango planteado.

Respecto a la distribución

En la evaluación hidroacústica realizada en 1999 (FIP 99-06), Lillo *et al* (2000) la distribución espacial de la merluza de cola, mostró presencia a lo largo de toda la zona de prospección con un claro predominio de bajas concentraciones, estas también imperaron en la presente prospección, aunque en el presente estudio hay una mayor proporción de áreas con ausencia del recurso. Un cambio en la distribución se refleja en el variograma en el año 1999 que no presentó efecto de pepita y macroestructuras fueron de 4,5 mn (Lillo *et al*, 2000), mientras que en el crucero de 2001 presenta un 8,8% de pepita y una macroestructura mas pequeña de 3 millas náuticas.

En cuanto a la distribución longitudinal en el crucero del año 1999, Lillo *et al* (2000) halló que la merluza de cola tuvo una distribución más costera, mientras que, en el presente año se encontró al oeste del veril de las 200 m, en cuanto a la distribución latitudinal en la prospección del año 2001 esta fue mas extensa en el área norte de la zona de estudio durante noviembre 2001 (**Figura 7**).



Respecto a la distribución batimétrica en ambas evaluaciones hidroacústicas la realizada en 1999, (Lillo *et al*, 2000) y la presente en 2001 se observó que existe una estratificación de tallas por profundidad, en efecto las agregaciones que en profundidades menores a 150 m la asoció a la estructura del stock evaluado, que estaba compuesto preferentemente por ejemplares juveniles que presentan un comportamiento de características pelágicas, a diferencia de su fase adulta donde presenta hábitos más demersales (**Figura 15**).

El análisis de las características morfológicas de las agregaciones de merluza de cola, indicaron que éstas presentan un amplio rango de variabilidad, son medianamente cohesionadas entre sí y con tendencia a formar agregaciones de gran extensión horizontal (estratos), situación que coincide con los resultados obtenidos en la zona sur austral (Lillo *et al*, 2001).

Con respecto a las características batimétricas, y comparando con los resultados obtenidos por Lillo *et al*, 2001, se mantiene la independencia de esta especie con respecto al fondo marino. Si bien la distribución en la columna de agua fue de menor rango en este estudio que el anterior, se explica debido a que más al sur esta especie se encuentra a mayor profundidad. Es decir se mantiene el carácter euribático de las agregaciones.

También se encontraron diferencias en las modas de las distribuciones de profundidad de agregaciones, encontrándose dos modas en este estudio (95-110 m y 215-230 m), mientras que en estudio de la zona sur austral la moda se centró entre los 220-240 m, explicándose lo primero debido a que los juveniles de esta especie tienden a ubicarse a menor profundidad en la columna de agua que los adultos, y lo segundo debido a que en el estudio anterior la captura estuvo compuesta principalmente por ejemplares adultos.



La distribución y composición de talla

La composición de longitud de merluza de cola de la captura realizada en el área de estudio (35° - 40° S.) en noviembre del 2001, tiene principalmente una componente juvenil, con una moda entre los 40 y 60 cm, los cuales se encuentran distribuidos en toda la zona de estudio, tanto en forma latitudinal como batimétrico; pero, con una presencia principal a mediagua entre los 50 y 99 m de profundidad y en zonas de aguas oceánicas frente a la VIII Región, en donde la profundidad de fondo son superiores a 1.000 m. En cambio, la presencia de adultos fue registrada principalmente hacia el extremo norte del área de estudio, y a profundidades de mediagua mayores de 100 m sobre la plataforma continental. Esta tendencia batimétrica de los adultos ha sido observada por Lillo *et al*, (2000 y 2002); sin embargo, estos estudios señalan que la presencia de adultos es mayor hacia el sur de la isla Guafo, tanto para un período de alimentación como para un período de mayor actividad reproductiva; mientras que la fracción juvenil aumenta su presencia latitudinalmente a mediagua en el período de alimentación hacia el norte de la isla Guafo, en zonas con profundidades mayores de 1.000 m; período que caracteriza la temporada de pesca comercial de cerco (octubre a diciembre) en la zona centro-sur. En este sentido, es importante señalar la similitud de las estructuras de tallas de las capturas comerciales con respecto de las estructuras de tallas de las capturas obtenidas en el estudio para la misma zona y período.

En un estudio similar llevado a cabo sobre merluza de cola en noviembre de 1999 en la zona centro sur de Chile, Lillo *et al*, (2000) encuentran en toda el área una fuerte presencia de una moda de ejemplares juveniles entre los 28 y 35 cm; moda que no fue registrada en el presente estudio. Por otro lado, Lillo *et al*. (2000). Registra una importante presencia de dos modas de ejemplares juveniles entre los 42 y 60 cm; modas coincidentes con la captura comercial de cerco de dicho año. Este último antecedente muestra una condición semejante con la registrada en noviembre del



2001, con la salvedad que se registró una moda de juvenil entre los 40 y 60 cm, y centrada entorno los 50 cm. Por otro lado, otro aspecto semejante entre ambos estudios es la inexistencia de actividad reproductiva, como también la similitud de estructura de talla entre machos y hembras.

Estos antecedentes nuevos del año 2001 confirman que durante el período de primavera, fracciones importantes de la población juvenil de merluza de cola muestra un patrón de distribución con una segregación espacial por tamaño hacia la zona centro sur de Chile, concentrándose por un comportamiento de alimentación y de refugio sobre especies predatoras, como merluza del sur y merluza de cola (canibalismo). Sin embargo, este estudio aporta nuevos antecedentes sobre la distribución de la fracción adulta, la cual no solo está distribuida hacia el sur de la Isla Guafo, sino también es posible que otra fracción de adultos se localiza hacia el norte del paralelo 36° S., sugiriendo tomar con mayor atención las capturas comerciales con red mediagua efectuadas hacia el norte de dicho paralelo. Además, se postula que factores ambientales hubieran afectado la distribución espacial y disponibilidad de la fracción de juvenil menor de 40 cm no registrada en el estudio del 2001; aspecto que es importante ser dilucidado con otros estudios, debido que la ausencia en las capturas también podría ser señal de cambios en el reclutamiento de la población.

Al comparar la distribución de la merluza de cola obtenida en noviembre de 1999 y 2001 debe tomarse en cuenta que en el primer crucero se operó con el B/I Abate Molina con una red de arrastre de mediagua diseñada específicamente para la especie en estudio. Mientras que en el segundo crucero se trabajó con cuatro embarcaciones comerciales, dos de ellas “B/F S. John” y “B/F Fríosur” son barcos arrastreros que trabajan habitualmente en pesquería de fondo y las otras dos embarcaciones “PAM Líder” y “PAM Don Julio” multipropósito pero preferentemente orientado a la operación con cerco. Las cuatro embarcaciones trabajaron con redes



de arrastre de mediagua sin embargo desde el punto de vista operativo existen limitaciones que están dadas por el tamaño de la red y su distancia del fondo o de la superficie, la maniobrabilidad de las embarcaciones y de las artes de pesca, de la pericia del capitán y su tripulación. Los planos de las redes no son fáciles de obtener porque las redes comerciales están protegidas por la ley de propiedad intelectual.

En el crucero de noviembre 2001 las redes de las cuatro embarcaciones tenían un cubrecopo de 4 cm, para asegurar la retención de ejemplares de menor tamaño. En el proyecto de evaluación hidroacústica del jurel se efectuaron pescas comparativas entre las embarcaciones B/I Abate Molina y PAM Ventisquero (misma red que el (PAM Don Julio) - PAM Líder que permiten señalar la no existencia de diferencias significativas entre las distribuciones de tallas de las embarcaciones a un 95 % de confianza, razón por lo cual entre las embarcaciones es posible adicionar la información de captura (Córdova et al, 2001; 2002). Es importante señalar que las embarcaciones fueron estandarizadas en sus respectivos copos con un tamaño de malla de 4 cm siendo el arte de pesca rastreado a velocidad relativamente constante entre las embarcaciones. Luego si se considera que la reacción de escape y evitamiento al arte de arrastre en la merluza de cola es bajo, es posible suponer que la selectividad inherente de cada arte de pesca es mínima (Córdova, observación personal).

Biomasa y abundancia

La biomasa estimada en noviembre de 2001 fue de 286.610 t y corresponde a 683 millones de individuos. No es directamente comparable a la cifra de biomasa obtenida en 1999 debido a que involucran cierta diferencia en el área de estudio, no obstante en términos prácticos de apreciación se indica que este año la biomasa es aproximadamente un 11 % menor a la calculada para 1999 (322.000 toneladas).



En 1999, la biomasa estaba sostenida por una moda principal relevante de individuos pequeños, entre 28 y 35 cm (Lillo *et al*, 2000), lo que daba una estructura de edades que se componía en un 80 % por los grupos de edad I y II, en cambio durante noviembre del 2001, la composición de la biomasa indicó una estructura diferente, ahora con presencia modal en ejemplares más grandes, grupos III y IV principalmente (**Figuras 9a y 10a**).

Como información asociada, es pertinente señalar, que para la pesquería pelágica comercial centro sur del año 2000, año que corresponde al período entre las dos evaluaciones citadas anteriormente, Aranís *et al* (2001) señalan el GE II y III (edades juveniles) como las componentes de un 94 % de las capturas de esa zona, lo cual se relaciona directamente con la estructura de las abundancias encontradas en la evaluación del recurso en la zona en el año 1999 y los cambios que se observan en el 2001, aunque no debe dejar de considerar que existen diferencias propias que corresponden a que la actividad comercial se focaliza a visitar áreas de pesca de acuerdo a sus intereses.

En las **Figuras 9a y 10a, 9b y 10b** se señala con flechas la secuencia de los grupos de edad más relevantes. Los grupos de edad I y II que se encontraban en forma sumamente destacada durante 1999 (clases anuales 1998 y 1997 respectivamente) al paso de dos años, en la presente evaluación del recurso, la presencia etaria ha cambiado notablemente, tanto en su composición porcentual (barras), como en el número de individuos que sostiene cada grupo de edad (línea). Ejemplo de ello es el abundante GE II observado en 1999, el cual de encontrarse una abundancia de ~1.500 millones de individuos de ambos sexos, (770 millones de machos y 726 millones de hembras, Lillo *et al*, 2000), al paso de dos años se observa como GE IV con ~200 millones de individuos (98 millones de machos y 99 millones de hembras).



El peso promedio de los individuos en comparación al crucero de 1999, es totalmente diferente. Para los machos se observa que de un peso promedio de 117 g en 1999 se pasó a un peso promedio de 469 g en 2001. En hembras ocurre de forma similar, desde un peso promedio de 128 g en 1999, se presenta un peso promedio de 508 g en 2001. Este peso promedio es un factor relevante que hace que la abundancia producto de la evaluación del reclutamiento del año 2001 (área 35° - 40°), sea mucho menor que la abundancia del stock observada en 1999 (área 35° 20' - 47°S).

En 1999, la evaluación directa de merluza de cola en la zona centro - sur arrojó un total de 2.633.881.039 individuos (51,3% de machos y 48,7% de hembras); en cambio durante el crucero de evaluación del reclutamiento la abundancia realizado en noviembre de 2001 estuvo constituida por 682.767.918 individuos (48,1% de machos y 51,9% de hembras).

- **Principales ítems alimentarios**

Los análisis indican que tanto parcial como globalmente *M. magellanicus* se alimenta mayoritariamente de presas de pequeño tamaño (< 3,0 cm), teniendo un espectro trófico compuesto principalmente por eufáusidos (Tablas 17 a 27). Sin embargo es destacable que aunque en menor proporción, se alimenta de otro tipo de presas de mayor tamaño como son los peces correspondientes a la familia de Myctophidae y Searsiidae. Así mismo los resultados indicarían que la merluza de cola tiene un comportamiento de alimentación oportunista, ingiriendo aquellas presas que se encuentran en mayor abundancia en el medio, en este caso eufáusidos. Estos resultados presentan coincidencia con estudios de alimentación de *Macruronus magellanicus* realizados en mares argentinos, como el de Cousseau y Perrotta (2000), quienes determinaron que la dieta de la merluza de cola estaba constituida por peces de pequeña talla, crustáceos (anfípodos y



eufáusidos), cefalópodos y quetognatos. Estos autores encontraron diferencias en la alimentación de juveniles y adultos. En los primeros dominan eufáusidos y anfípodos y se alimentan además de quetognatos, pequeños cefalópodos y peces en estado larval y juvenil. En cambio en los adultos además de los ítems mencionados, ingieren peces adultos (nototenidos y sardina fueguina) y cefalópodos. Según los resultados de este estudio existiría una diferencia en la abundancia relativa del consumo de eufáusidos ligeramente mayor por parte de los reclutas en todos los cruceros. Así mismo la presencia de peces especialmente Searsidos es mayor en los estómagos de la fracción adulta como se observó en el crucero “B/F Saint John” y “PAM Don Julio”, este hecho podría estar asociado además al efecto latitudinal y/o profundidad en la cual los peces fueron capturados.

Los resultados de esta investigación también son concordantes con lo encontrado por Avilés *et al.*, 1979, señalando que *Macruronus magellanicus*, es una especie zooplanctófaga, ya que se alimenta principalmente de eufáusidos y secundariamente de camarón, mictófidos y calamares. Además detectaron que los individuos de tallas superiores a 50 cm se alimentaban de merluza de cola juvenil, merluza de tres aletas y sardina fueguina en el área sur de los 52° Sur.

Sin embargo los resultados de la presente investigación realizados en la zona centro sur de Chile, presenta una gama de ítems diferentes a la obtenida en un estudio efectuado en la zona sur austral de Chile, en la cual la composición de la dieta estaba constituida por salpas, restos de crustáceos y mictófidos, siendo el principal ítem alimentario salpa (85%). También determinaron canibalismo y la presencia de la presa de la merluza de tres aletas la cual se presentaría en tallas superiores a 60 cm. En cambio mictófidos, y restos de crustáceos como *Euphausia* y *Pasiphaea* se presentan tanto en tallas juveniles como adultos. Esta situación confirmaría el carácter de oportunista de esta especie. El alto porcentaje



de salpas en el contenido gástrico vendría a confirmar el carácter de oportunista de esta especie consumiendo el ítem de mayor disponibilidad en el medio. La abundancia de plancton gelatinoso en varias zonas incluidas las zonas más australes no es un hecho extraño (S. Palma, com. pers.). En un estudio realizado por Rojas *et al.*, 1998, se encontró que el 93,7% de los estómagos de **Caprodon longimanus** de la Isla Alejandro Selkirk contenían salpas de la especie **Thalia sp.**

Los resultados del estudio de alimentación de la merluza de cola en el interior del Seno de Reloncaví, efectuado por Bahamonde (1953), indicaron que la dieta de esta especie estaba fundamentalmente compuesta de Calianásidos (75,5%), Teleósteos (23,8%), Munidos (0,34%) y Feofíceas (0,34%). Las diferencias en la composición de la dieta podrían deberse a la zona donde fueron efectuados los muestreos, como también la época del año, la profundidad y la fracción de la población muestreada, en el caso de esta investigación, aún sin considerar los eufáusidos, la fracción recluta presenta un mayor variedad de especies y mayor importancia relativa de pequeños crustáceos comparada con la presencia de peces en el contenido.

Especies tales como Euphausiacea, **Euphausia lamelligera** y **Nyctiphanes simplex** son dominantes entre los 5°S y 40°S a unas 60-100 millas de la costa chilena.

El principal ítem alimentario, Euphausiacea, es una especie numéricamente dominante, que en la VIII Región presenta densidades que fluctúan entre 1,500 y 206,000 individuos por m³ (Linacre, 1997), constituyendo el 76% de las especies de eufáusidos presentes. Esta especie ha sido reportada como una de las más abundantes, además de endémica, del sistema de corrientes Chile-Perú (Antezana, 1978), asociada particularmente a la capa de mínimo de oxígeno de la



corriente sub-superficial Perú-Chile (Linacre, *op. cit.*), constituye también parte importante de la dieta de varias otras especies ícticas del sistema.

Arancibia y Meléndez (1987) *fide* Sepúlveda y Menares (1998), reportan la presencia de Euphausiacea en la dieta de *Merluccius gayi* (40%), *Trachurus murphyi* (92%), *Hippoglossina macrops* (5.81%) *Centroscyllium nigrum* (2.22%), especies que comparten el recurso, sin embargo es probable que preden sobre él en espacio y tiempo diferentes: *T murphyi* es un depredador estrictamente pelágico, en tanto que las restantes especies tienen hábitos de alimentación combinada epibentónica-pelágica. Además Sepúlveda y Menares (1998), en su estudio de contenidos gástricos de *Brama australis* indican la presencia de *Euphausia sp.* (99%).

- **Las condiciones ambientales**

En cuanto a las condición oceanográficas superficiales la merluza de cola se encontró asociada más asociada a la clorofila, que es una variable no conservativa, que a la temperatura. La merluza de cola y se distribuye mas ampliamente en el área donde los valores de cloa son intermedios, a partir de esa información de puede deducir que hay presencia de fitoplacton, sobre el cual puede estar pastoreando los eufaúsidos que son el ítem alimentario preferido de la merluza de cola. Se puede plantear que la merluza de cola se encuentra en una fase de alimentación.

En cuanto a las condiciones oceanográficas batimétricas, si bien es cierto se obtuvieron en una área restringida proporcionan una visión global: la termoclina se presentó poco desarrollada a lo largo de toda la zona, con un espesor promedio de sólo 5 m y de gradiente promedio 0,3°C/m. y la capa de mezcla se presentó a un máximo de 45 m. En cuanto a los tipos de agua en la capa superficial de los



primeros 150 m se encuentra un predominio de Agua Subantártica de baja salinidad y temperatura, la que se encuentra mezclada con aguas continentales en prácticamente toda la zona de estudio. La capa de 150 a 300 m presentó una mayor participación de Agua Ecuatorial Subsuperficial, presentando la mayor intensidad de su núcleo hacia el sector costero y hacia el norte de la zona de estudio. Esta capa se caracteriza por presentar la máxima de salinidad en la vertical. El núcleo de AESS se localiza a lo largo de la costa de Chile de 300 m en el extremo norte a 200 m en el centro sur del país, por lo tanto su ubicación en la zona de trabajo inmediatamente al norte, y de la cual no hay datos hidrográficos, se puede indicar con cierta seguridad que el núcleo de AESS se encuentra también a un nivel de profundidad similar a lo encontrado para esta zona, es decir, cercano a los 200 metros. A partir de estos resultados y la distribución de la merluza de cola se podría plantear que esta se encuentra distribuida bajo la capa de mezcla, donde las aguas son menos turbulentas y las juveniles están preferentemente en aguas Agua Subantártica, mientras que los ejemplares de mayor talla tendrían preferencia por las aguas AESS. Esta es una hipótesis que debe ser ratificada en próximos estudios.



..... INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



7. CONCLUSIONES

- La biomasa de merluza de cola estimada mediante el método acústico alcanzó a 286.610 toneladas, con un intervalo de confianza que fluctuó entre 179 mil y 394 mil toneladas, la varianza estimada alcanzó a $4,3 \cdot 10^8$. La biomasa de reclutas es de 213.234 que representa el 74,4% de la biomasa.
- La abundancia de la merluza de cola se estimó en 682,8 millones de ejemplares, de los cuales 328 millones (48,1%) correspondieron a machos y 354 millones (51,9%) a hembras. Los reclutas aportan con 577 millones por individuos que representan el 84,5%.
- En el año 2001 se presenta un leve decrecimiento de la biomasa (11 %) con respecto a lo estimado en el año 1999, se presenta acompañado de un gran descenso en la abundancia de individuos (74%).
- La abundancia en el 2001 estuvo sostenida en ~60 % por los grupos de edad III y IV, quienes corresponden a los peces nacidos en 1997 y 1998.
- Los grupos de edad relevantes en la composición de la abundancia en el año 2001, corresponden a las mismas clases que sostuvieron en ~80% la estructura por grupos de edad estimada en 1999.
- No se observa la entrada de otras clases anuales fuertes, encontrándose casi sin representación los grupos de edad I y II.



- La distribución espacial del stock de la merluza de cola fue extendida desde el norte del área de estudio hasta la latitud $37^{\circ} 40'$, hacia el sur el recurso se presentó más infrecuentemente. Las densidades prospectada de merluza de cola fueron bajas, las mayores concentraciones se reportaron al Este del veril de los 200 m desde el sur de punta Nugurne hasta Lebu.
- La fracción de individuos adultos se presenta al norte de la latitud 36° Sur.
- La estructura de talla de merluza de cola registrada durante el estudio se compone principalmente de juveniles, con una moda entre los 40 y 60 cm, la cual se encuentra distribuida en toda el área de estudio.
- La estructura de talla más importante en la captura se localiza en condiciones oceánicas entre los 50 y 99 m de profundidad y es coincidente con la estructura comercial.
- Existe una estratificación de tallas por profundidad, las agregaciones que en profundidades menores a 150 m estaban compuestas preferentemente por ejemplares juveniles, que presentan un comportamiento de características pelágicas, en la fase adulta presentan hábitos más demersales.
- Las estructuras de tallas entre machos y hembras son muy similares y la relación entre dichos sexos es 1:1 y no muestran actividad reproductiva.
- La merluza de cola presenta una asociación moderada con la clorofila (Índice de Cramer es 0,49) y una asociación baja con la temperatura superficial del mar (Índice de Cramer es 0,25).



- La zona de estudio presentó procesos de surgencia costera que originaron menores temperaturas y mayores salinidades relativas en superficie a lo largo de la franja de 10 a 25 mn de la costa. La capa de mezcla presentó un máximo de 45 m en la zona de estudio y tuvo un aumento de su espesor en un sentido noreste. La termoclina se presentó poco desarrollada a lo largo de toda la zona, con un espesor promedio de sólo 5 m y de gradiente promedio $0,3^{\circ}\text{C}/\text{m}$.
- En la capa superficial de los primeros 150 m se encuentra un predominio de Agua Subantártica de baja salinidad y temperatura, la que se encuentra mezclada con aguas continentales en prácticamente toda la zona de estudio. La capa de 150 a 300 m presentó una mayor participación de Agua Ecuatorial Subsuperficial, presentando la mayor en el nivel de 200 m de profundidad. Los valores de temperatura y salinidad indican que a este nivel se ubicó con una mayor intensidad relativa el núcleo de Agua Ecuatorial Subsuperficial, el que también fue más intenso hacia el sector costero.
- En las zonas y época de los muestreos la presa de mayor importancia relativa en ambas fracciones, adulta y juvenil, de la población de merluza de cola estuvo representada por eufáusidos, específicamente Euphausiacea.
- Los resultados muestran una leve diferencia en la composición de contenido gástrico de adultos y reclutas, presentando la composición de estos últimos una mayor variedad y cantidad de especies de crustáceos, a diferencia de los adultos, en los que el consumo de peces aumenta.
- En el punto de muestreo más austral (crucero "B/F Saint John"), se evidencia la mayor diferencia en la composición del contenido gástrico entre adultos y reclutas.



- El estudio de las características morfométricas y batimétricas de las agregaciones de merluza de cola, lograrían calificar a éstas en ciertos rangos característicos de la especie, aún cuando es necesario aumentar la serie de datos a fin de determinar una tendencia más definitiva.



8. BIBLIOGRAFÍA

Aguayo, M. y R. Gili. 1984. Edad y crecimiento de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönnberg) (Gadiforme-Gadidae). Investigación Pesquera. Instituto de Fomento Pesquero 31: 47-58.

Anónimo 1991. Rapport of the workshop on the applicability of spatial techniques to acoustic survey data. Ices cooperative research report N° 195, 87 p.

Antezana, T. 1978. Distribution of euphausiids in the Chile-Perú current with particular reference to the endemic *E. mucronata* and the oxygen minimum layer. Ph.D.fissertation, San Diego. Scripps Institution of Oceanography, University of California, 465 pp.

Antezana, T. 1981. Zoogeography of euphausiids of the South Eastern Pacific Ocean. Memorias del seminario de Indicadores Biológicos del Plancton. UNESCO, Montevideo, 4-23

Arancibia, F. H. y R. Meléndez. 1987. Alimentación de peces concurrentes en la pesquería de *Pleuroncodes monodon* Milne Edwards. Invest. Pesq. (Chile) 34, 113-128.

Arancibia, H., M. Fuentealba, L. Cubillos y R. Meléndez. 1994. Interacciones predador presa en el ecosistema marino de Chile central. Trabajo presentado en las XIV Jornadas de Ciencias del Mar, Puerto Montt, 74 pp.



- Aranís, A.; G. Böhm; R. Gili; V. Bocic y H. Hidalgo. 2001.** Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Pesquerías Nacionales. Informe Final. Investigación Situación de las Pesquerías Pelágica Zona Centro-Sur 2000. Requirente: Subsecretaría de Pesca- Chile. Ejecutor: Instituto de Fomento Pesquero, 71 p.; 35 figuras; 11 tablas y 6 anexos
- Avilés, S., M. Aguayo, F. Inostroza y J. Cañón. 1979.** Merluza de cola. En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Peces. CORFO/IFOP, AP79-18.
- Bahamonde, N. 1953.** Alimentación de la huelca o huaica *Macruronus magellanicus* Lönnberg, 1907. Rev. Invest. Zool. Chilenas, 1(10): 5-7
- Bahamonde, R. 1978.** Distribución y abundancia relativa de los principales recursos demersales entre Corral y golfo de Penas. Serie Investigación Pesquera n° 27. 46pp
- Barbieri, M. A., E. Yáñez, M. Farías y R. Aguilera. 1989.** Determination of probable fishing areas for albacore in Chile's central zone. In: IGARSS'89, Quantitative Remote Sensing: An Economic Tool for the Nineties, IEEE Publ., Vol. 4: 2447-2450
- Barría, P. A. Aranís y S. Mora. 2001.** Pesca de investigación de merluza de cola entre la V y la X Regiones. SUBPESCA. Informe final: 21 pág.
- Bodholt, H. 1991.** Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21.



Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, Vol. (1-2), 1706 pp.

Cáceres, M. 1990. Variabilidad espacial y temporal de la temperatura superficial del mar frente a Concepción, Chile Central, usando percepción remota. Tesis presentada a la Escuela de Graduados de la Universidad de Concepción para optar al grado de Magister en Ciencias Mención Oceanografía. pp 90

Córdova, J, M. A. Barbieri y M. Espejo. 2001. Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE de Chile. FIP 2000-03. Instituto de Fomento Pesquero. 203 pags + figs.

Córdova, J, M. A. Barbieri y M. Espejo. 2002. Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE de Chile. FIP 2002-02. Instituto de Fomento Pesquero. 204 pags + figs.

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

Cressie, N. 1993. Statistics for spatial data (Revised edition). J. Wiley and Sons, 900 p.

D'Amours, D. 1993. The distribution of cod (**Gadus morhua**) in relation to temperature and oxygen level in the Gulf of St. Lawrence. Fish. Oceanogr., 2(1): 24-29.

Doi, M y A. Surti. 1993. Estimation of dorsal aspect target strength of deep water fish using a model of swimbladder backscattering. Journal of the Acoustical Society of America. 87:1588-1596.



- Englund, E. y A. Sparks. 1988.** Geo-EAS. Geostatistical environmental assessment software. U.S. Environmental Protection Agency; Las Vegas.
- Freón, P. F. Gerlotto, O. y A. Missund. 1996.** Consequences of fish behaviour for stock assessment. ICES. Mar. Sci. Symp., 178-183.
- Kawaguchi, K y H. Shimizu. 1978.** Taxonomy and distribution of the Lanternfishes, genus *Diaphus* (PISCES, MYCTOPHIDAE) in the Western Pacific, Eastern Indian Oceans and the Southeast Asian Seas. Bull.Ocean. Res. Inst. Univ. Tokyo, 10: 1
- Kleckner, D. 1996.** Surfer for Windows user guide. Golden Software Inc.
- Linacre, L. 1997.** Composición, distribución y abundancia de los eufáusidos en relación a las condiciones oceanográficas encontradas frente a la costa de Concepción, Chile. Tesis para optar al título de Oceanógrafo. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso, 122 pp.
- Lillo, S., A. Paillamán, V. Correa, E. Figueroa, R. Céspedes, H. Miranda, J. Blanco, A. Vega, F. Balbontín, R. Bravo y R. Bernal. 1994.** Evaluación directa del stock desovante de merluza del sur en la zona de Guafo y Guamblin, X y XI región. Informe final proyecto FIP 93-04. 123 p + figs y anexos.
- Lillo, S. y A. Paillamán. 1996.** Evaluación acústica y distribución espacial del stock de merluza común. En: Informe Final Proyecto FIP 95 -14. Evaluación hidroacústica del stock de merluza común en la zona centro sur. IFOP/INPESCA, 131p+figs y anexos.



- Lillo, S., M. Espejo, R. Céspedes, L. Adasme, J. L. Blanco, J. Letelier, M. Braun y V. Valenzuela. 1997.** Evaluación directa del stock de merluza de cola en la X y XI Regiones. Informe Final proyecto FIP-95-18.
- Lillo, S., J. Córdova y M. Rojas. 1998a.** Evaluación hidroacústica y distribución espacial del stock de merluza común. En: Pre-informe Final Proyecto FIP 97 –12. Evaluación hidroacústica del stock de merluza común en la zona centro sur. IFOP. 125p+figs y anexos.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda y R. Vega. 2000.** Evaluación directa de merluza de cola en la zona centro-sur, 1999. Informe final. IFOP-FIP 99-06.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, R. Vega, L. Adasme y H. Hidalgo. 2000.** Evaluación directa de merluza de cola en la zona centro sur 1999. Informe final (FIP 99-06), IFOP: 55 p. (más tablas y figuras)
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda y F. Balbontín. 2001.** Evaluación acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Preinforme final. IFOP-FIP 2000-14.
- Lillo, S., V. Ojeda, R. Céspedes, F. Balbontín, A. Saavedra, R. Bravo, L. Adasme y M. Rojas. 2002.** Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Informe pre-final (FIP 2001-19), IFOP: 86 p. (más tablas y figuras)
- MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992.** Fisheries acoustic. Chapman & Hall, 325 pp.



- Maravelias, C. y D. Reid. 1995.** Relationship between herring (*Clupea harengus*) distribution and sea surface salinity and temperature in the northern North Sea. *Sci. Mar.*, 59: 427-438.
- Maravelias, D., D. Reid, J. Simmonds y J. Haralabous. 1996.** Spatial analysis and mapping of acoustic survey data in presence of high local variability: a geostatistical application to north sea herring (*Clupea harengus*). *Can. J. Aquat. Sci.* 53: 1497-1505.
- Maynou, F., F. Sardá y G. Conan. 1998.** Assesment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* populations in the northwestern mediterranean by geostatistics. *J. Mar. Sci.* 55: 102-120.
- Millero, F. y A. Poisson. 1981.** International one atmosphere equation of state of seawater. *Deep Sea Res.*, 28A, 625-629.
- Mora, S., H. Miranda, J. Sateler, J. Ortega, M. Nilo, V. Ojeda, R. Gili y I. Payá. 1996.** Investigación situación pesquería demersal zona centro-sur. 1995. Instituto de Fomento Pesquero. Informe Técnico para la Subsecretaría de Pesca.
- NODC. 1991.** Key to Oceanographic Record Documentation N°14. National Oceanographic Data Center. NOAA. USA.
- Ojeda, V., F. Cerna, M. Aguayo, I. Payá y J. Chong. 1998.** Estudio de crecimiento y construcción de claves talla-edad de merluza de tres aletas y merluza de cola. Informe final. FIP 97-15. 131 p.; 52 figuras; 53 tablas y anexo.



- Ojeda, V., F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid; L. Muñoz y L. Chong. 2001.** Determinación de Edad. En: Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2000. II Parte. 45 p.; 16 figuras, 41 tablas.
- Ona, E. 1990.** Physiological factors causing natural variations in acoustic target strength of fish. J. Mar. Biolog. Associations of the UK. 70: 107-127.
- Payá, I., S. Mora, J. Sateler y M. Donoso. 1993.** Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Demersales (Peces) Zona Centro-Sur 1992. Estado de Situación y Perspectivas del Recurso. Santiago, Chile. CORFO-IFOP (SGI-IFOP 94/2) 41 pp.
- Payá, I., S. Lillo, A. Paillamán, S. Mora, V. Ojeda, E. Figueroa y J. Blanco. 1995.** Evaluación hidroacústica Merluza común. Sección I. En: Evaluación acústica del stock de merluza común en la zona centro-sur. FIP-IFOP Informe Final.
- 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. Proyecto FIP. Informe final. 156 p.
- Payá, I., R. Tascheri, J. Sateler, V. Ojeda, R. Gili, C. Vera, H. Miranda, L. Adasme, J. Olivares y C. Bravo. 1998b.** Investigación situación pesquería demersal zona centro-sur 1997. Programa de seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. Instituto de Fomento Pesquero. 85 páginas, 52 figuras y 69 tablas.



- Pelletier, D. y A. M. Parma 1994.** Spatial distribution of Pacific Halibut (*Hippoglossus stenolepis*): an application of geostatistics to longline survey data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51:1506-1518.
- Petitgas, P. 1991.** Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 p.
- Petitgas, P. y J. Prampart. 1993.** Global estimation: σ^2/n and the geostatistical estimation variance. En: Rapport of the workshop on the applicability of spatial techniques to acoustic survey data. Ices cooperative research report N° 195, Appendix B.
- Petitgas, P. y T. Lafont. 1997.** EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on windows 95 for the precision of fish stock assesment surveys. ICES CM 1997/Y: 22.
- Piennar, L. V. and W. E. Ricker. 1968.** Estimating mean weight from length statistics. J. Fish. Res. Board Com. 25: 2743 - 2747.
- Pinkas, L.; M.S. Oliphant y I.L.K. Iverson. 1971.** Foods habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California Waters. Calif. Fish. Game, 152: 1-105
- Retamal, M. 1994.** Los Decápodos de Chile. Facultad de Ciencias Biológicas, Univ. Concepción, 256 pp
- Rojas, R., S. Palma y G. Pequeño. 1998.** Food of the grouper *Caprodon longimanus* from Alejandro Selkirk Island, Chile (Perciformes: Serranidae). Rev. Biol.. Trop., 46(4): 937-942.



- 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.
- Scalabrin, C. 1997.** Identification acoustique des especes pelagiques a partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospecificues. These. Ecole doctorale des sciences de la mer.
- Sepúlveda, J. I. y B. Menares. 1998.** Contenidos gástricos de la reineta, *Brama australis* Valenciennes, 1836 capturada por pescadores artesanales frente a la zona de Valparaíso (Pises: Bramidae). *Estud. Doc., Univ. Católica de Valparaíso*, 8/98, 13 pp.
- SERNAPESCA. 1999.** Anuario estadístico de pesca 1998.
- Serra, R., G. Böhm, V. Bocic, R. Gili y H. Miranda. 1999.** Investigación situación pesquería pelágica zona centro-sur, 1998. Informe final Programa de seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. 74pp +tablas y figuras-
- Silva, N. y D. Konow H. 1975.** Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Sudoriental. Expedición Krill. Crucero 3-4, julio-agosto 1974. *Rev. Com. Per. Pacífico Sur*, (3):63-75
- Simrad, 1991.** Simrad EK500. Scientific echosounder. Operator manual. P217E.0: 15pp.
- Simrad, 2000.** Simrad EK 60. Scientific echosounder. Instruction manual – Base version. PN 857-164204/AA000/7-20. Simrad AS.



Southward, G. 1976. Sampling landings of halibut for age composition Int. Halibut Comm. Sci. Rep. 58;31 p.

Tascheri, R., Z. Young, J. Sateler, J. Merino, J. González, E. Díaz, Y. Muñoz, V. Ojeda, J. Olivares. R. Gili, R. Bravo, 2002. Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales. Informe Final 2001. Investigación situación pesquería demersal zona centro – sur. 2002. SUBPESCA - IFOP. 359 p.

UNESCO, 1981a. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar., Sci. N°36.

UNESCO, 1981b. Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°37.

UNESCO, 1981c. Background papers and supporting data on the International Equation of State of Seawater. Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°38.

Wisner, R. 1974. The taxonomy and distribution of lanternfishes (Family Myctophidae) of the Eastern Pacific Ocean. Navy Ocean Research and Development Activity, Mississippi, 229 pp

Young, Z., J. Chong, H. Robotham, P. Galvez y H. González. 1998. Análisis de la pesquería de merluza de cola en la zona sur-austral. 1998. Informe Final proyecto FIP 96-37.

FIGURAS

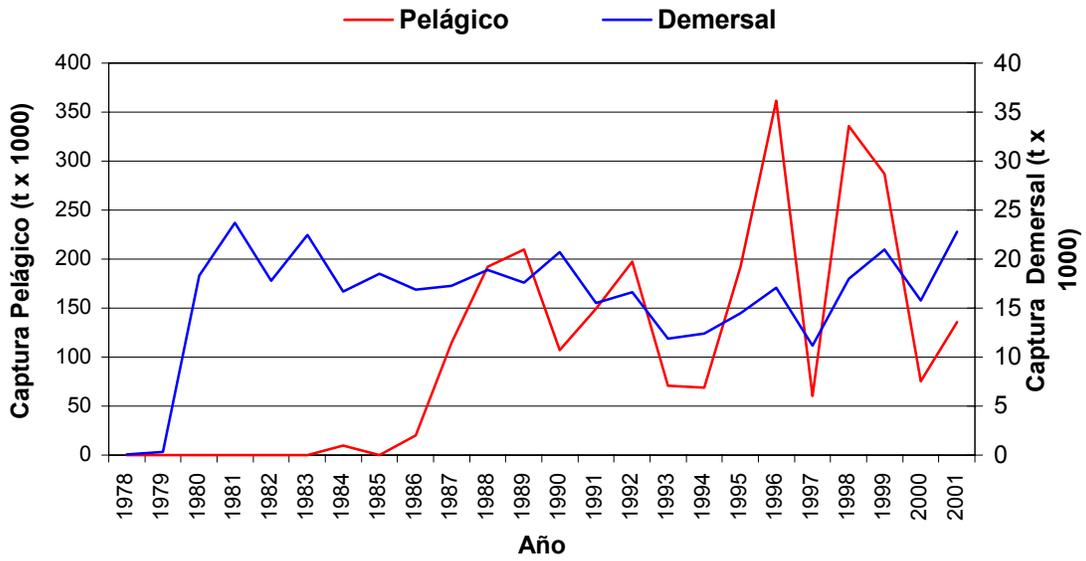


Figura 1. Desembarques de merluza de cola, periodo 1979 – 2001.

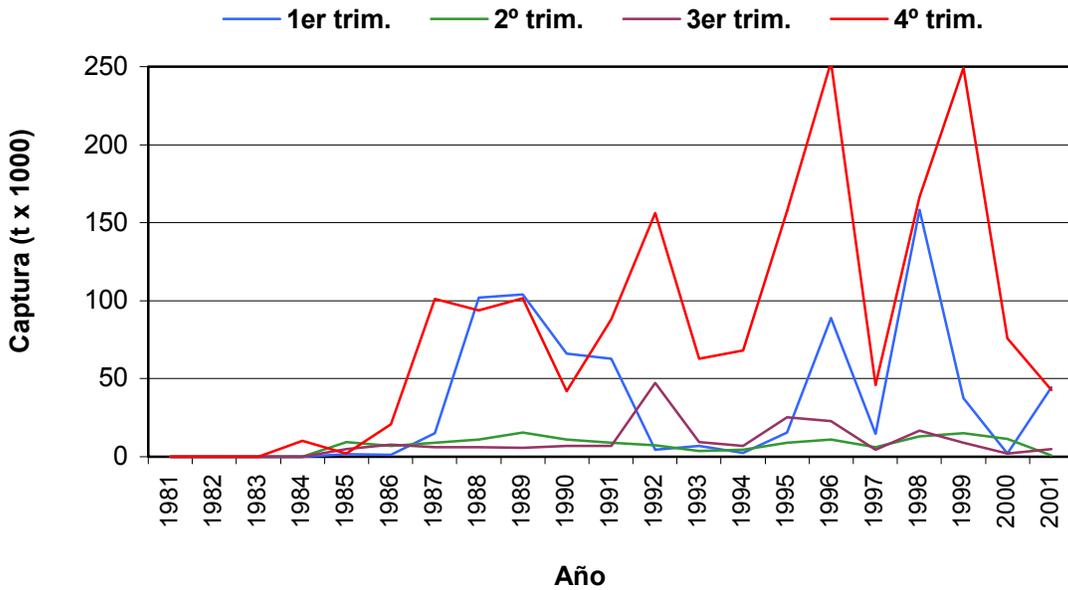
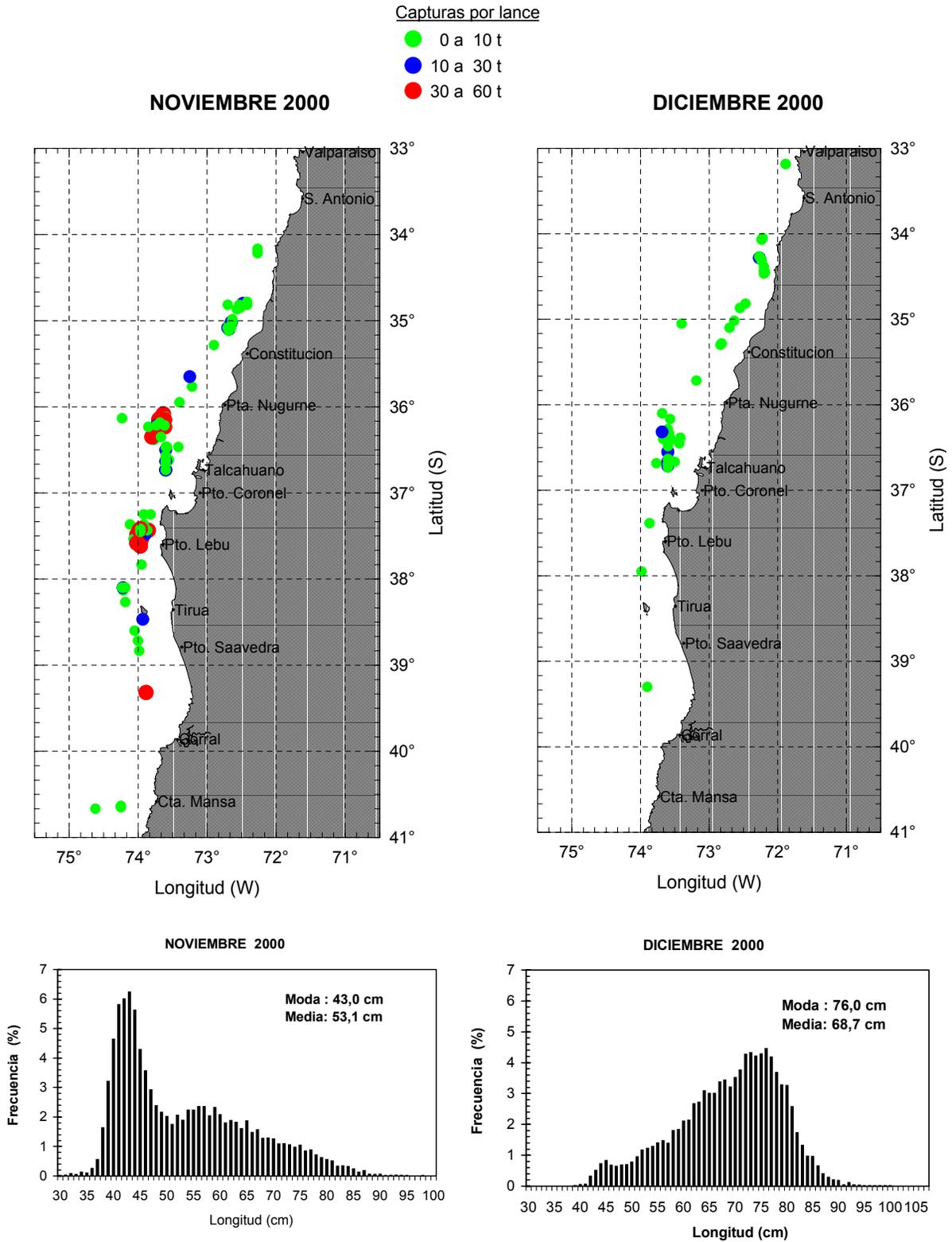


Figura 2. Distribución trimestral de las capturas de merluza de cola, zona centro sur.



Fuente: Aranís et al, 2001.

Figura 3. Distribución espacial de las capturas de merluza de cola realizadas por la flota arrastrera en los meses de noviembre y diciembre 2000.

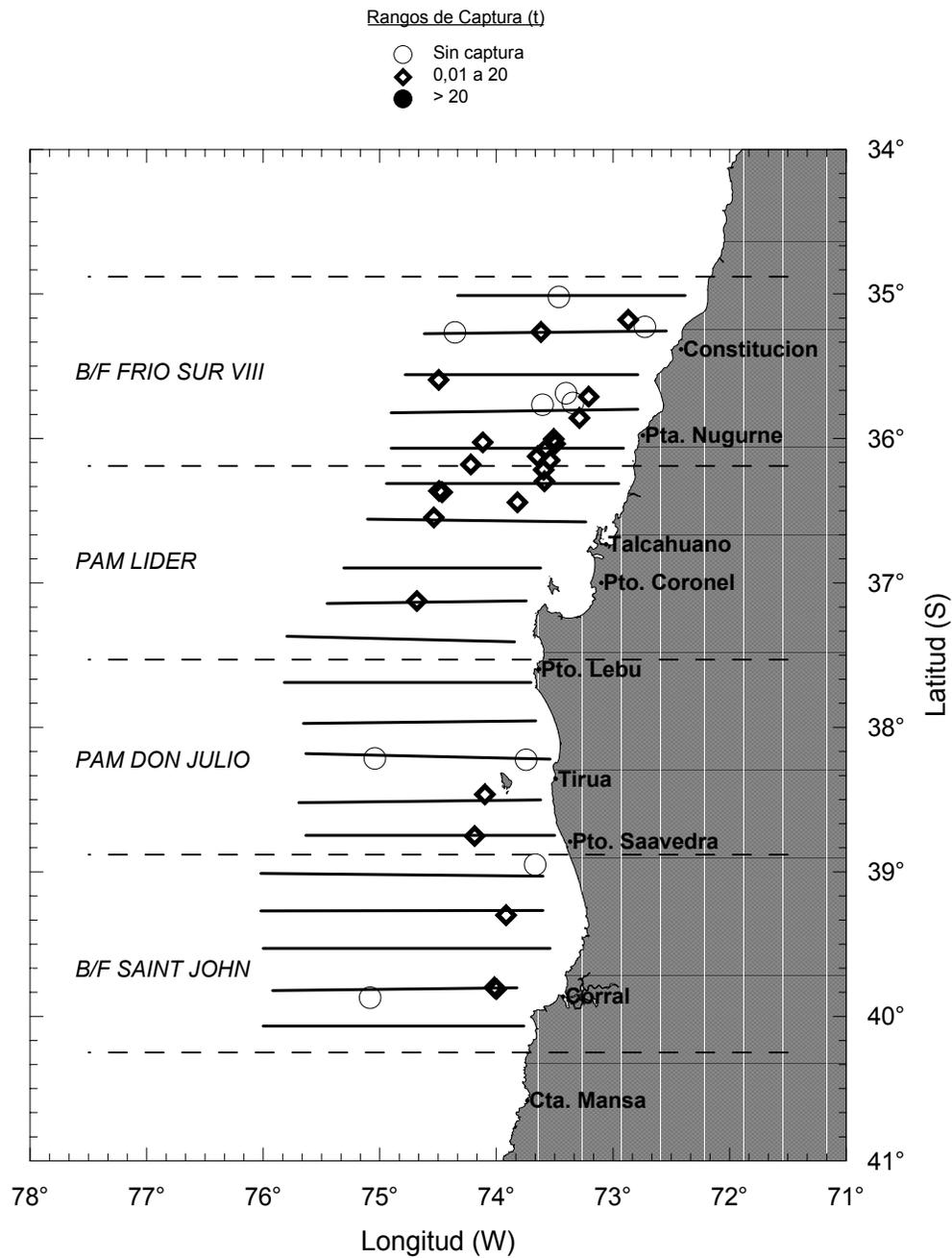


Figura 4. Localización geográfica de las transectas acústicas y lances de pesca, noviembre del 2001.

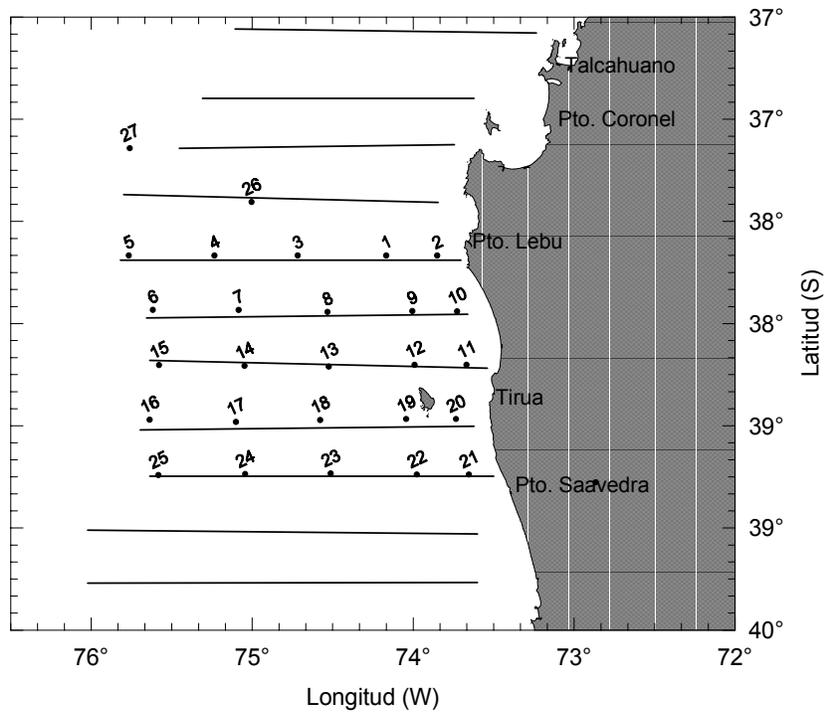


Figura 5. Localización geográfica de las estaciones y las transectas, noviembre del 2001.

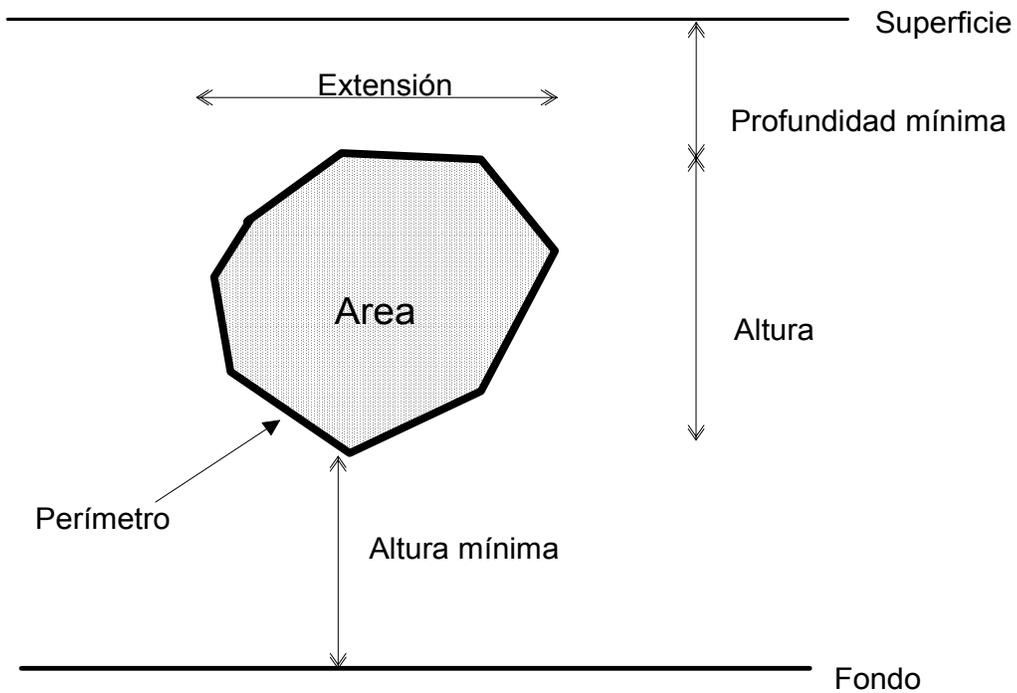


Figura 6. Descriptores a utilizar para caracterizar las agregaciones.

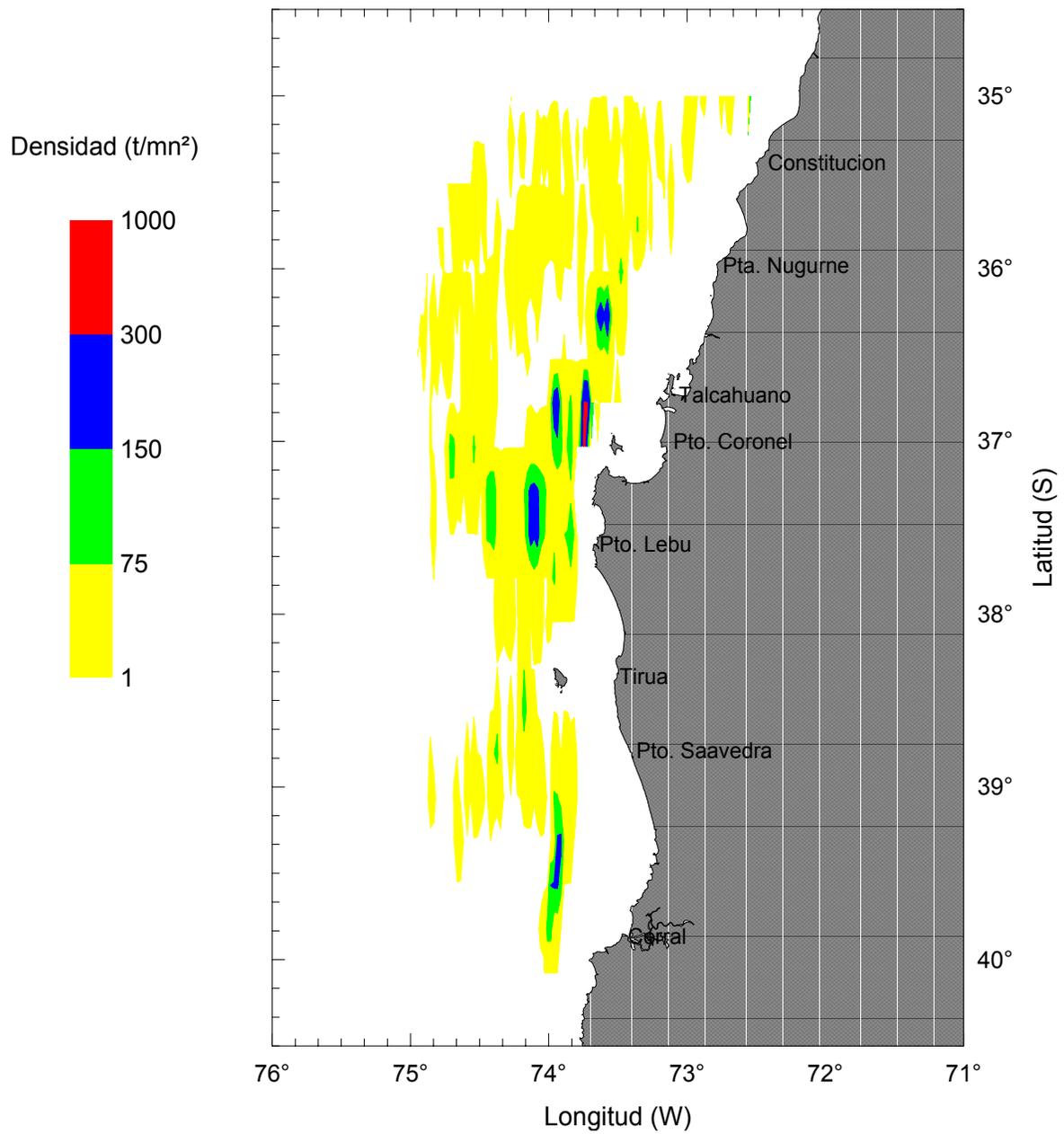


Figura 7. Distribución espacial de la merluza de cola (*Macrurus magellanicus*).
Crucero noviembre del 2001

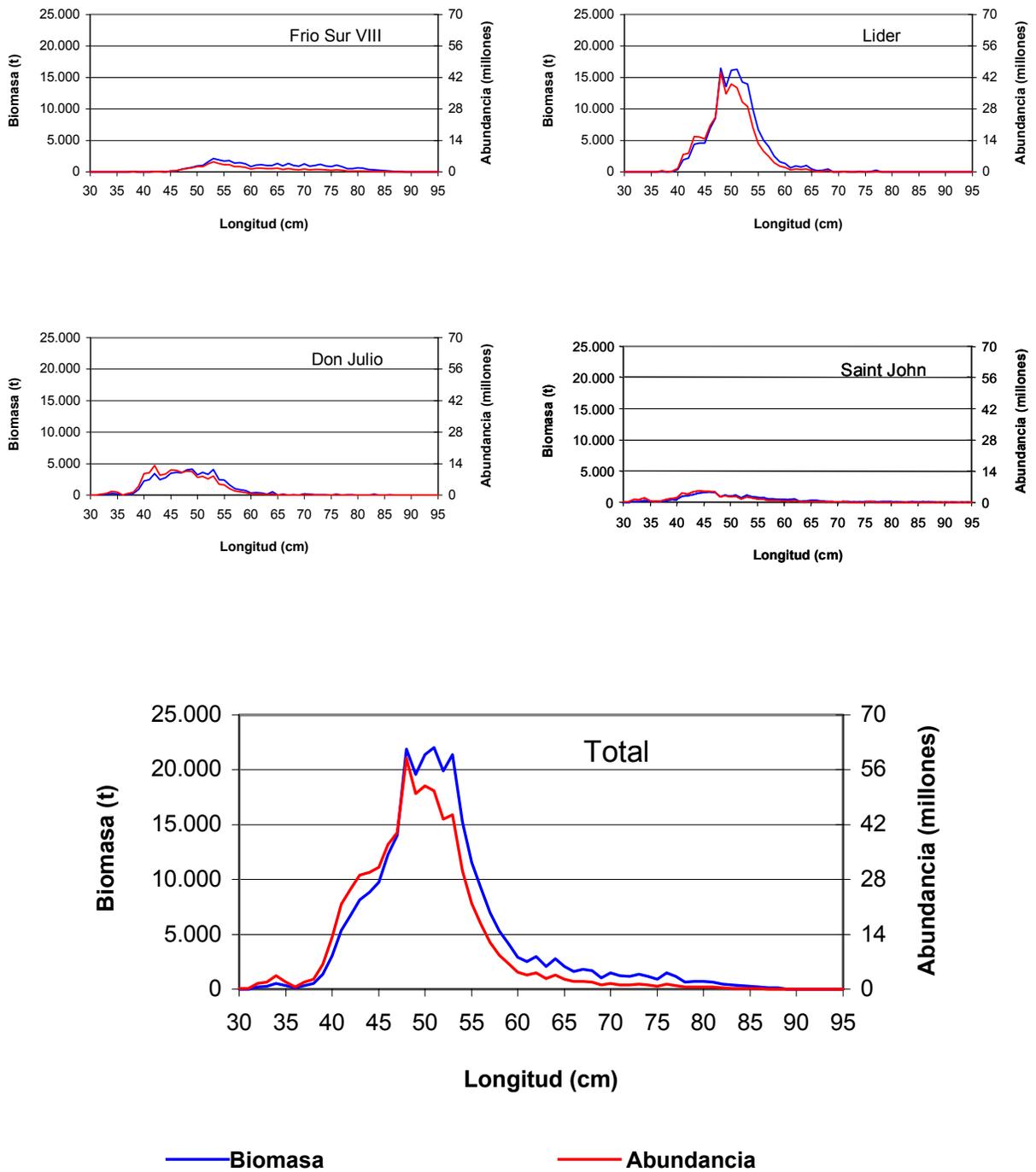
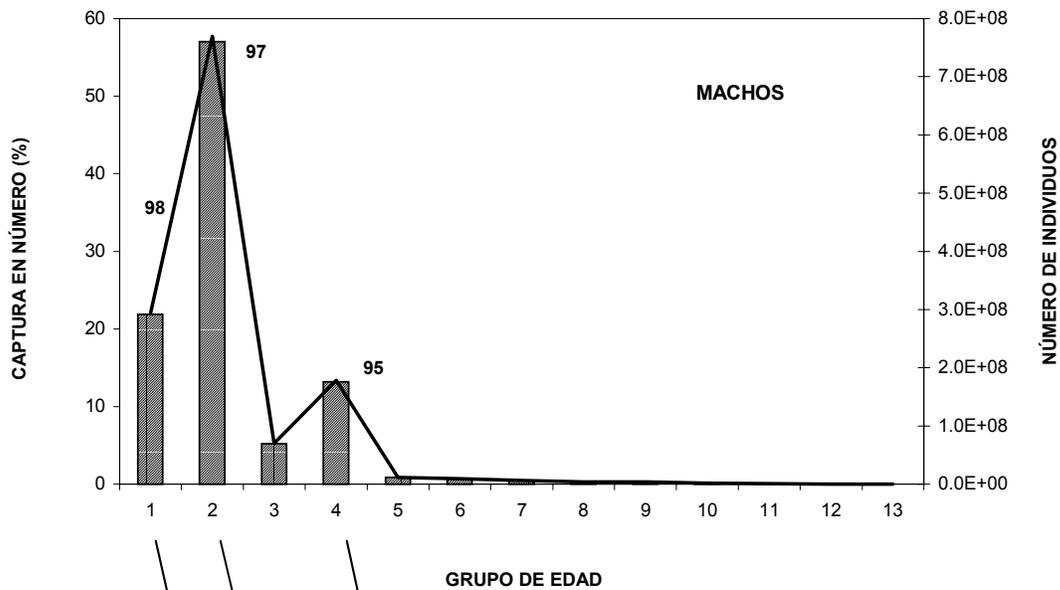


Figura 8. Distribución de biomasa (t) y abundancia (millones de ejemplares) de merluza de cola por barcos y total. Noviembre de 2001.

Crucero de Evaluación del reclutamiento de merluza de cola centro - sur – 1999, efectuado en B/C Abate Molina.



Crucero de Evaluación del reclutamiento de merluza de cola centro - sur – 2001, efectuado en BP Líder; Don. Julio; St. John; Frío Sur 8.

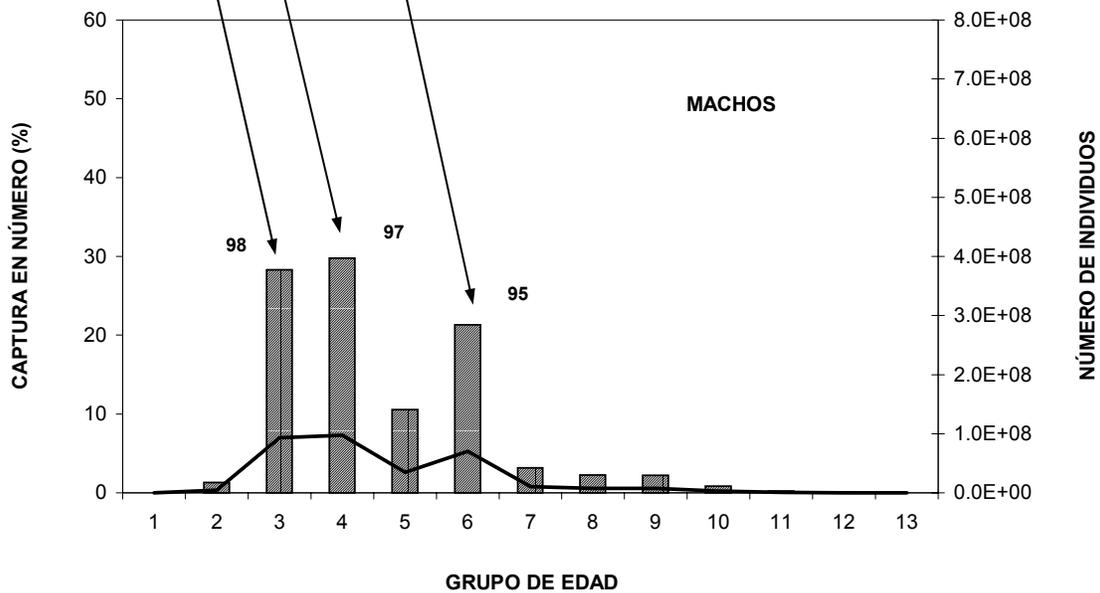
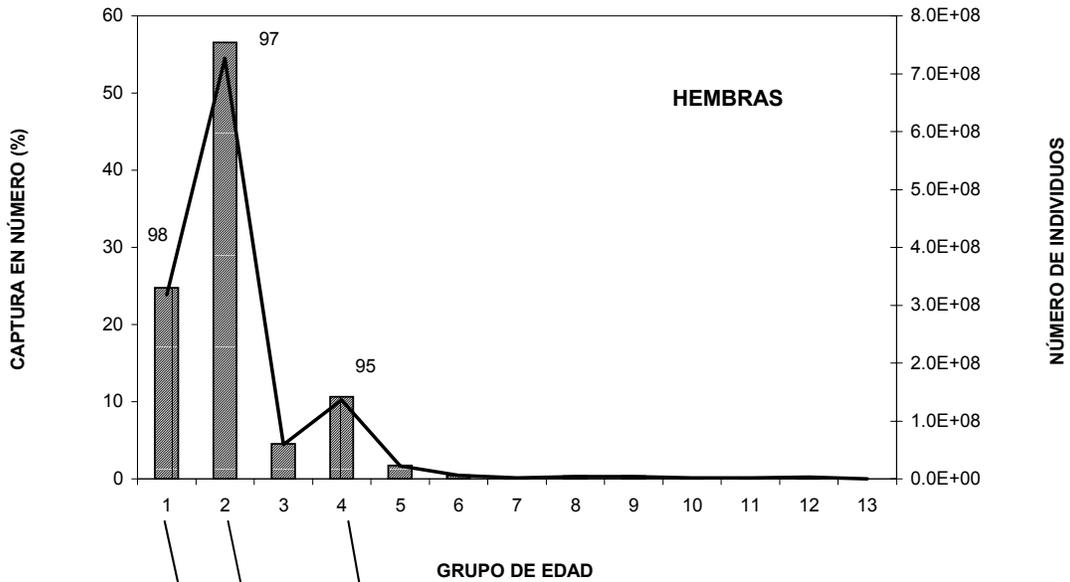


Figura 9. Composición de la abundancia (línea) y porcentaje (barras) por grupos de edad de merluza de cola machos en las evaluaciones directas realizadas en 1999 y 2001. Los números 95; 97 y 98 señalan al año de la clase anual.

Crucero de Evaluación del reclutamiento de merluza de cola centro - sur – 1999, efectuado en B/C Abate Molina.



Crucero de Evaluación del reclutamiento de merluza de cola centro - sur – 2001, efectuado en BP Líder; Don. Julio; St. John; Frío Sur 8.

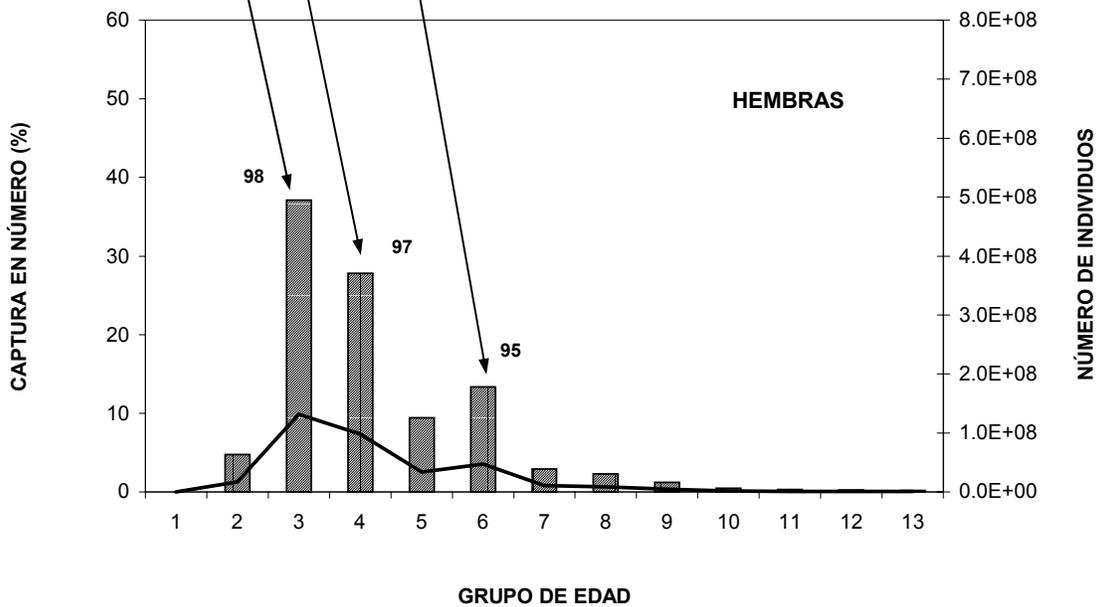


Figura 10. Composición de la abundancia (línea) y porcentaje (barras) por grupos de edad de merluza de cola hembras en las evaluaciones directas realizadas en 1999 y 2001. Los números 95; 97y 98 señalan al año de la clase anual.

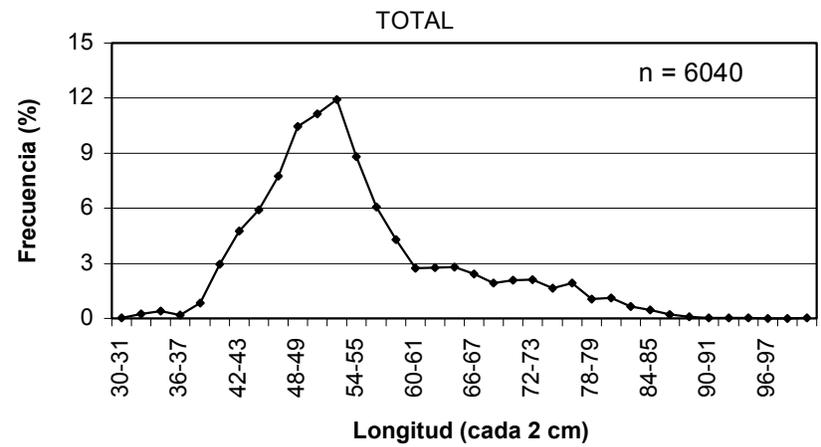
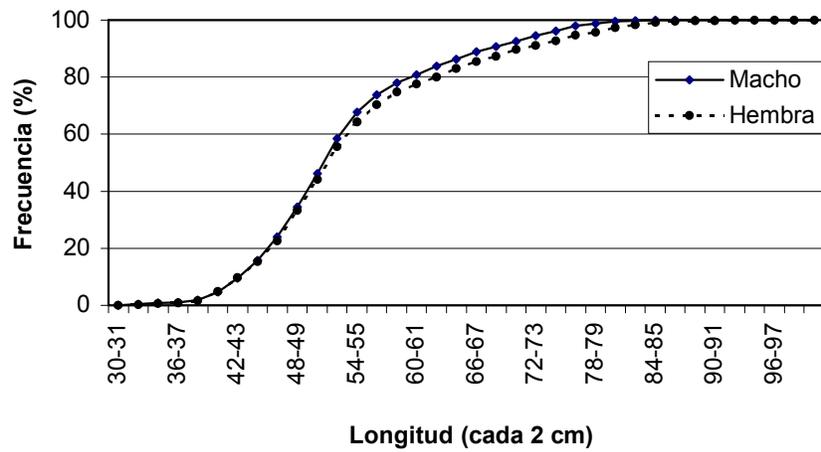
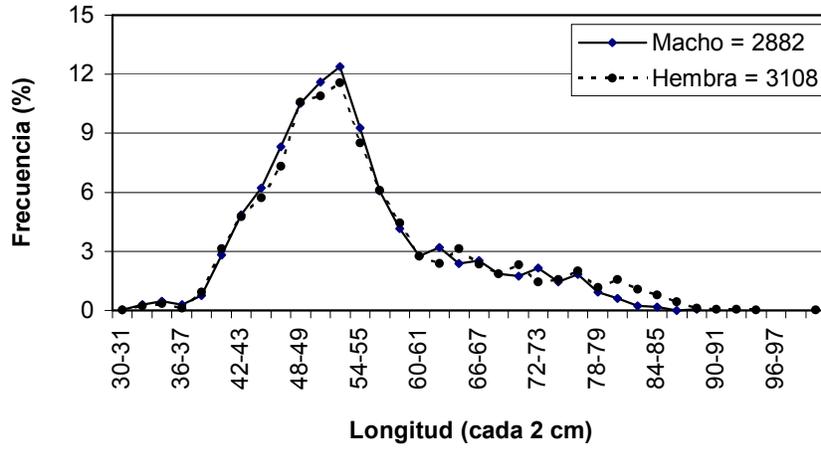


Figura 11. Distribución de la talla de merluza de cola por sexo, total, y acumulada por sexo.

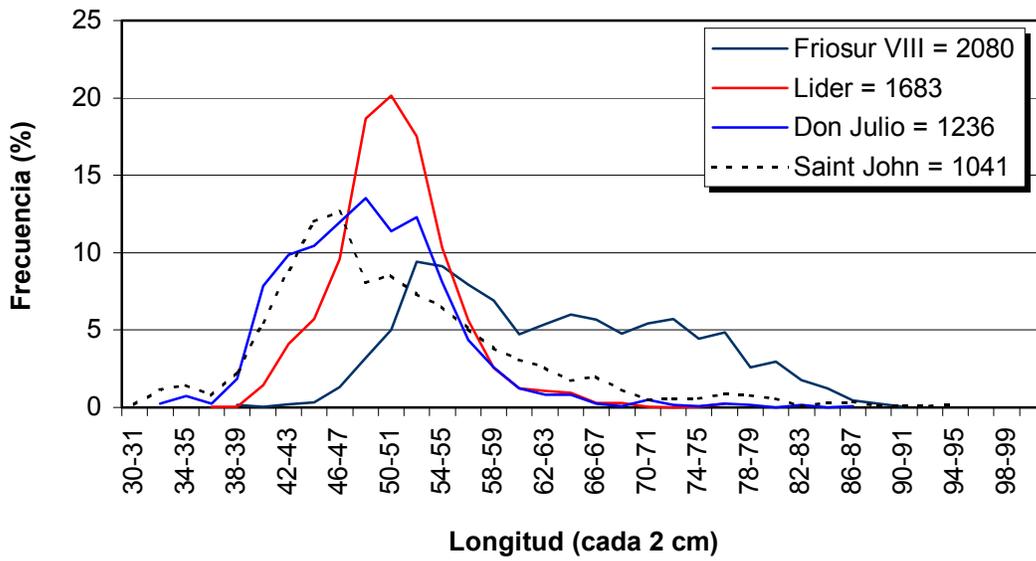


Figura 12. Distribución de la talla de merluza de cola por buque.

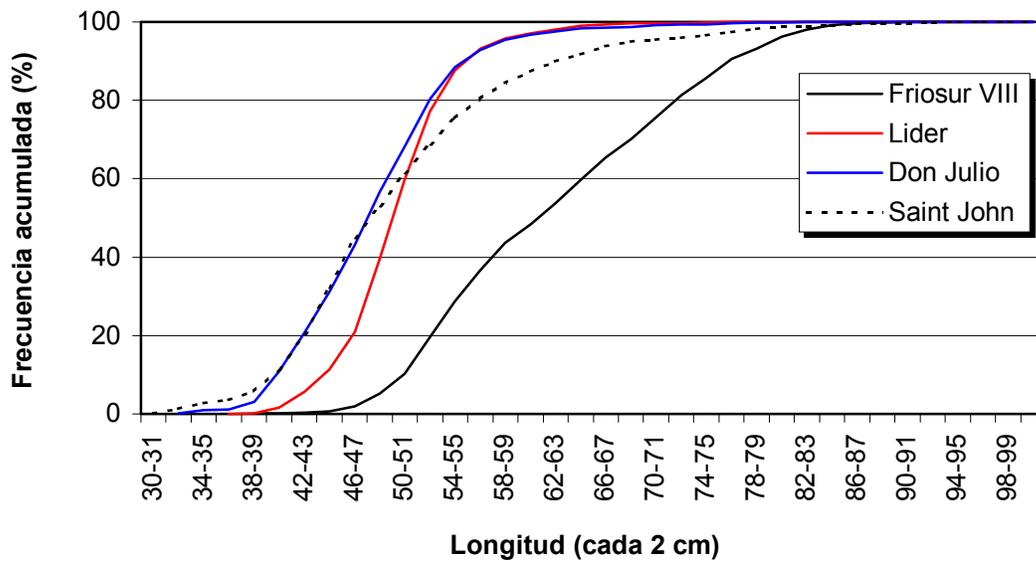


Figura 13. Distribución acumulada de la talla de merluza de cola por buque.

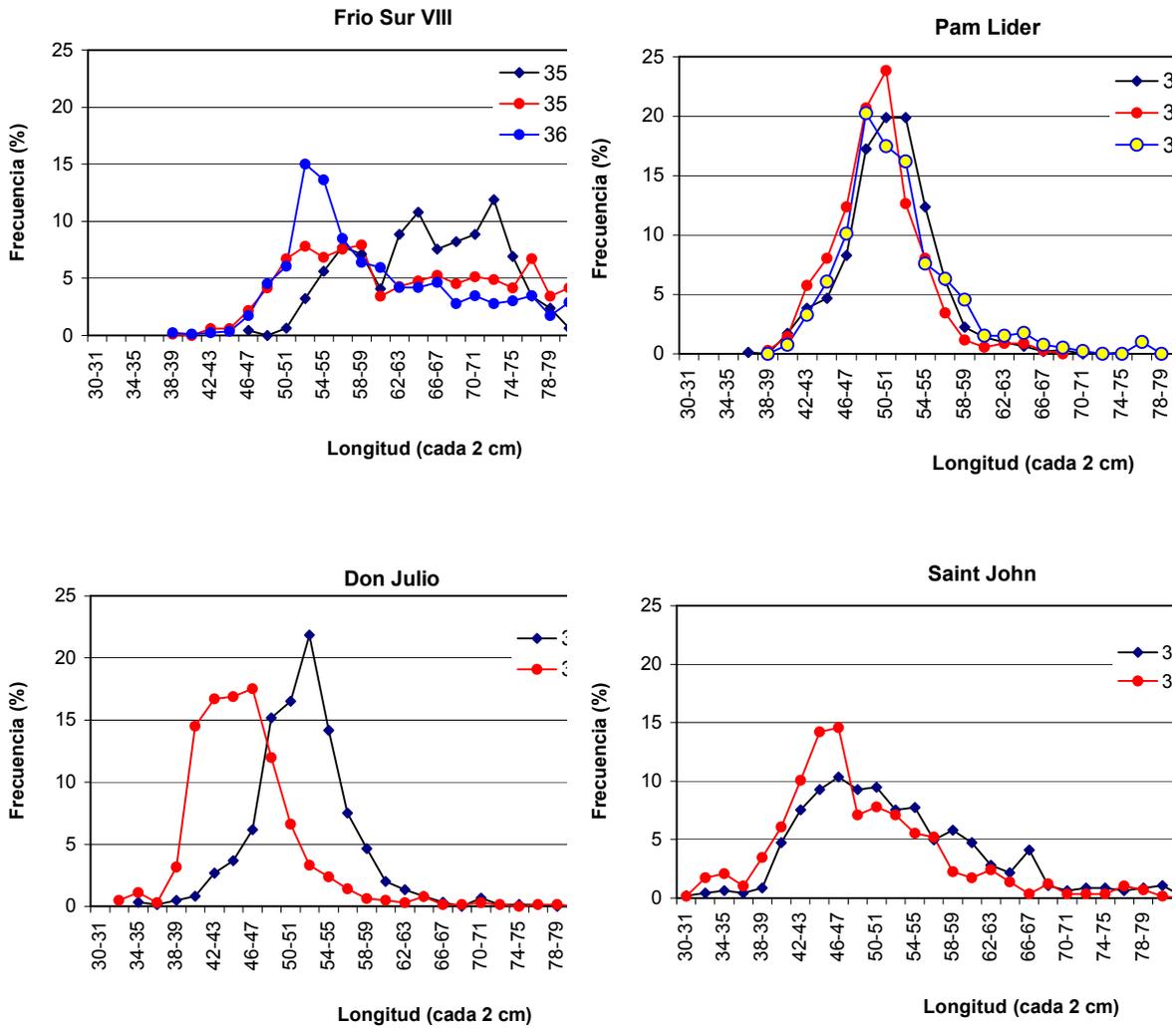


Figura 14. Distribución de la talla de merluza de cola por buque y rango de latitud.

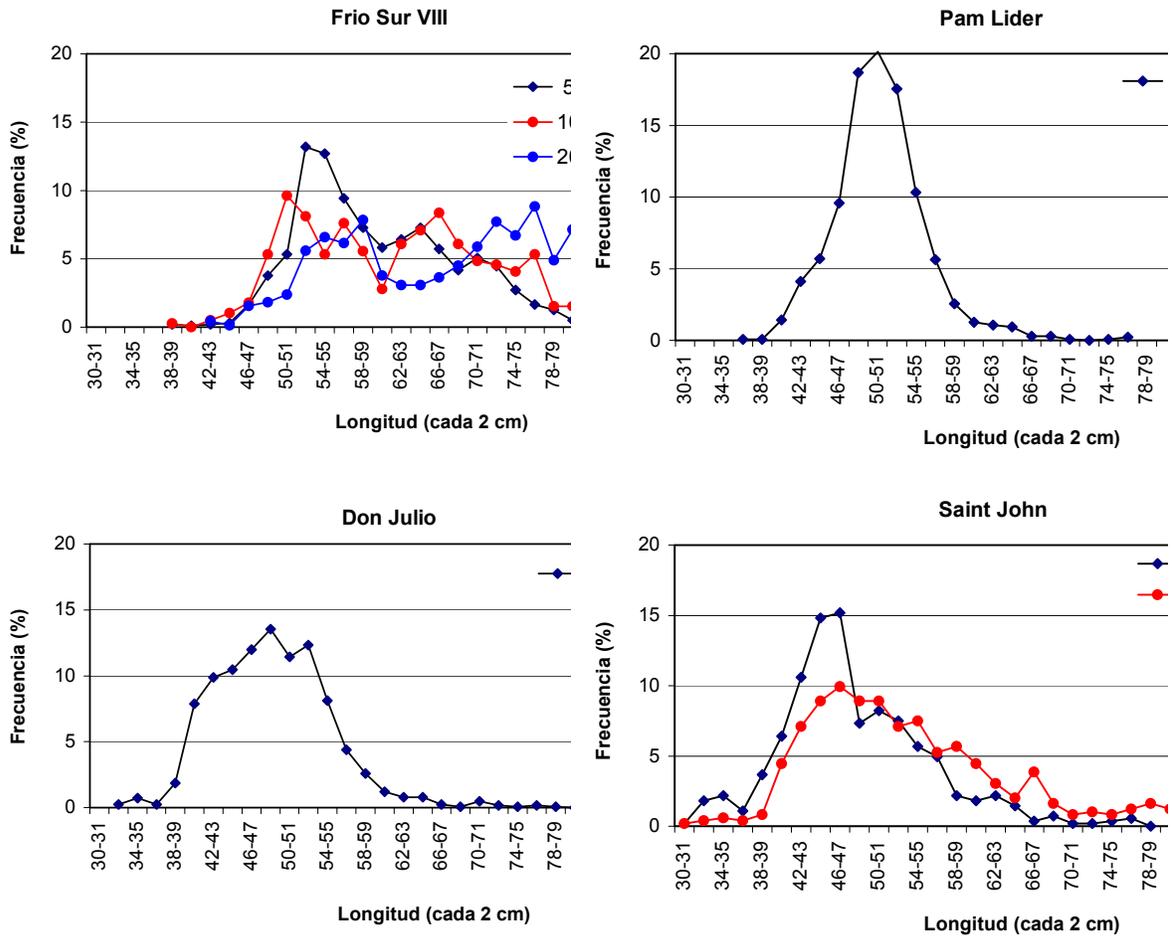


Figura 15. Distribución de la talla de merluza de cola por buque y profundidad promedio.

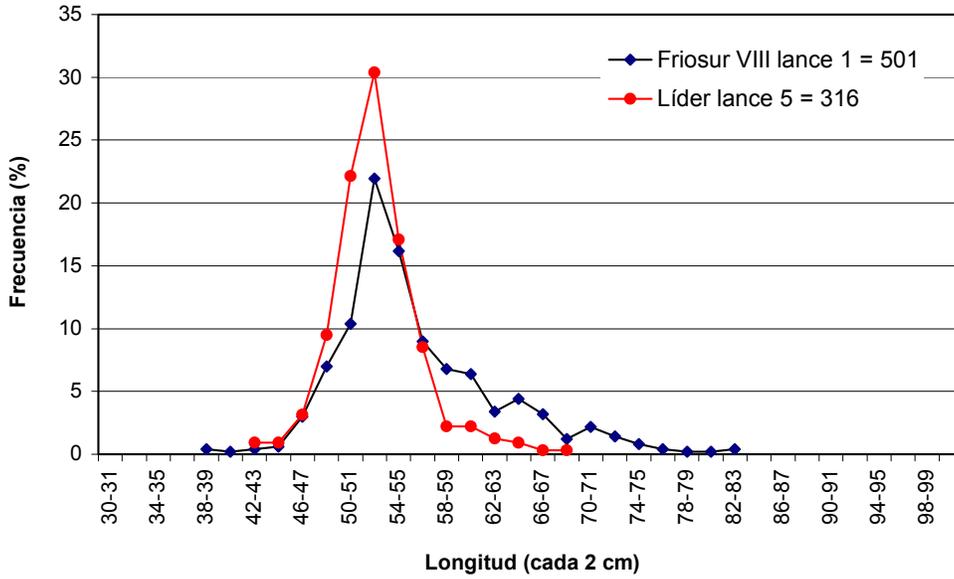


Figura 16. Distribución de la talla de merluza de cola del lance 1 y lance 5 de los buques Friosur VIII y Líder, respectivamente.

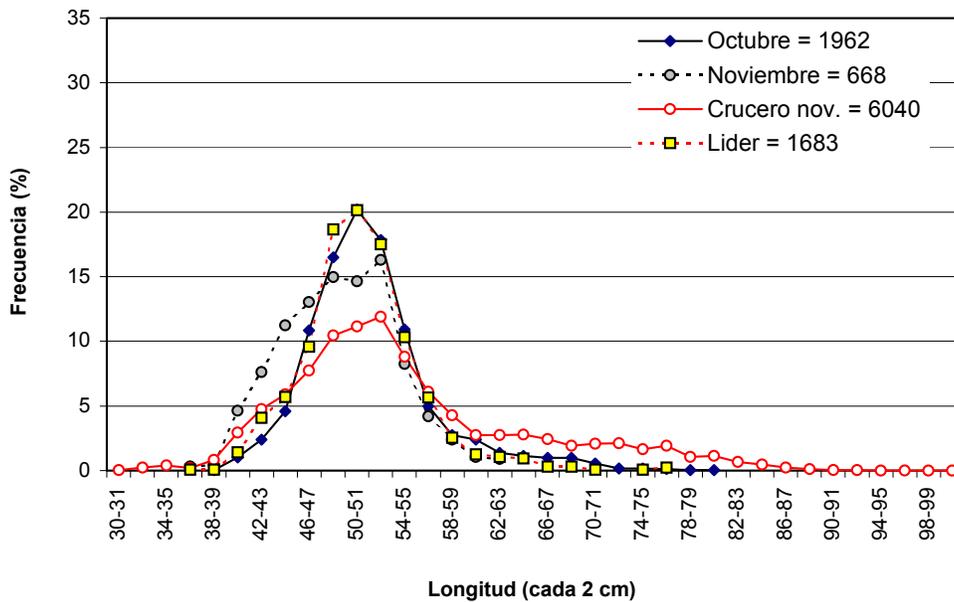


Figura 17. Distribución de la talla de merluza de cola de la captura comercial de octubre y noviembre del 2001 y la estructura de talla proveniente del área total y del buque Líder en el área de estudio.

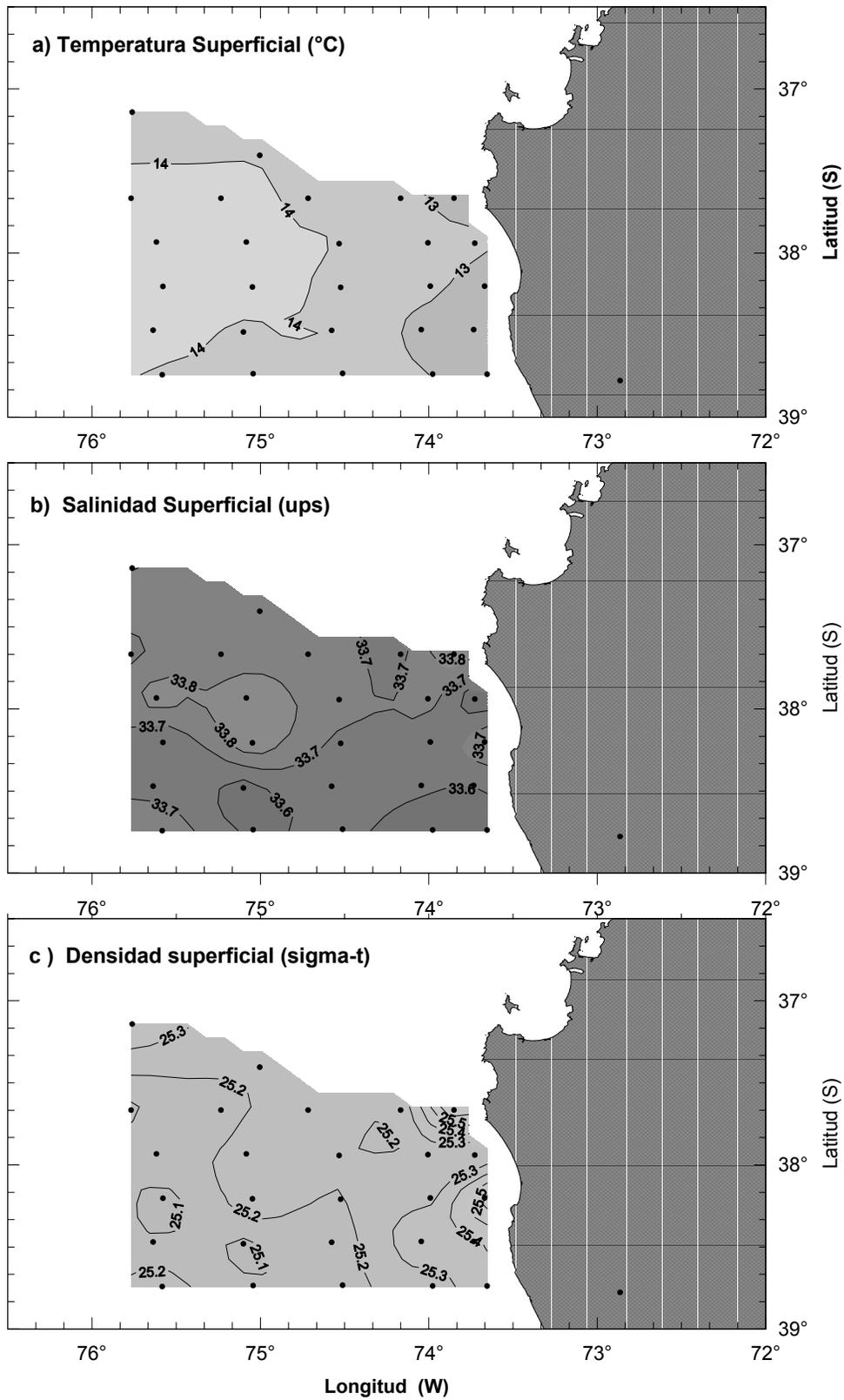


Figura 18. Distribución superficial de: **(a)** Temperatura (°C), **(b)** salinidad (psu) y **(c)** densidad (sigma-t). Crucero Merluza de cola 0111.

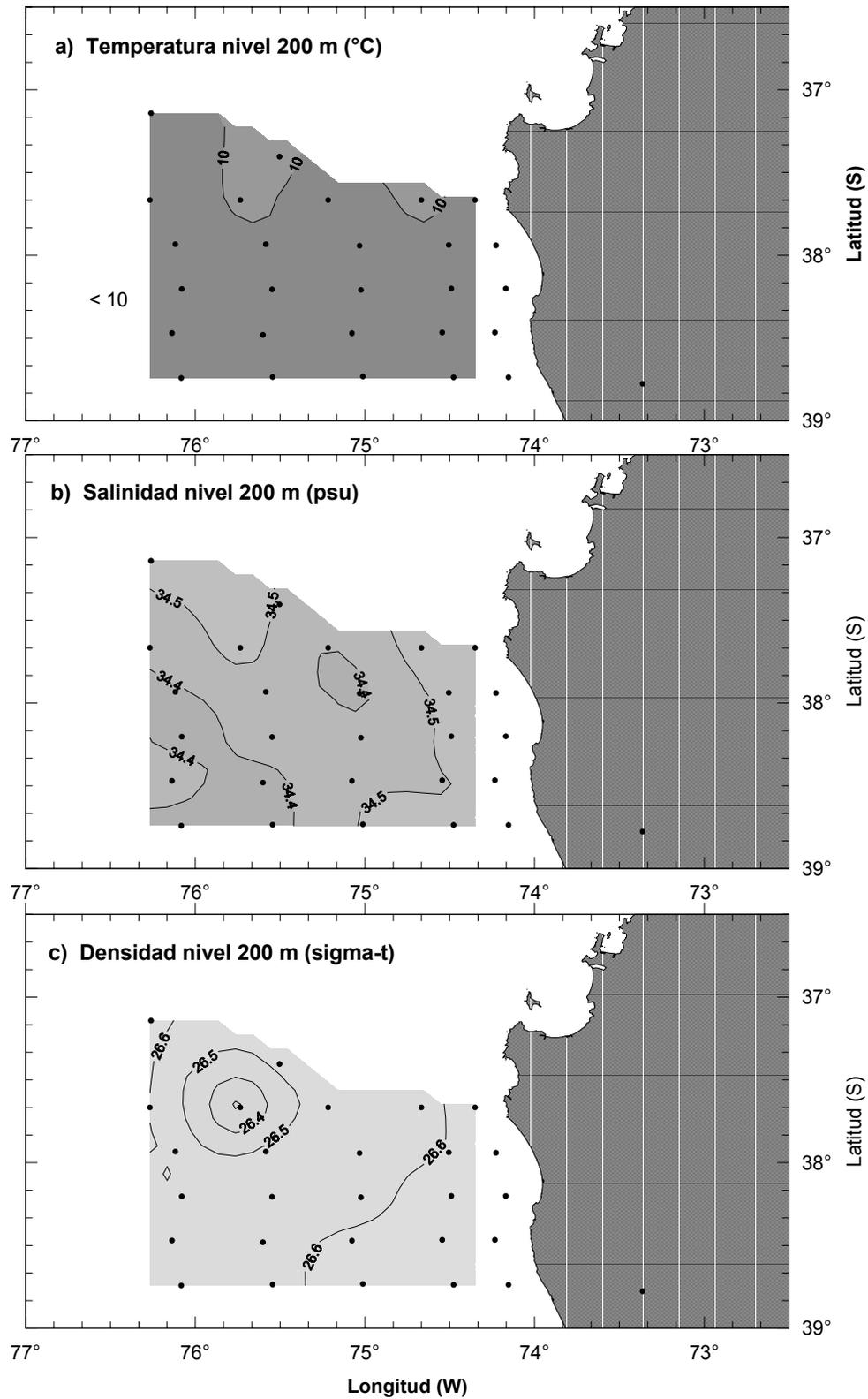


Figura 19. Distribución en el nivel de 200 m de profundidad de: **(a)** Temperatura (°C), **(b)** salinidad (psu) y **(c)** densidad (sigma-t). Crucero Merluza de cola 0111.

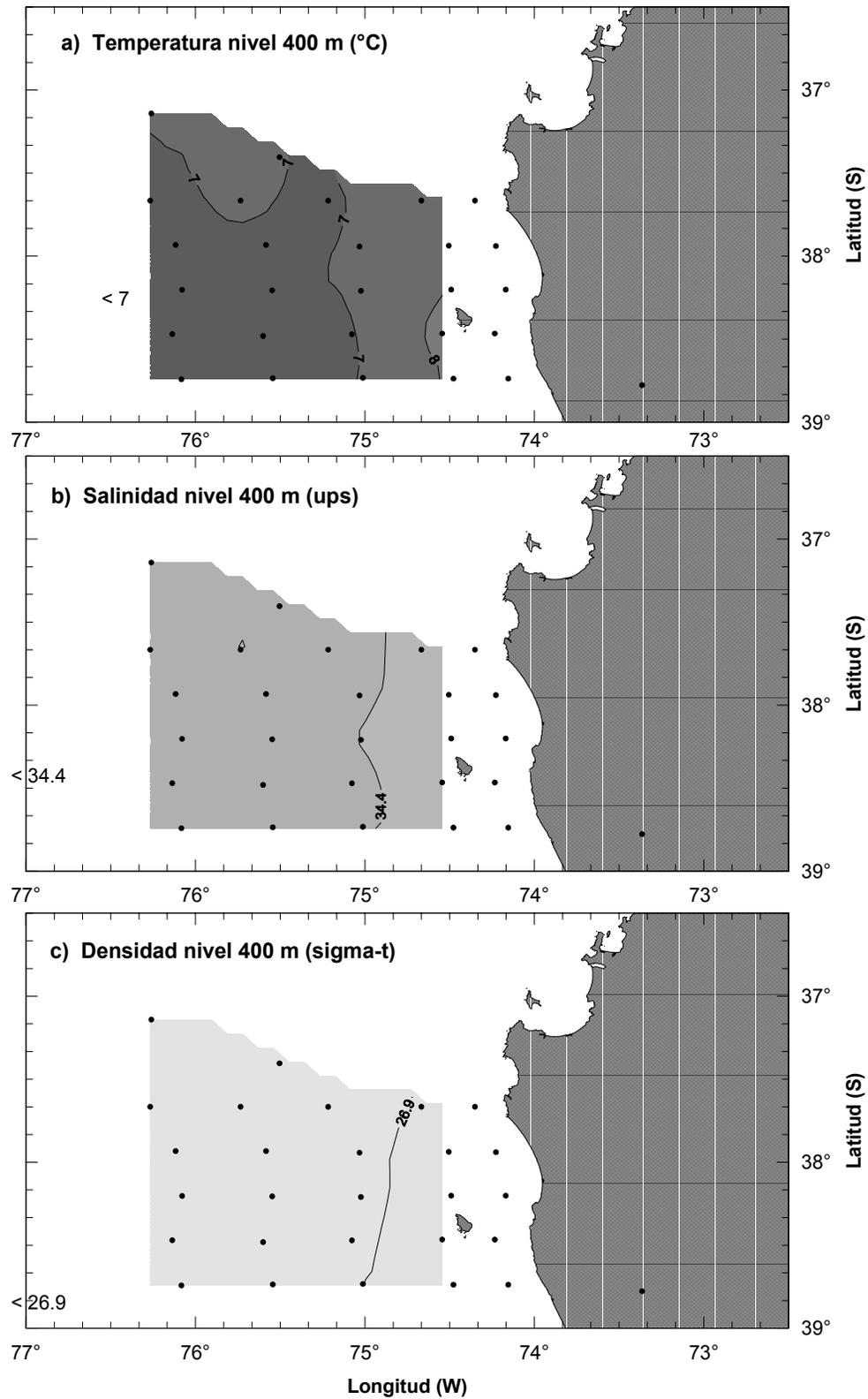


Figura 20. Distribución en el nivel de 400 m de profundidad de: **(a)** Temperatura (°C), **(b)** salinidad (psu) y **(c)** densidad (sigma-t). Crucero Merluza de cola 0111.

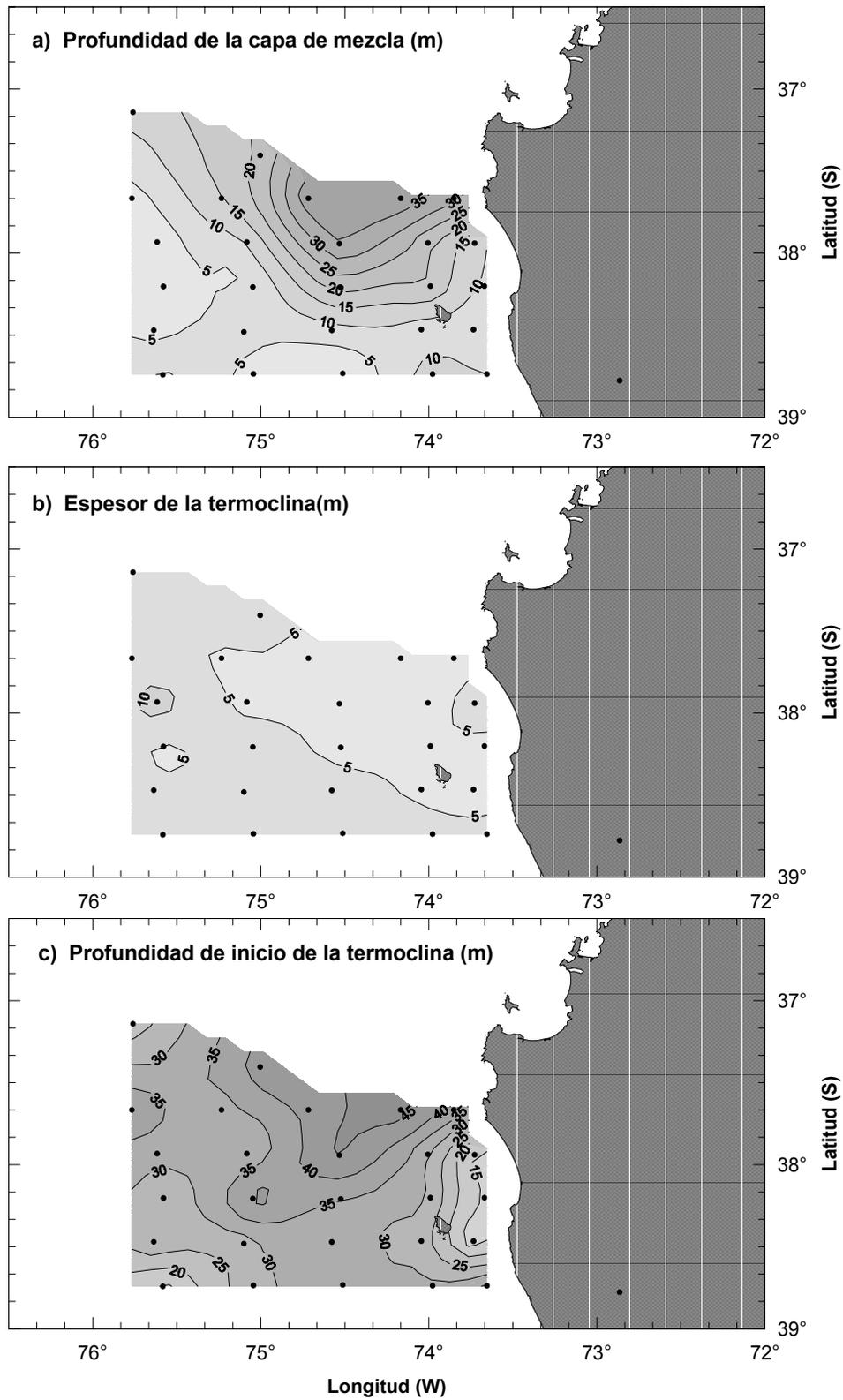


Figura 21. Variación en la vertical de: **(a)** espesor de la capa de mezcla (m), **(b)** espesor de la termoclina (m) y **(c)** Profundidad de inicio de la termoclina (m). Crucero merluza de cola 0111.

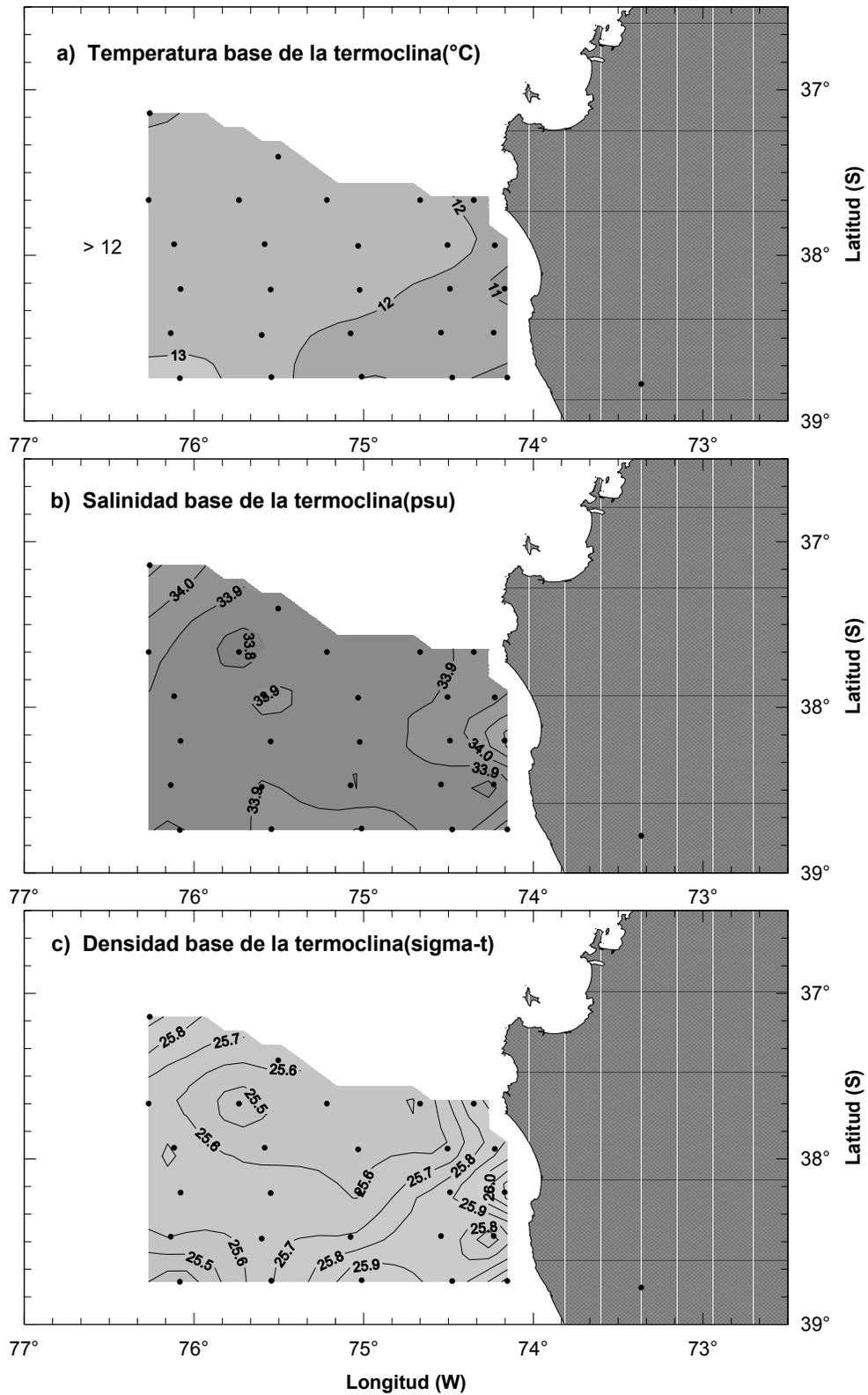


Figura 22. Distribución en el nivel base de la termoclina de: **(a)** Temperatura (°C), **(b)** salinidad (psu) y **(c)** densidad (sigma-t). Crucero Merluza de cola 0111.

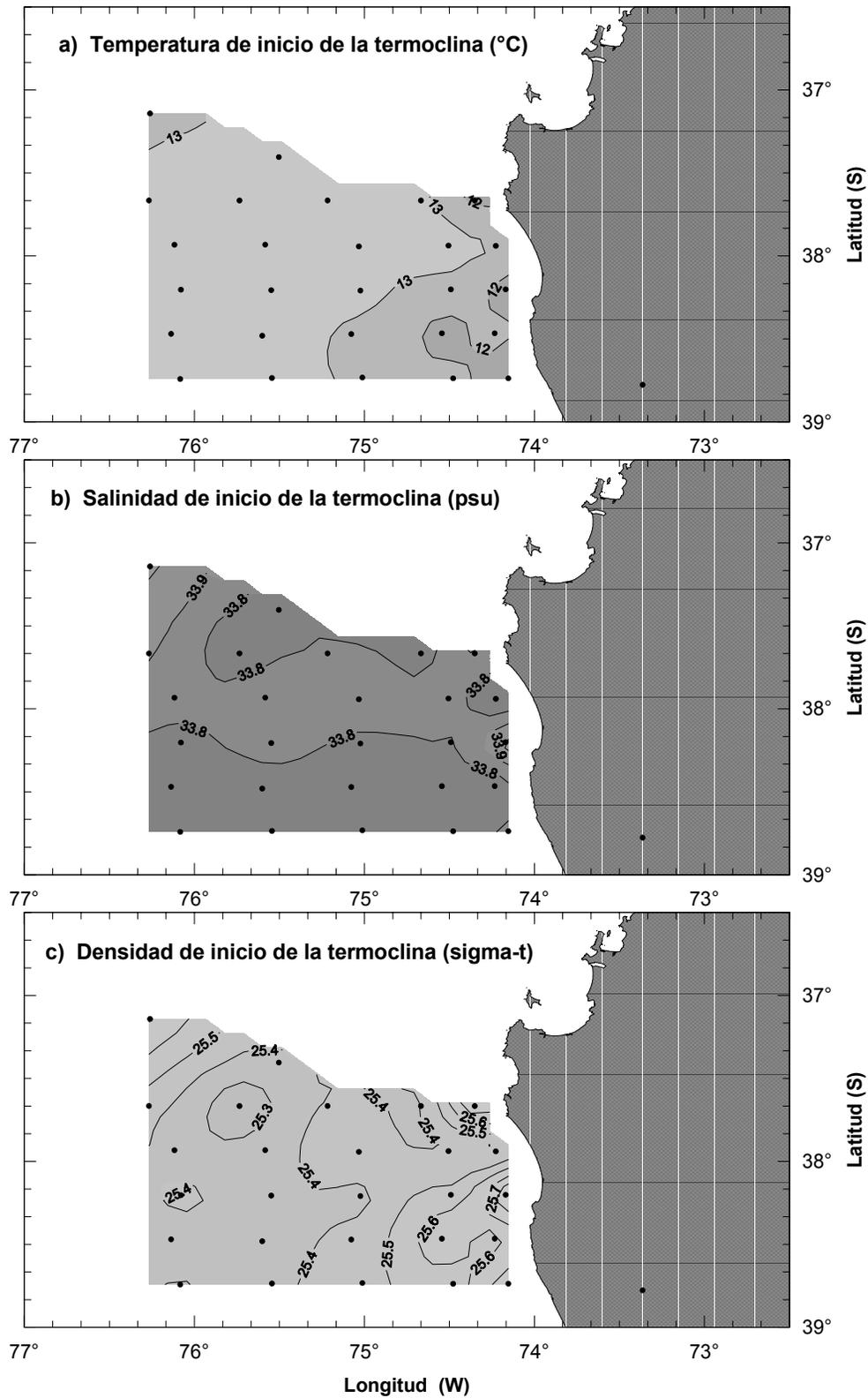


Figura 23. Distribución en el nivel de inicio de la termoclina de: **(a)** Temperatura (°C), **(b)** salinidad (psu) y **(c)** densidad (sigma-t). Crucero Merluza de cola 0111.

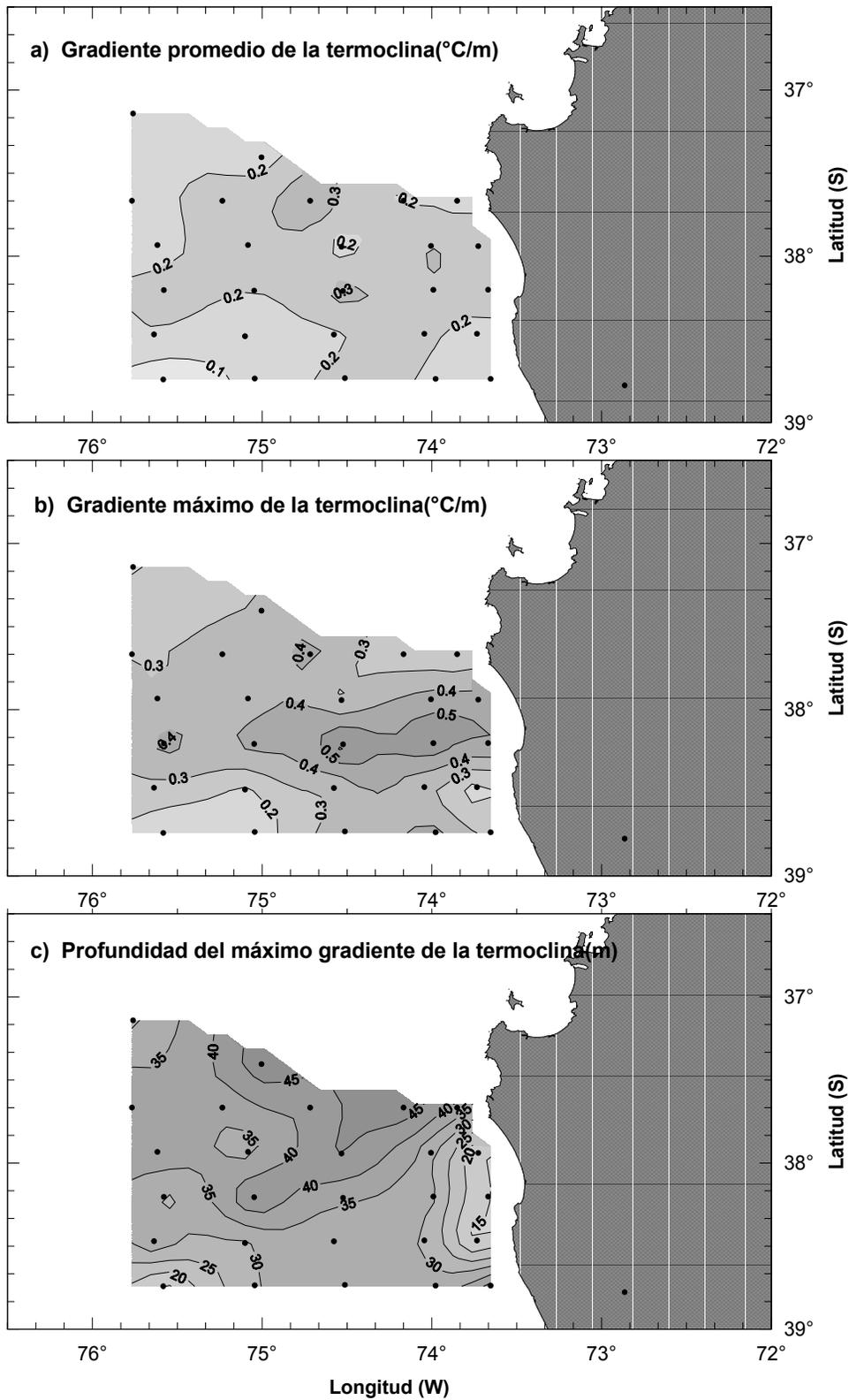


Figura 24. (a) Gradiente promedio de la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$), (b) gradiente máximo de la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$), y (c) profundidad del máximo gradiente de la termoclina (m). Crucero Merluza de cola 0111.

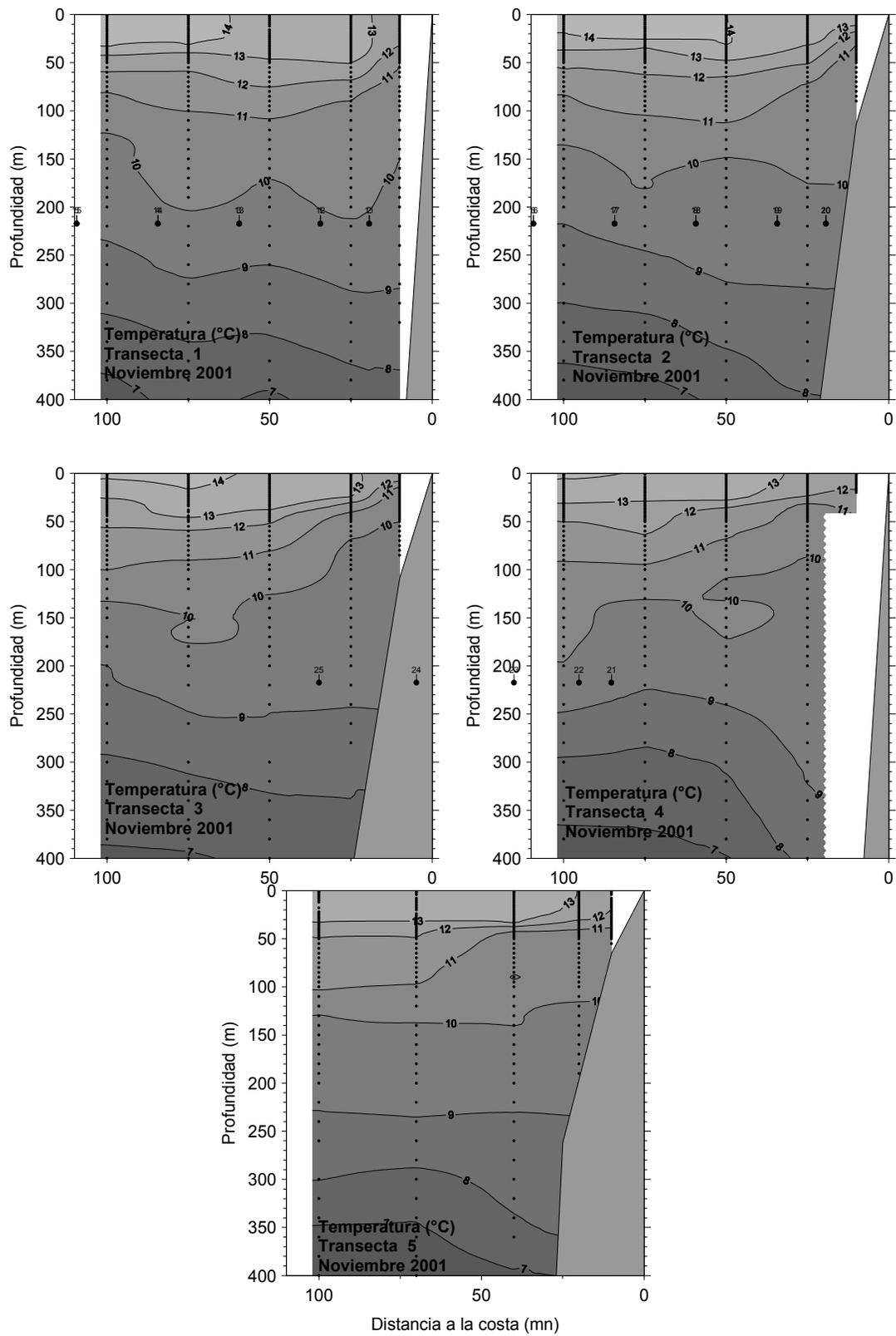


Figura 25. Distribución vertical de temperatura (°C) en las transectas 1 a 5. Crucero Merluza de cola 0111.

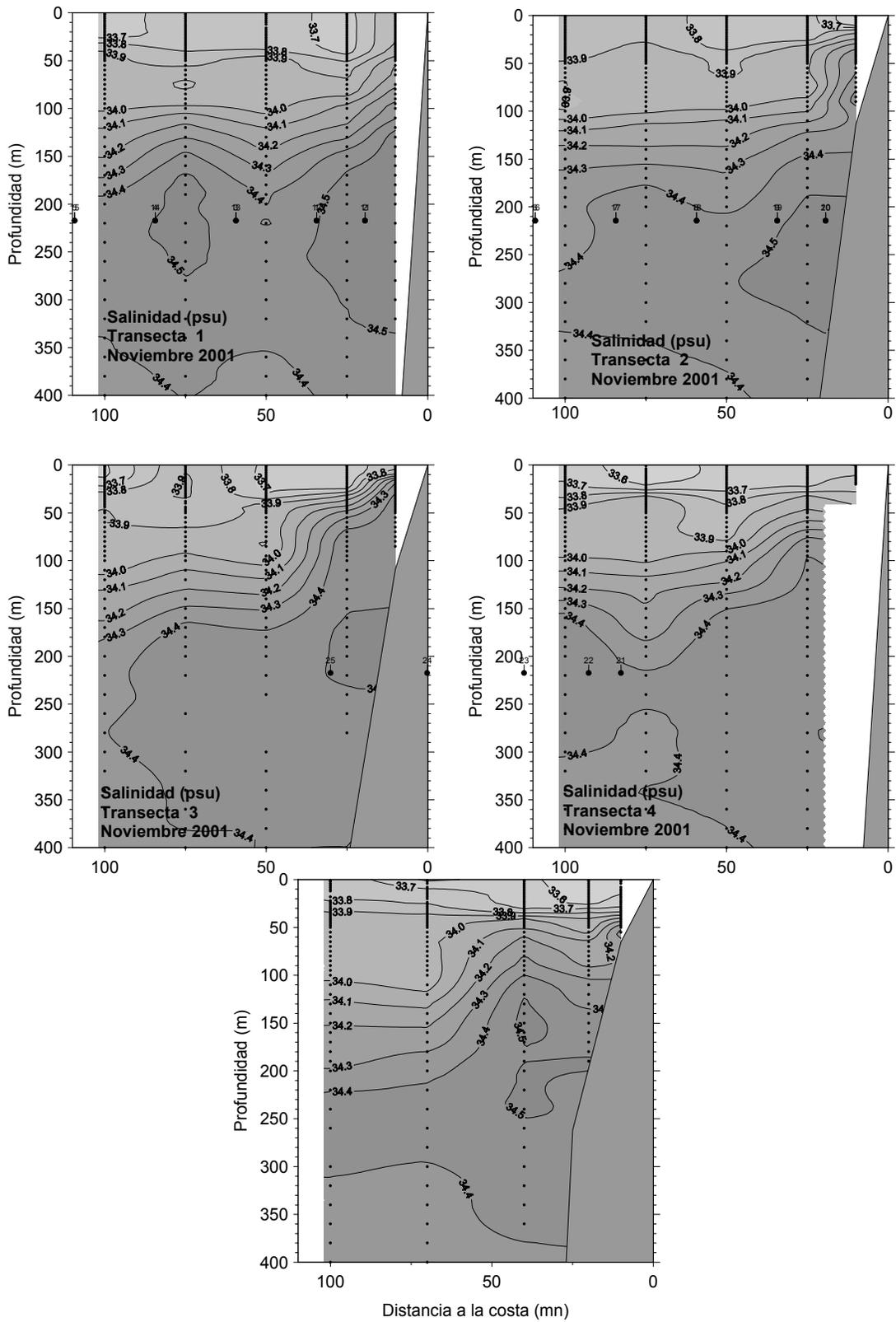


Figura 26. Distribución vertical de salinidad (psu) en las transectas 1 a 5. Crucero Merluza de cola 0111.

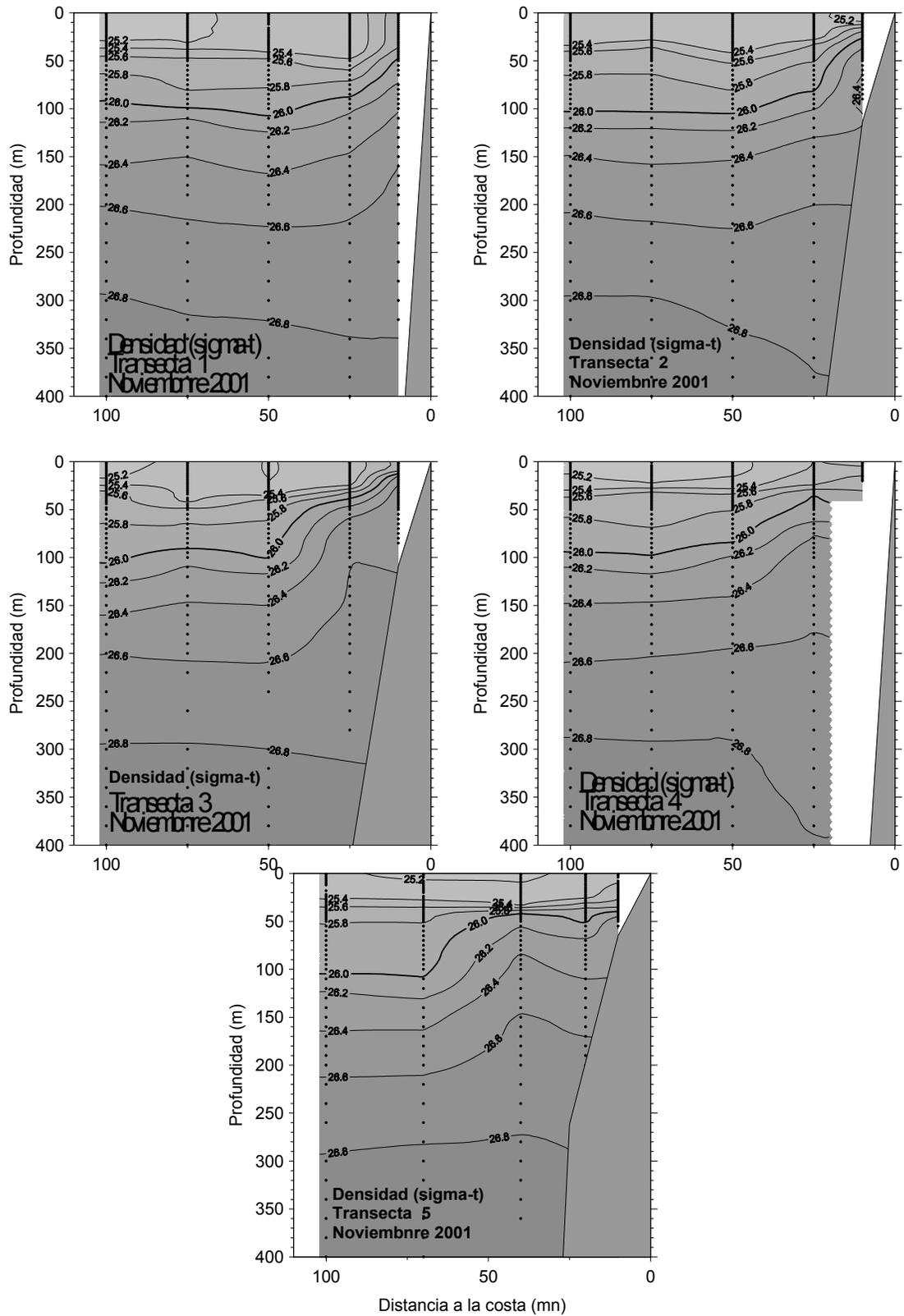


Figura 27. Distribución vertical de densidad (kg/m^3) en las transectas 1 a 5. Crucero Merluza de cola 0111.

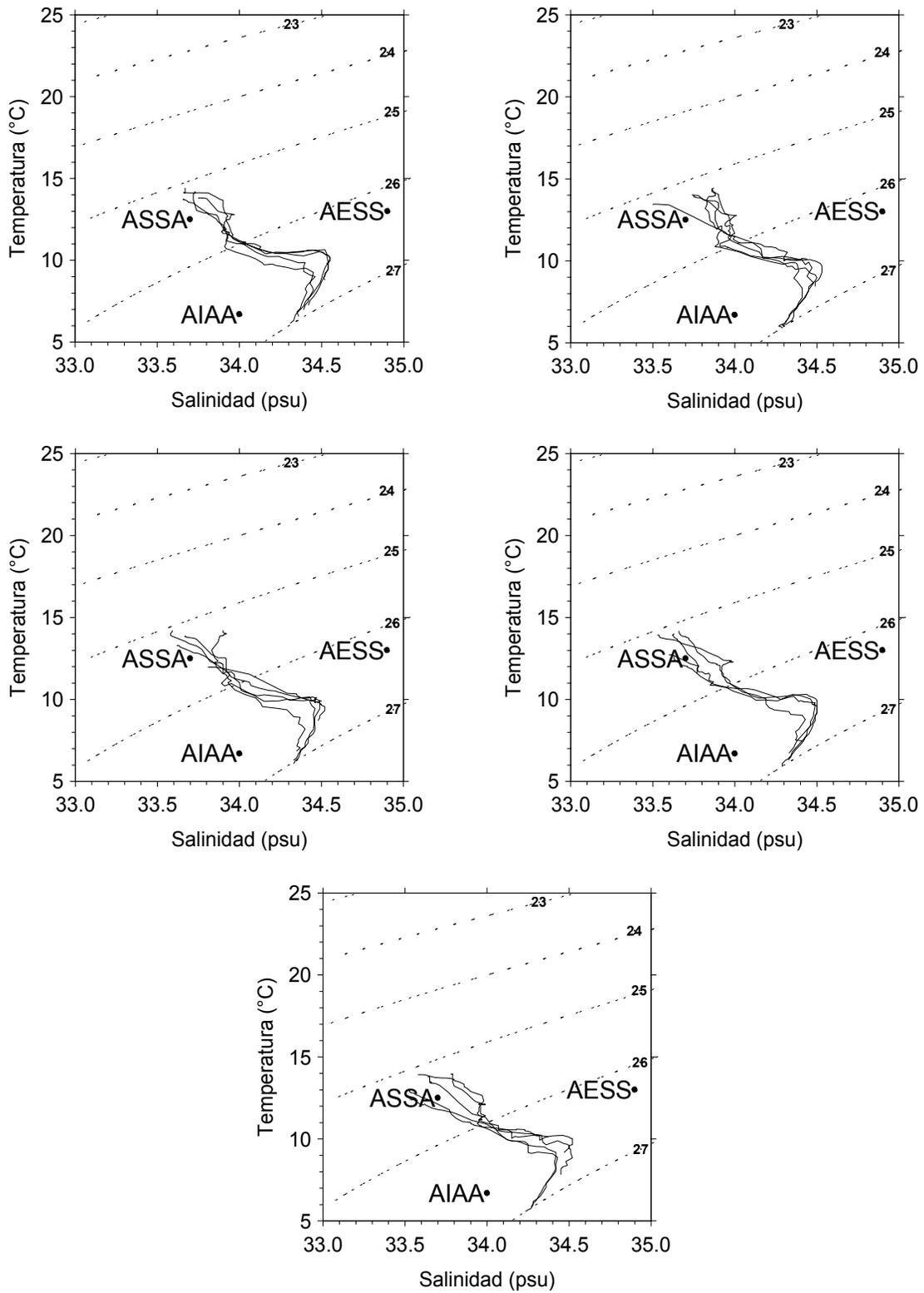


Figura 28. Diagramas t-s de las estaciones por transecta. Crucero Merluza de cola 0111.

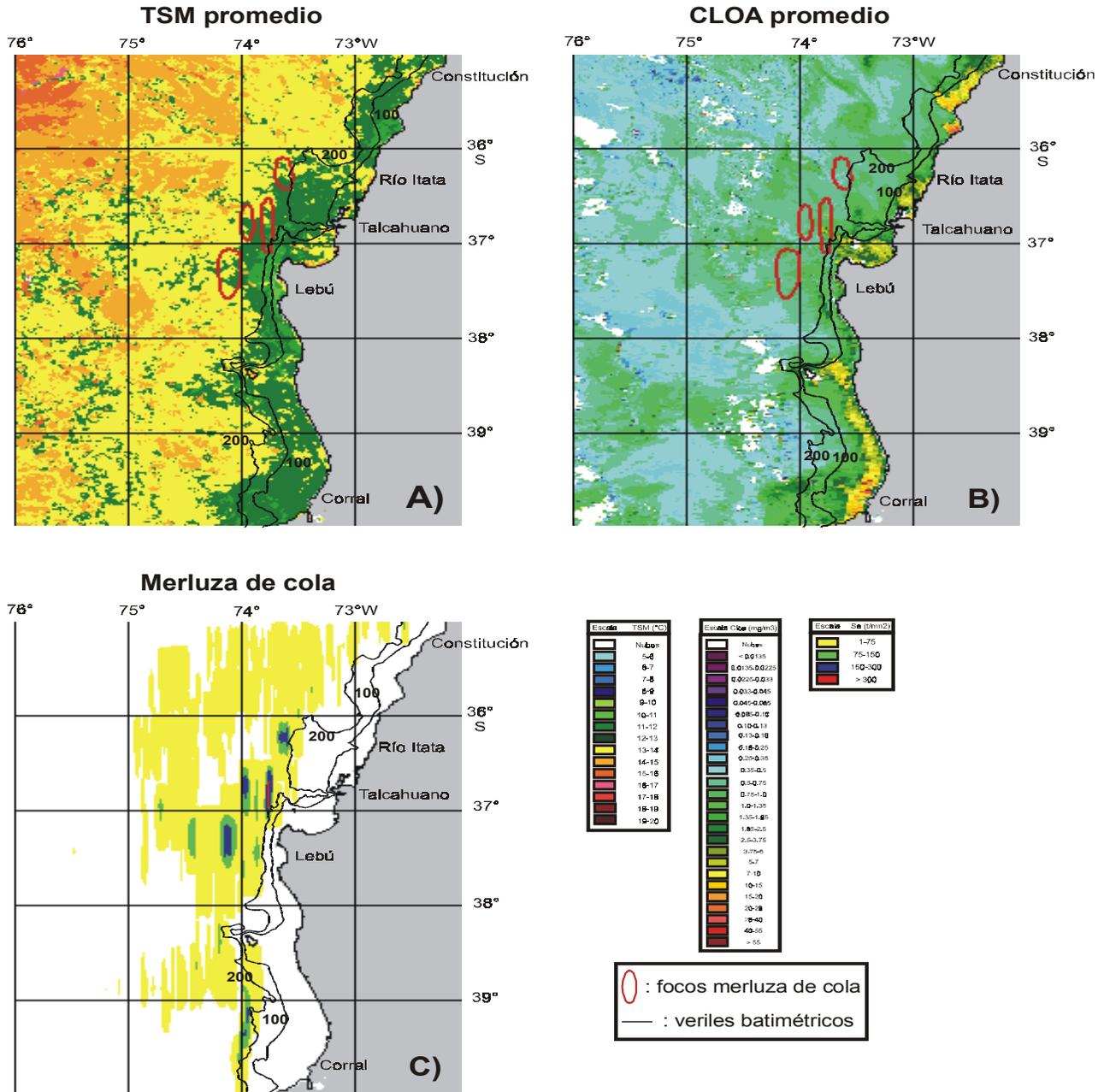


Figura 29. Distribución de los principales focos de merluza de cola respecto la temperatura (°C) y de la clorofila "a" (mg/m³).

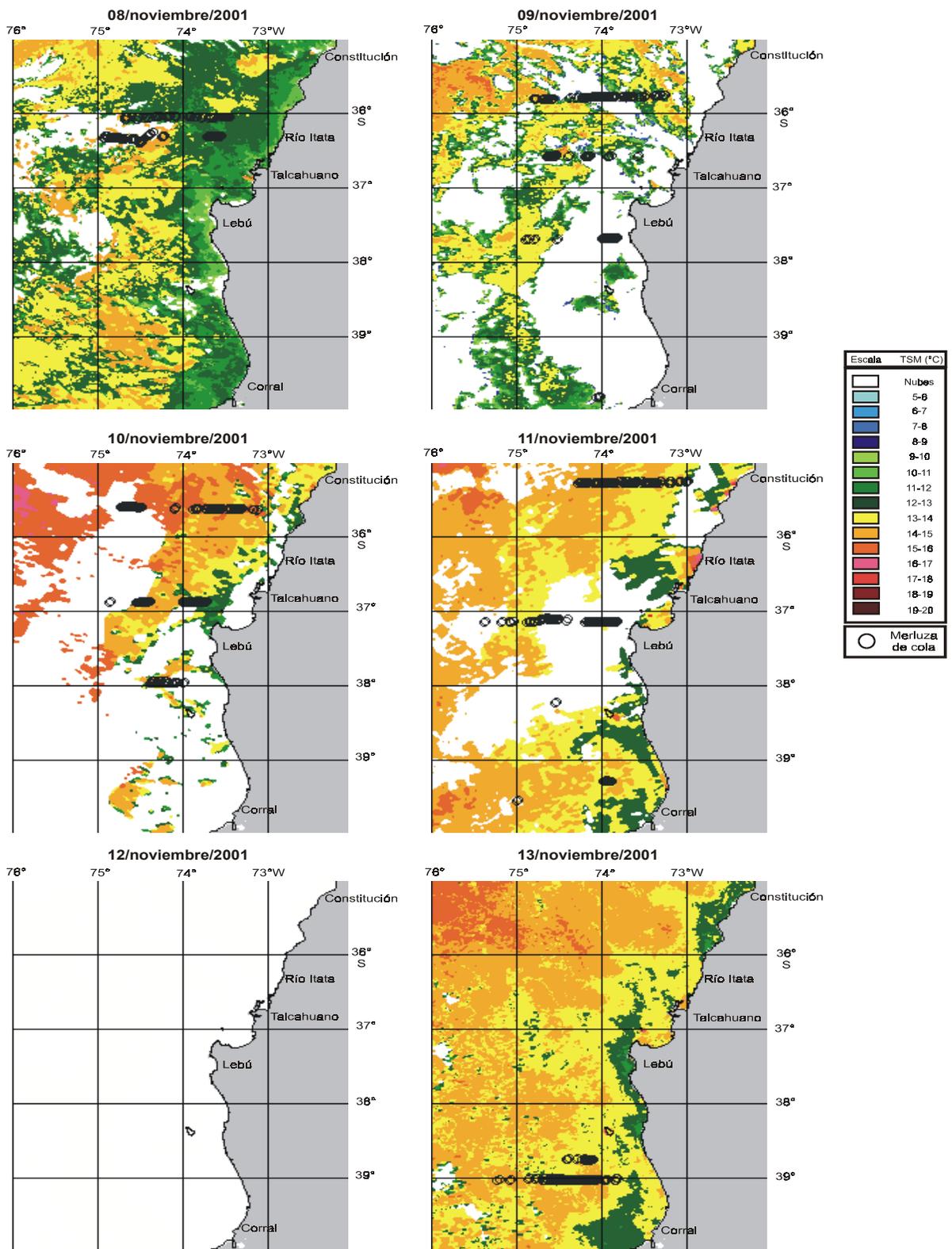


Figura 30. Ejemplos diarios de la distribución espacial y diaria de la TSM registrada por satélites NOAA y de la repartición de la merluza de cola.

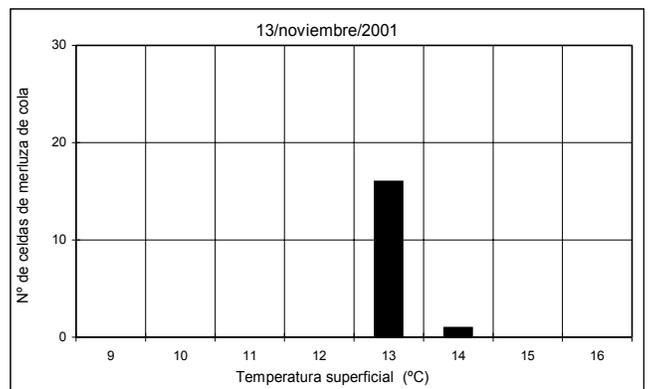
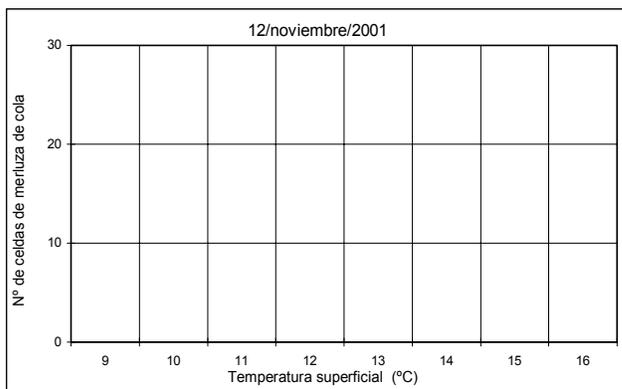
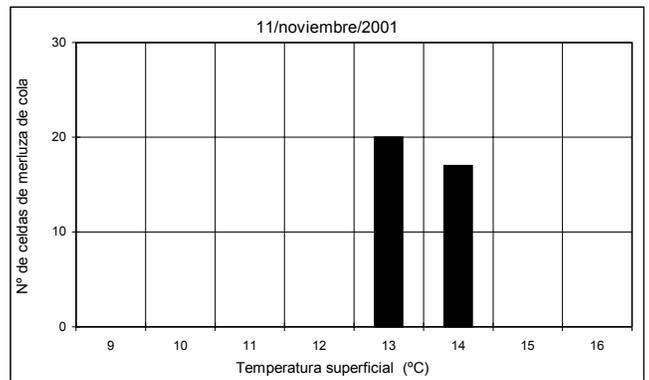
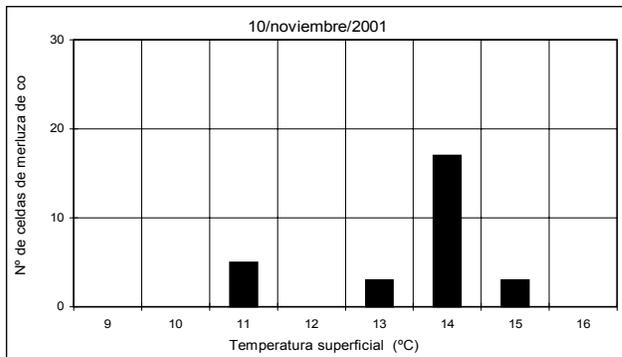
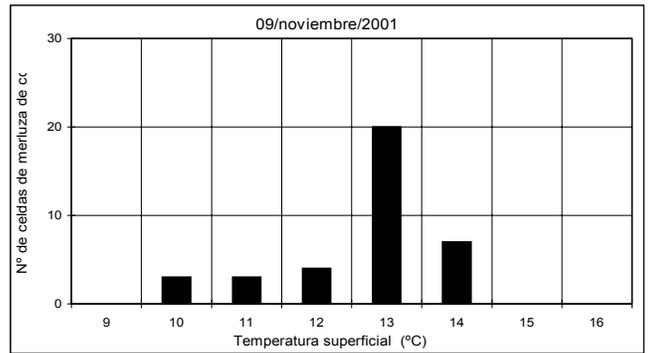
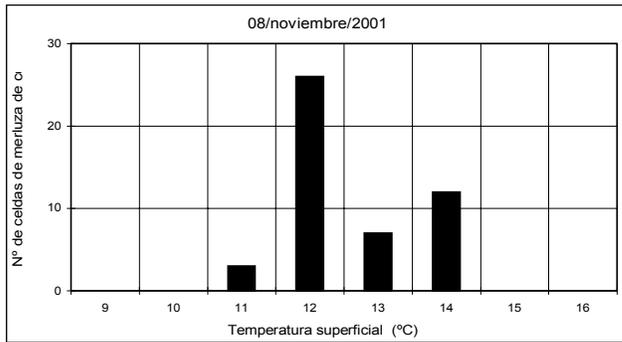


Figura 31. Número de celdas de la merluza de cola respecto de la TSM registrada por satélites.

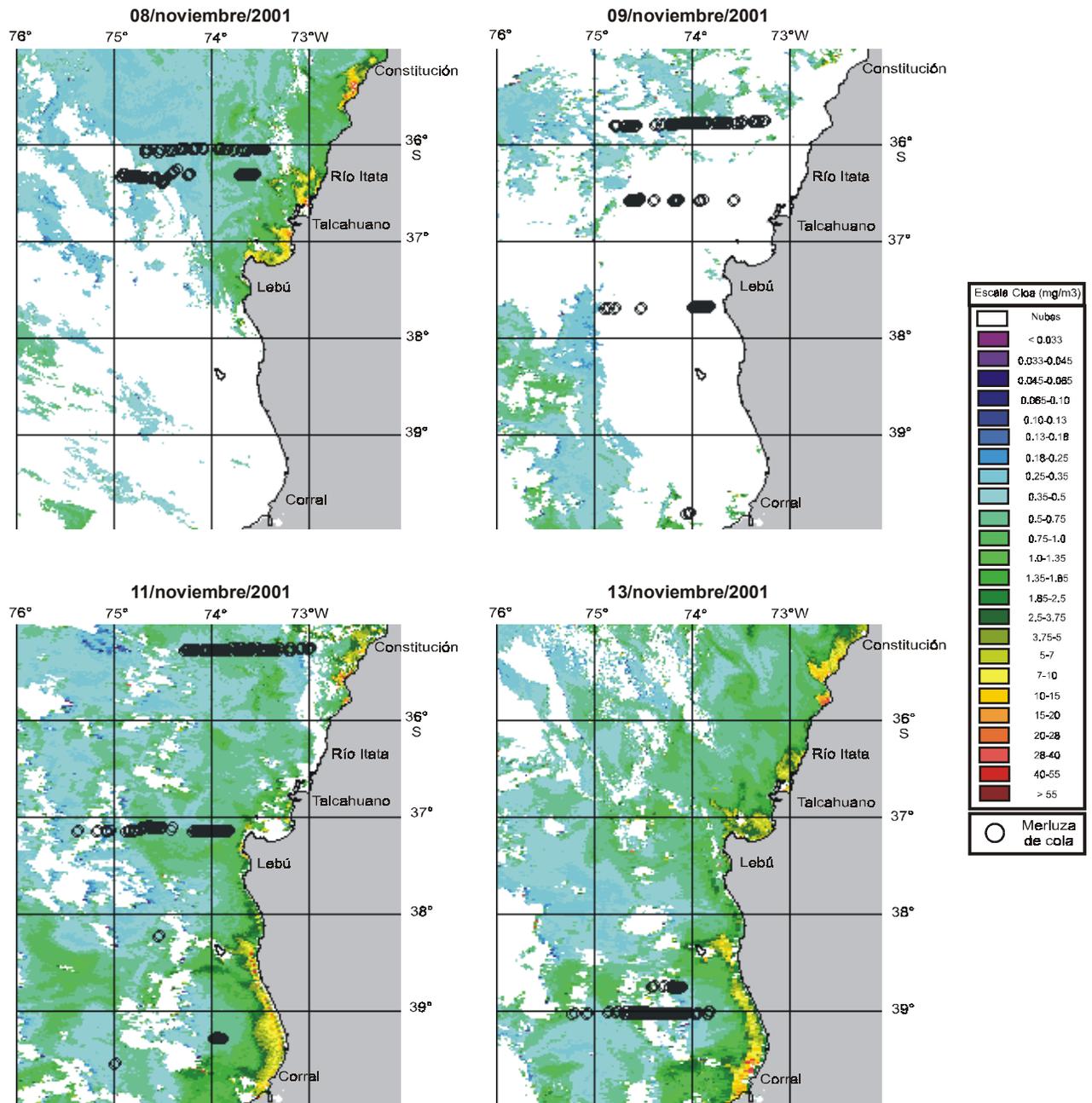


Figura 32. Ejemplos diarios de la distribución espacial y diaria de la clorofila registrada por satélites Seawifs y de la repartición de la merluza de cola.

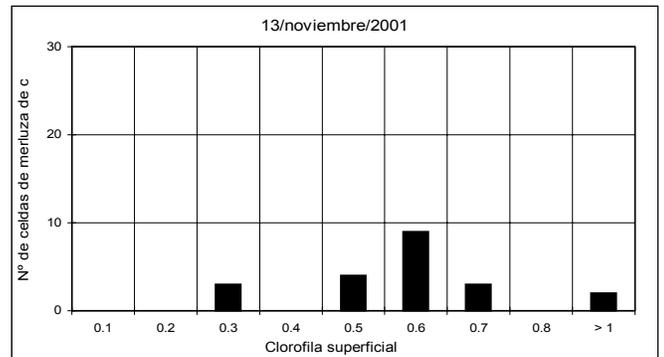
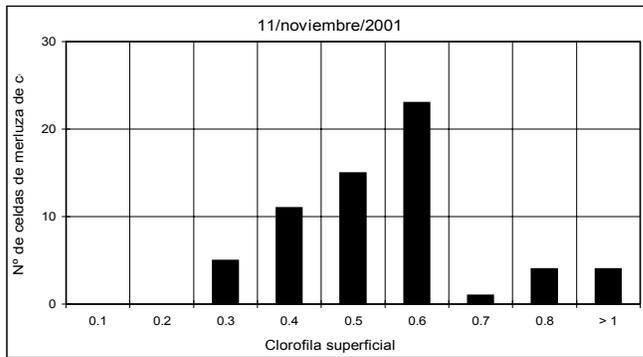
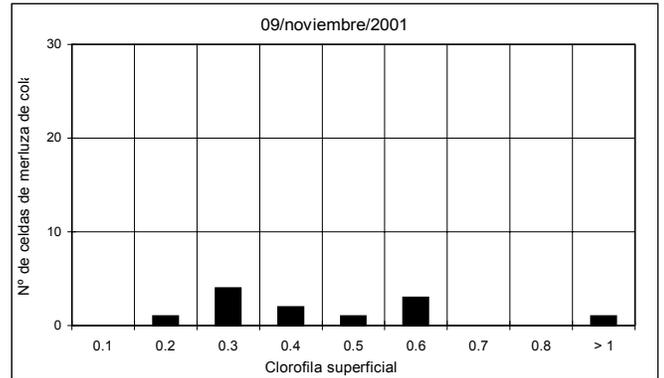
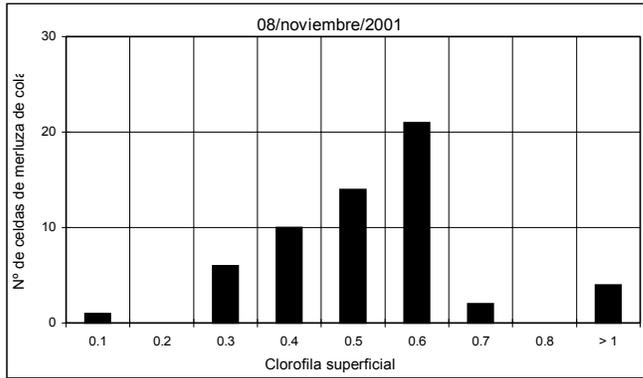


Figura 33. Número de células de la merluza de cola respecto de la clorofila "a" registrada por satélites.

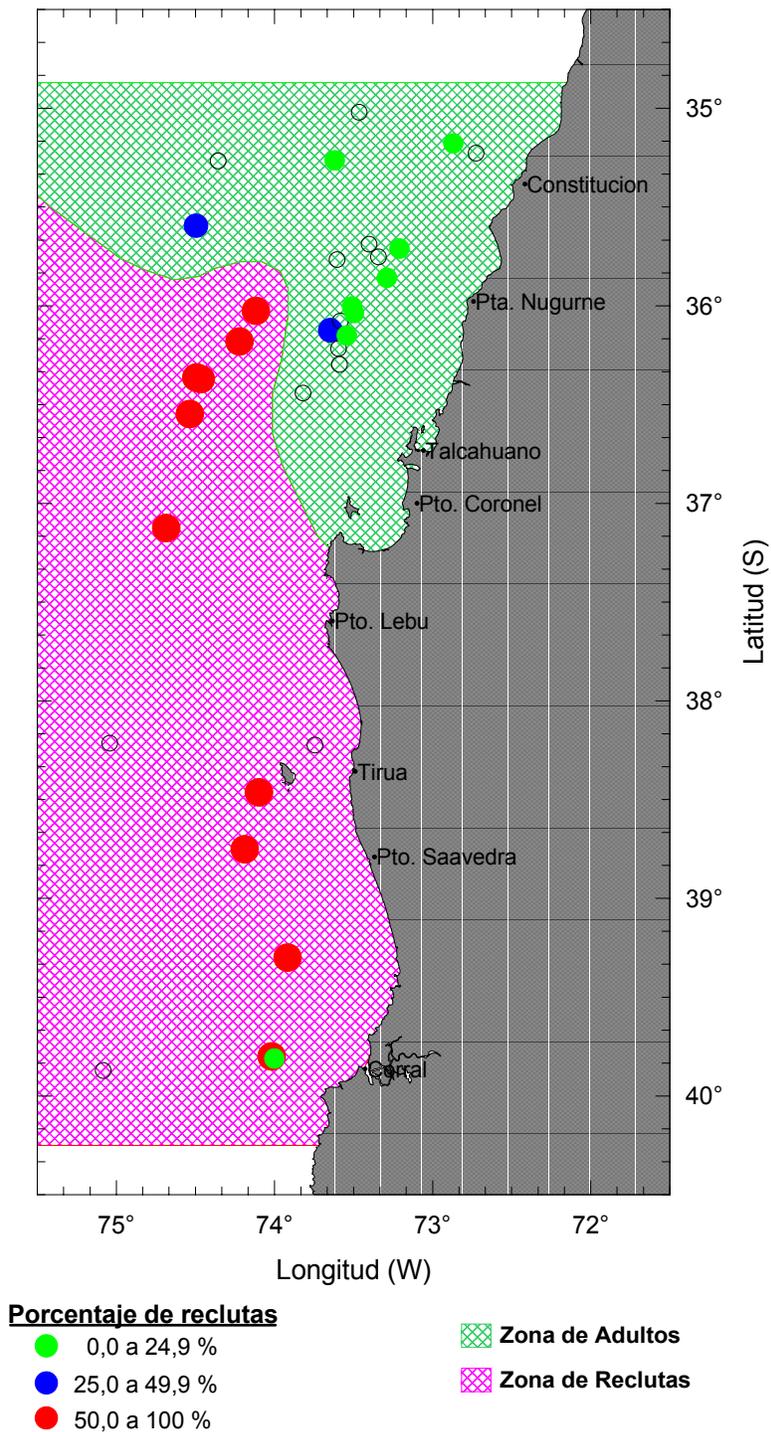


Figura 34. Distribución espacial de merluza de cola y distribución de las zonas reclutas y adultos. Noviembre del 2001.

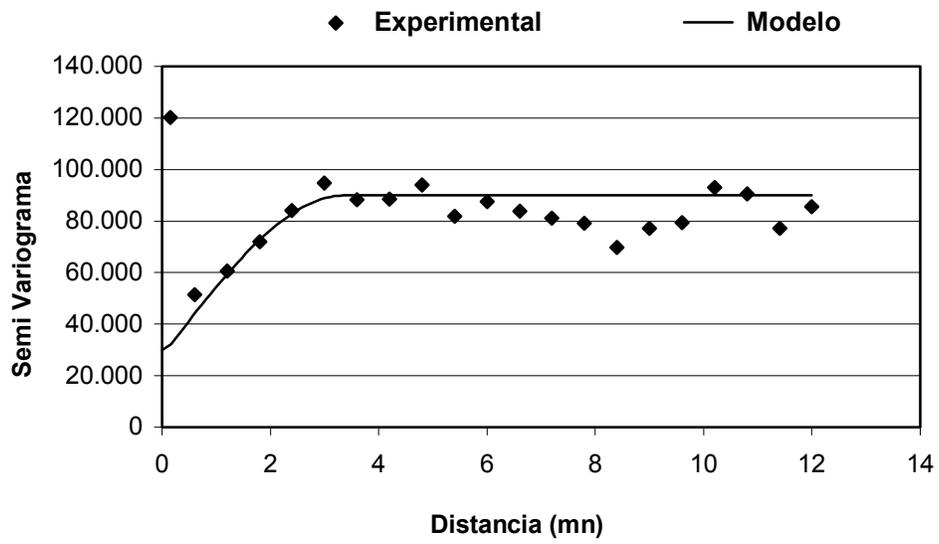


Figura 35. Semi variograma experimental y modelo ajustado para la merluza de cola, noviembre del 2001.

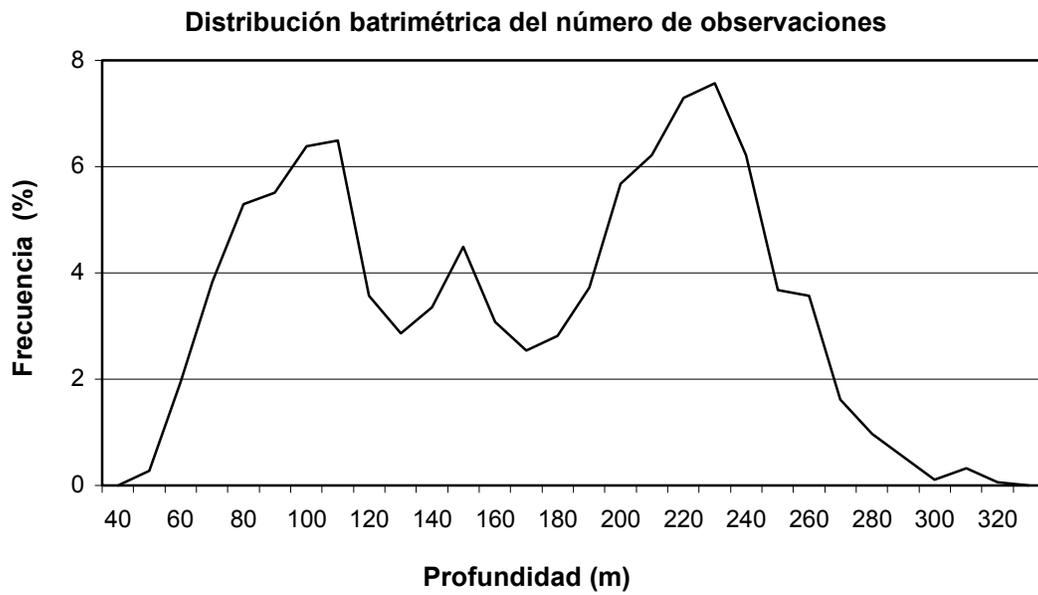


Figura 36. Distribución batimétrica del número de las agregaciones de merluza de cola

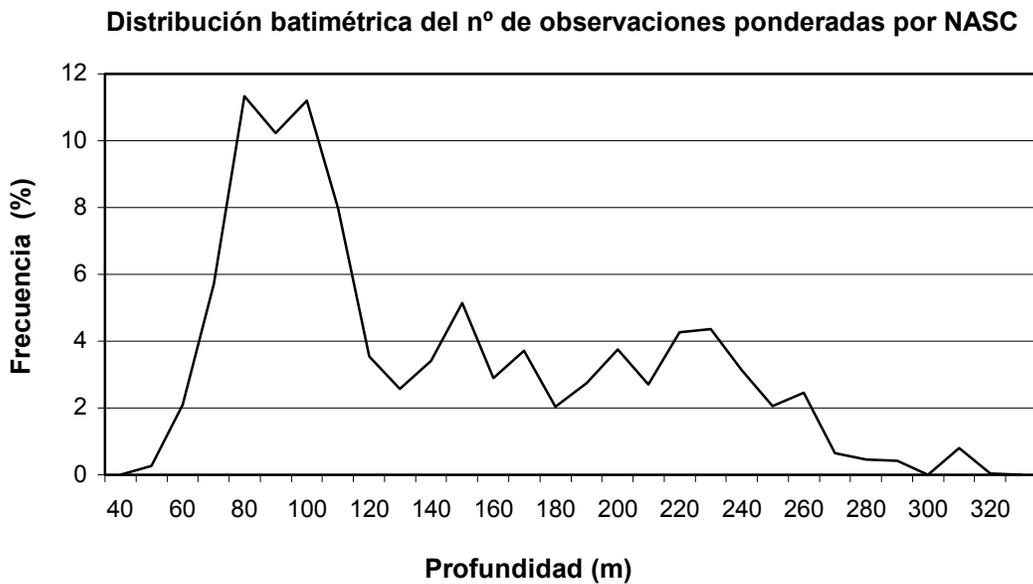


Figura 37. Distribución de la densidad acústica (NASC) de merluza de cola.

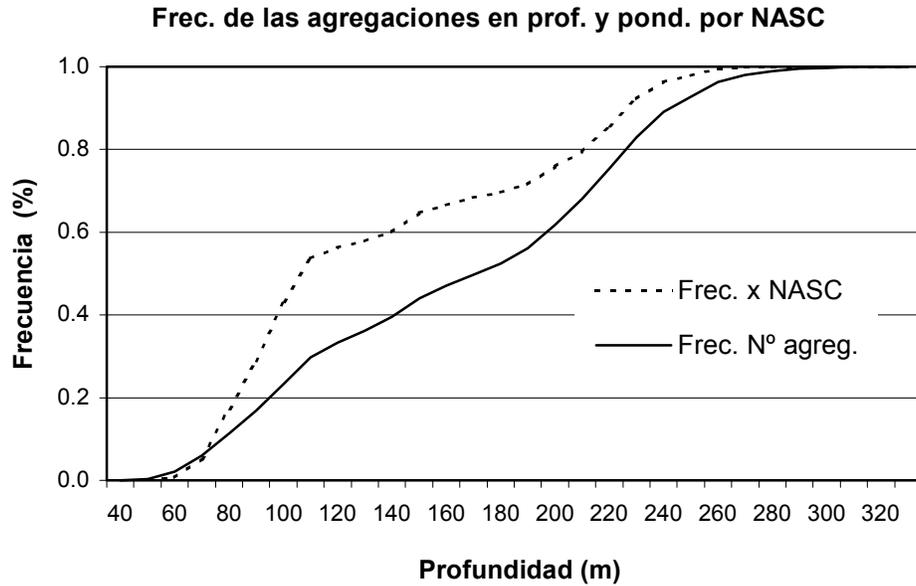


Figura 38. Distribución batimétrica acumulada del número de observaciones de merluza de cola y de las densidades acústicas (NASC) ponderadas por el número de observaciones.

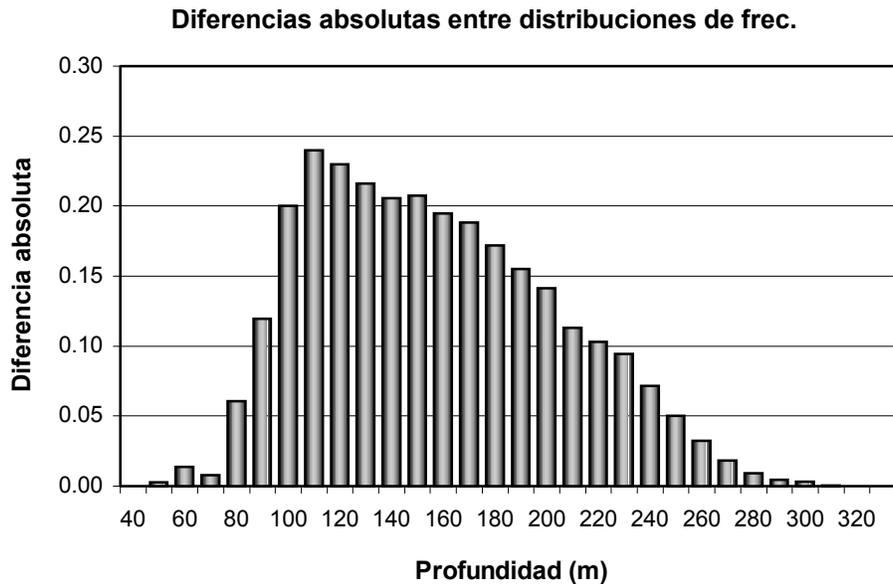


Figura 39. Diferencia absoluta entre la frecuencia del número de observaciones de merluza de cola y la frecuencia de las densidades acústicas.

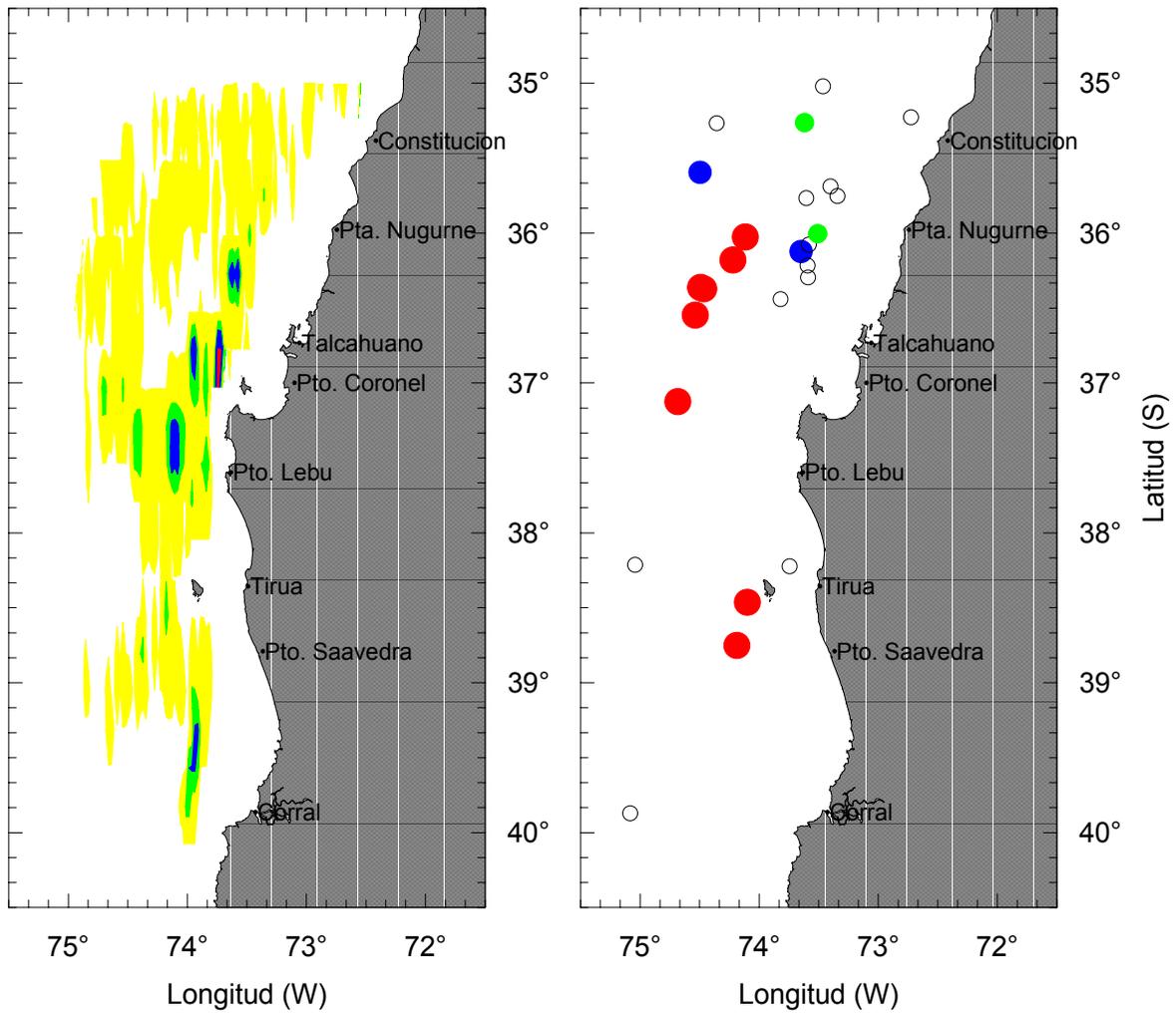


Figura 40a. Distribución de los lances de pesca con merluza de cola con factor de profundidad <math>< 0,6</math>.

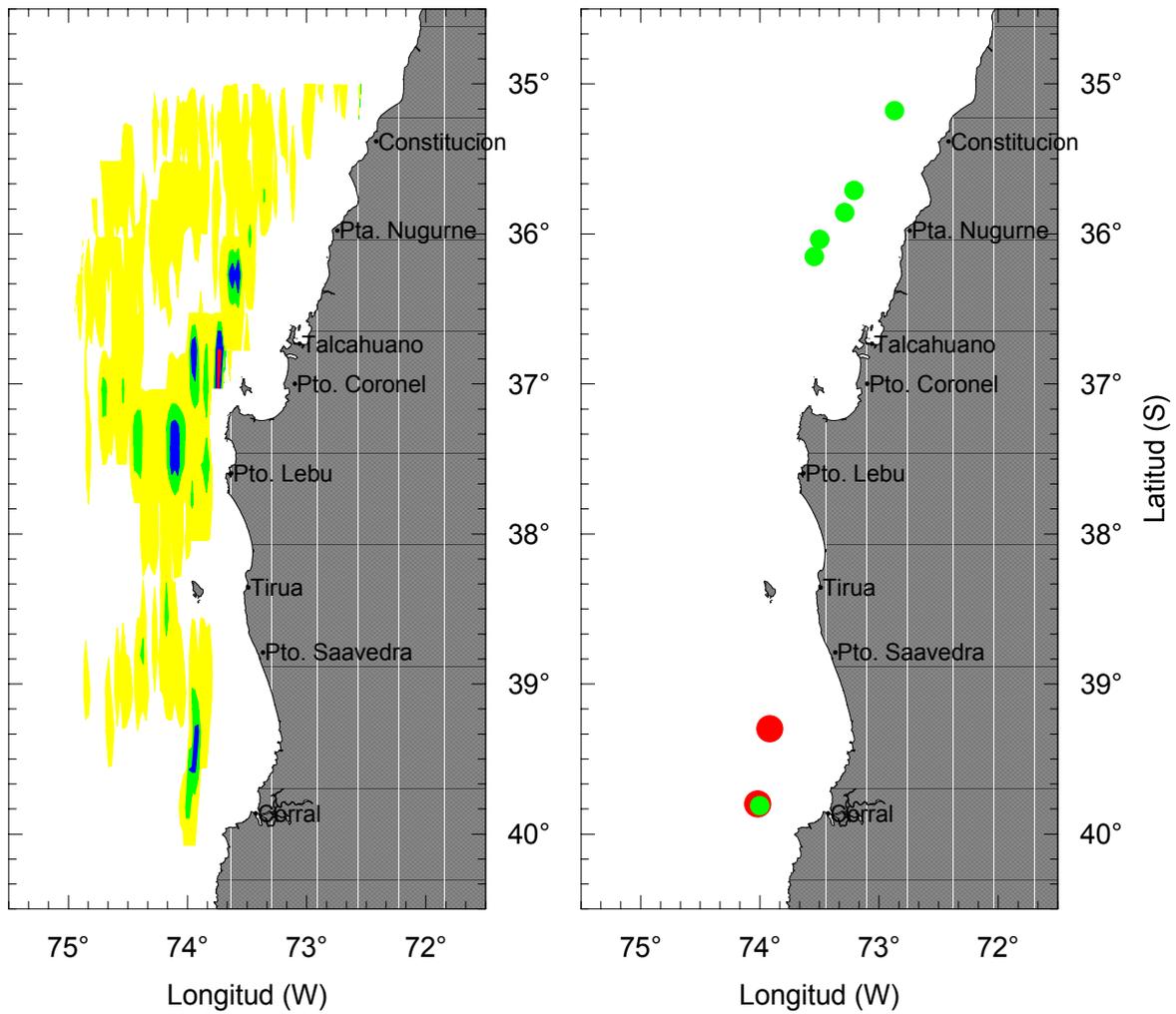


Figura 40b. Distribución de los lances de pesca con merluza de cola con factor de profundidad > 0,6.

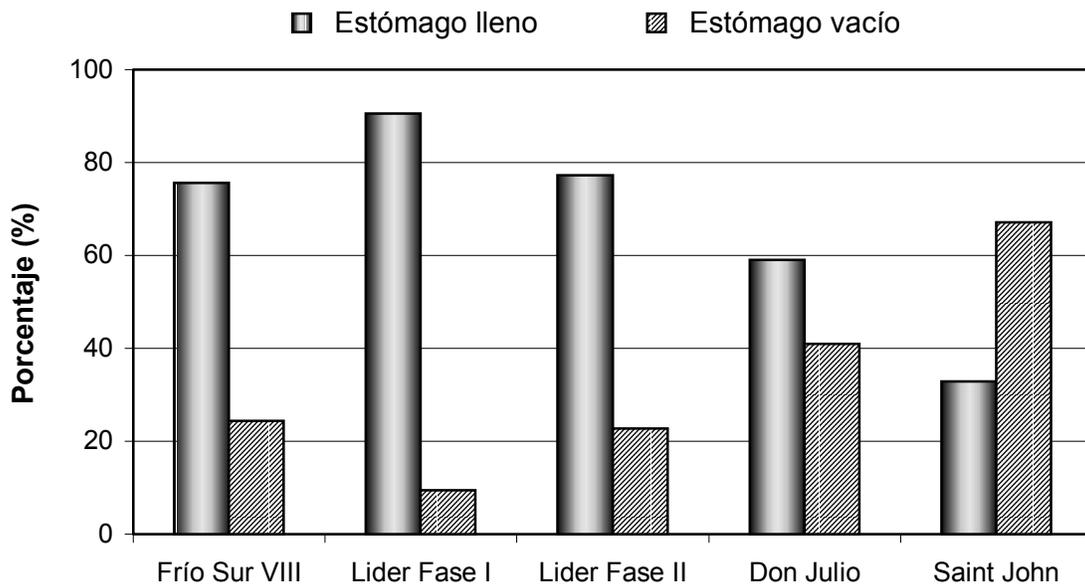


Figura 41. Distribución de estómagos llenos y vacíos por barcos.

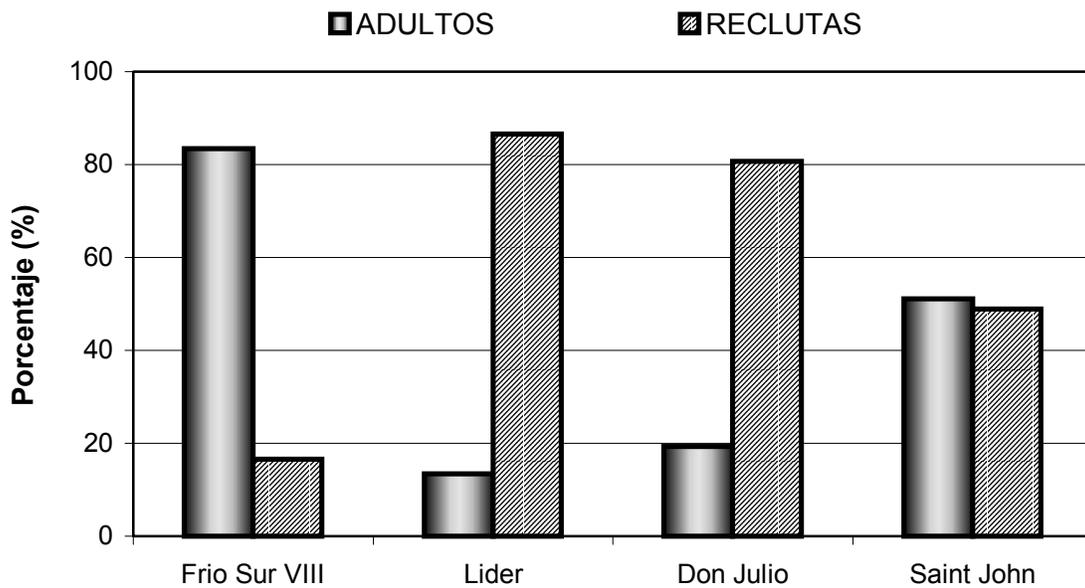
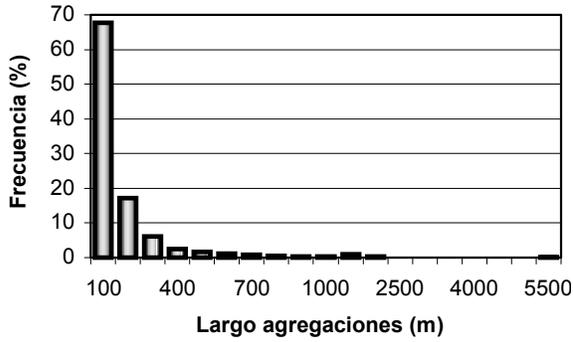
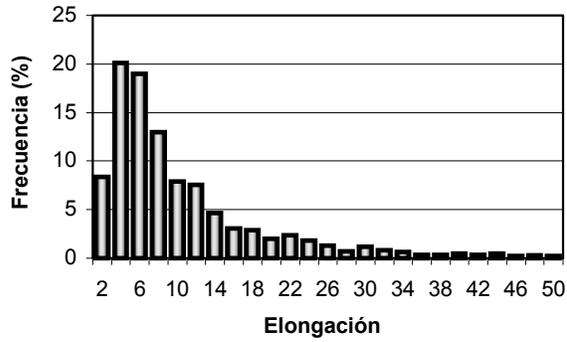


Figura 42. Distribución de tipos de individuos por barco. Noviembre del 2001.

a)



a)



b)

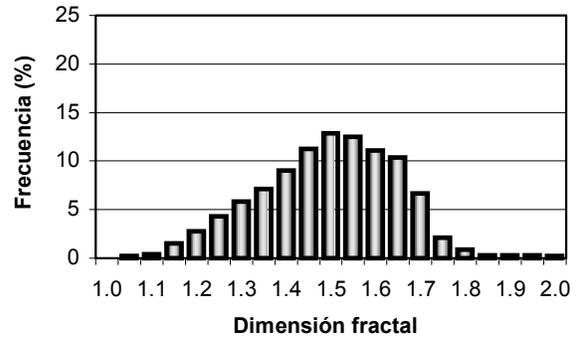
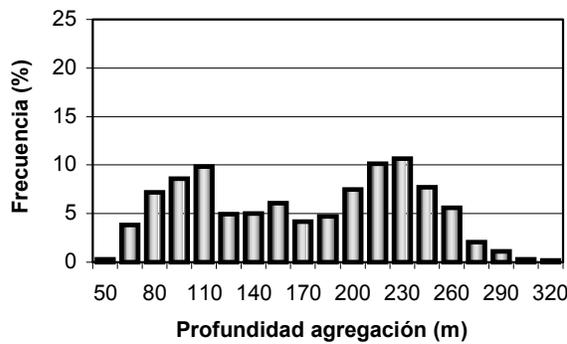


Figura 45. Distribución de frecuencia de los descriptores: a) elongación y b) dimensión fractal.

a)



b)

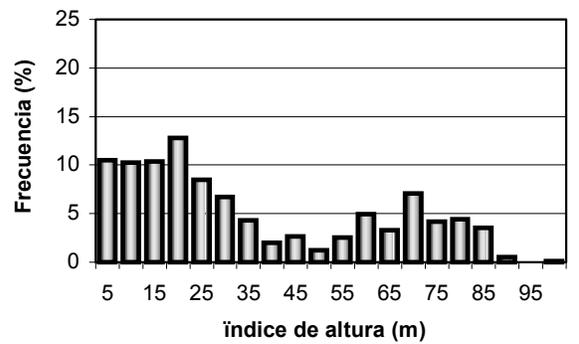
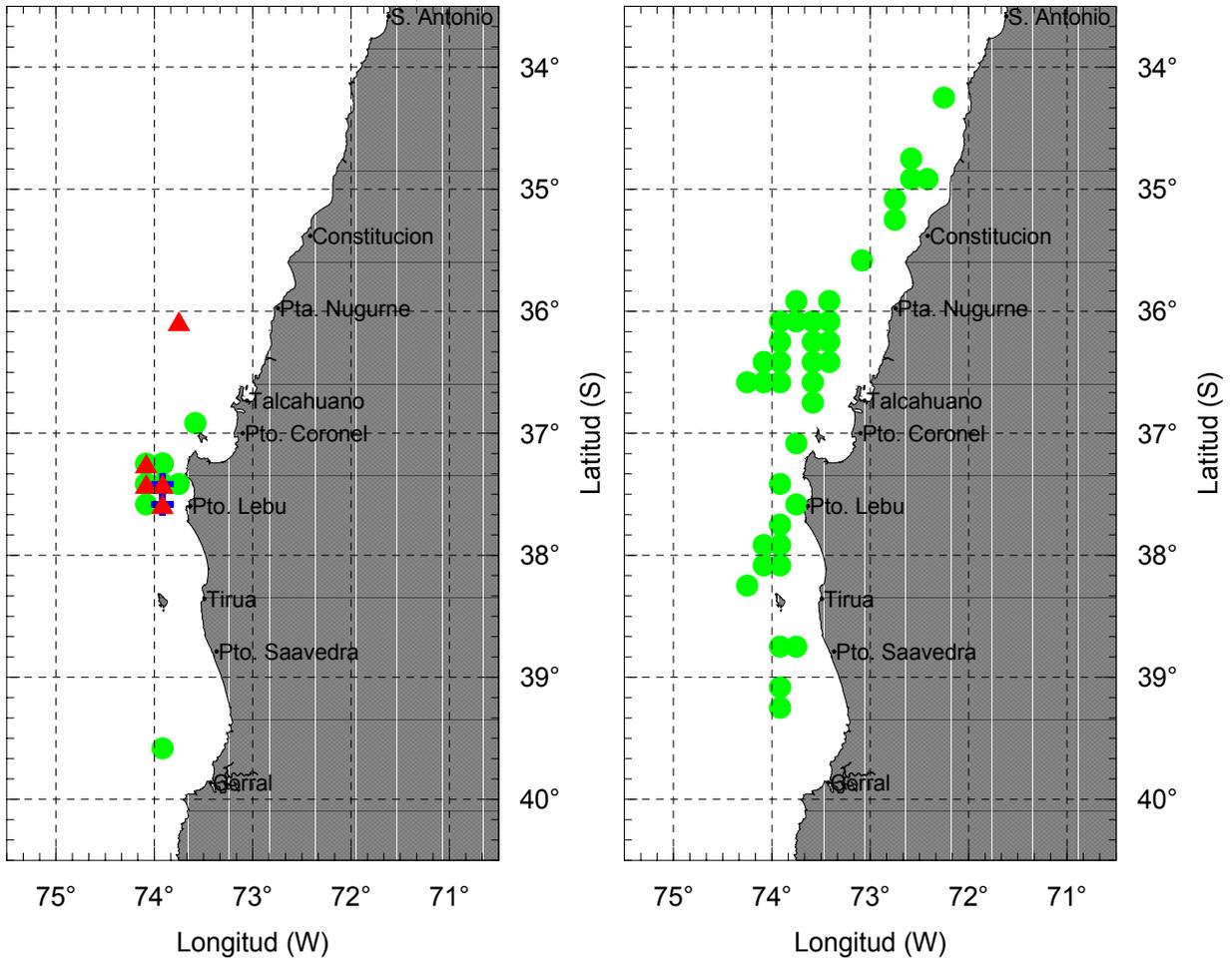


Figura 46. Distribución de frecuencia de los descriptores: a) profundidad de agregaciones y b) índice de altura.

Flota Cerquera
Cap. Muestreada = 3.960 t

Flota Arrastrero
Captura: 479,9 t



Capturas por lance

- 0 a 150 t
- ⊕ 151 a 300 t
- ▲ 301 a 450 t

Figura 47. Distribución espacial de las capturas de merluza de cola realizados por la flota cerquera y la flota arrastrero en noviembre del 2001.

T A B L A S

Tabla 1. Listado de embarcaciones que operaron y sus características geométricas

Barco	Matrícula	Eslora	Manga	Puntal	TRG	Capacidad Bodega	Año constr.
Saint John	2558	54,25	11,0	4,70	690,4	486 m ³	1972
Lider	2918	60,90	11,6	7,00	1.098,	1205 m ³	1996
Don Julio	2870	66,00	12,0	8,00	1.397,	1610 m ³	1994
Frio Sur VIII	2861	53,00	11,5	6,65	930,0	473 m ³	1978

Tabla 2. Número de otolitos de merluza de cola colectados durante el crucero.

Colecta de otolitos de merluza de cola, noviembre 2002 Crucero de Evaluación del reclutamiento			
Barco	Machos	Hembras	Total
Lider	114	126	240
Don Julio	88	106	194
Saiont John	152	146	298
Frio Sur VIII	223	290	513
Total	577	668	1.245

Tabla 3. Calibración de los sistemas de econtegración.

Lugar de calibración	: Bahía de Concepción	Estado del mar	: Calma
2-way beam angle	: -20,7 dB	Angle sensitivity	: 21,9
3 dB angle	: 7 °	Longitud de pulso	: 1 ms

Buque	Ecosonda	Gan. TS (dB)	Gan. Sv (dB)	Gain (dB)
Frío Sur VIII	EK 60			24,2
Lider	EK 60			26,7
Saint John	EK 60			26,5
Don Julio	EK 500	27,5	27,3	

Tabla 4. Biomasa (en toneladas) y coeficiente de variación estimada por área.

Barco	Biomasa (t)	CV (%)	Area (mn²)
Frío Sur VIII	40.300	15,8	7.904
Líder	161.000	16,1	7.000
Don Julio	60.010	28,0	7.720
Saint John	25.300	33,0	8.424
Total	286.610	22,9	31.048

Tabla 5. Biomasa y abundancia separada por sexo

Sexo	Biomasa (t)	Abundancia (en millones de individuos)
Machos	131.841	328
Hembras	154.769	354
Total	286.610	682

Tabla 6. Distribución de la biomasa (t) y abundancia (millones de ejemplares) de merluza de cola por barcos y total. Noviembre del 2001

Barco	Biomasa (t)			Abundancia (millones de ejemplares)		
	Total	Reclutas	% Reclutas	Total	Reclutas	% Reclutas
Frio Sur VIII	40.300,0	9.861,9	24,47	59,6	22,7	38,04
Lider	161.000,0	134.310,2	83,42	389,2	345,0	88,64
Don Julio	60.010,0	50.736,6	84,55	166,0	151,0	91,00
Saint John	25.300,0	18.324,9	72,43	68,1	58,3	85,66
Total	286.610,0	213.233,5	74,40	682,8	577,0	84,50

Tabla 7. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, machos.

TALLAS (cm)	FREC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
20 - 21														
22 - 23														
24 - 25														
26 - 27														
28 - 29														
30 - 31	6.893		6.893											
32 - 33	54.349		54.349											
34 - 35	87.222		87.222											
36 - 37	418.182		418.182											
38 - 39	544.525		233.368	311.157										
40 - 41	5.270.255		3.513.503	1.756.752										
42 - 43	11.128.468			10.386.570	741.898									
44 - 45	19.433.446			16.053.716	3.379.730									
46 - 47	31.282.553			21.506.755	7.820.638	977.580	977.580							
48 - 49	51.404.001			23.254.191	20.806.381	1.223.905	6.119.524							
50 - 51	58.911.488			12.273.227	23.319.131	7.363.936	15.955.195							
52 - 53	53.577.386			7.353.759	19.960.203	8.404.296	17.859.129							
54 - 55	33.992.537				15.539.446	7.769.723	10.683.369							
56 - 57	18.860.954				3.280.166	5.740.290	9.020.456	820.041						
58 - 59	9.026.165				1.805.233	2.406.977	1.805.233	2.406.977	601.744					
60 - 61	5.134.357				1.100.219		2.567.179	733.480	733.480					
62 - 63	6.203.356					387.710	3.489.388	1.550.839	775.419					
64 - 65	4.996.466						384.344	1.537.374	2.306.061	768.687				
66 - 67	3.762.471					289.421	868.263	868.263	578.842	1.157.684				
68 - 69	3.576.775							2.276.130	975.484	325.161				
70 - 71	2.124.906						265.613		531.226	1.328.066				
72 - 73	2.296.170								765.390	1.020.520	510.260			
74 - 75	1.513.758							168.195	168.195	1.009.172	168.195			
76 - 77	2.841.421									1.262.854	1.578.567			
78 - 79	958.778									479.389	479.389			
80 - 81	671.943											671.943		
82 - 83	241.617												241.617	
84 - 85	163.376											163.376		
86 - 87														
88 - 89	46.014													46.014
90 - 91														
92 - 93														
TOTAL	328.529.833		4.313.517	92.896.126	97.753.045	34.563.838	69.995.271	10.361.299	7.435.842	7.351.533	2.736.411	835.319	287.631	
PORCENTAJE			1,31	28,28	29,75	10,52	21,31	3,15	2,26	2,24	0,83	0,25	0,09	
TALLA PROM. (cm)			39,77	47,07	50,99	53,52	53,69	63,10	65,57	71,53	75,98	81,28	83,46	
VARIANZA			2,92	9,01	10,50	10,22	16,79	18,67	17,60	18,50	3,66	2,52	4,84	
PESO PROM (g)			198,40	310,00	382,20	433,50	439,00	668,70	738,60	926,80	1.078,60	1.286,30	1.379,50	

Tabla 8. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, hembras.

TALLAS (cm)	FREC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
20 - 21																
22 - 23																
24 - 25																
26 - 27																
28 - 29																
30 - 31	6.262		6.262													
32 - 33	43.470		43.470													
34 - 35	67.794		67.794													
36 - 37	24.685			24.685												
38 - 39	234.716		78.239	156.477												
40 - 41	4.259.661		2.621.330	1.638.331												
42 - 43	14.572.071		6.902.560	6.902.560	766.951											
44 - 45	16.468.821		2.994.331	11.977.325	1.497.166											
46 - 47	28.461.579		2.587.416	18.111.914	3.881.124	2.587.416	1.293.708									
48 - 49	62.941.494		1.498.607	32.969.354	23.977.712	2.997.214	1.498.607									
50 - 51	65.733.639			26.891.034	26.891.034	4.481.839	7.469.732									
52 - 53	58.943.257			21.433.912	14.735.814	9.377.336	13.396.195									
54 - 55	35.486.368			7.762.643	16.634.235	4.435.796	6.653.694									
56 - 57	21.302.524			3.550.421	6.213.236	4.438.026	6.213.236	887.605								
58 - 59	11.802.650				2.248.124	2.248.124	5.058.278	1.124.062	1.124.062							
60 - 61	6.179.549				1.716.541	1.029.925	2.059.850	343.308	1.029.925							
62 - 63	4.599.351					1.061.389	1.768.981	1.768.981								
64 - 65	5.392.241					770.320	1.155.480	2.696.121	770.320							
66 - 67	2.573.038						395.852	1.583.408	593.778							
68 - 69	1.856.218							412.493	1.237.479	206.246						
70 - 71	2.382.288							264.699	794.096	1.058.795	264.699					
72 - 73	1.481.701								423.343	423.343	635.015					
74 - 75	1.954.715								325.786	1.303.143	325.786					
76 - 77	2.358.145									1.768.609	589.536					
78 - 79	1.074.404								268.601	671.503	134.301					
80 - 81	1.594.936								199.367	199.367	398.734	398.734				
82 - 83	1.113.447									139.181	139.181	398.734	398.734			
84 - 85	794.337									99.292	198.584	198.584	100.223	100.223	417.542	
86 - 87	350.780										50.111	198.584	100.223	100.223	99.292	198.584
88 - 89	142.148											50.111	100.223	71.074	71.074	
90 - 91	41.799										41.799					
92 - 93																
TOTAL	354.238.086	16.800.008	131.418.655	98.561.938	33.427.385	47.228.312	10.359.203	8.008.812	4.309.697	1.552.246	975.903	709.211	688.131	198.584		
PORCENTAJE		4.74	37.10	27.82	9.44	13.33	2.92	2.26	1.22	0.44	0.28	0.20	0.19	0.06		
TALLA PROM. (cm)		43.61	49.06	51.41	53.45	54.58	64.26	67.62	75.88	79.96	82.50	82.54	83.99	84.50		
VARIANZA		6.42	11.81	10.59	17.40	17.85	20.31	37.50	11.55	12.39	4.09	8.12	4.40	0.00		
PESO PROM (g)		259.40	352.30	396.60	440.10	464.40	705.30	809.60	1.075.80	1.230.80	1.330.30	1.333.60	1.393.10	1.413.10		

Tabla 9. Número de individuos por grupo de edad, desviación estándar en la abundancia por grupo edad.

Grupo Edad	MACHOS		HEMBRAS	
	Nº	S.D.	Nº	S.D.
I	0	0	0	0
II	4.313.517	1.028.691	16.800.008	3.352.255
III	92.896.126	6.997.840	131.418.655	9.698.663
IV	97.753.045	8.297.282	98.561.938	9.248.030
V	34.563.838	5.412.838	33.427.385	5.887.036
VI	69.995.271	7.073.562	47.228.312	6.502.308
VII	10.361.299	1.965.245	10.359.203	1.848.858
VIII	7.435.842	1.526.532	8.008.812	1.477.704
IX	7.351.533	1.298.816	4.309.697	899.093
X	2.736.411	779.807	1.552.246	558.412
XI	835.319	16.679	975.903	387.799
XII	287.631	5.743	709.211	342.442
XIII	0	0	688.131	295.047
XIV	0	0	198.584	150.162
TOTAL	328.529.833		354.238.086	

Tabla 10. Capturas (en Kg) por lance de pesca, noviembre del 2001.

Corr	Barco	Lance	Latitud	Longitud	Mer Cola	Mer gayi	Jurel	Besugo	Reineta	Tollo negro	Mer Austral	C.Dorado
1	Lider	1	3621,78	7429,55	15.000							
2	Lider	2	3632,86	7432,14	20.000							
3	Lider	3	3707,50	7441,00	500							
4	Lider	4	3622,30	7427,88	5.000							
5	Lider	5	3610,82	7413,20	10.000							
6	Lider	6	3626,50	7349,20	18				3			
7	Don Julio	1	3813,42	7344,63		130						
8	Don Julio	2	3812,88	7502,50			0,5					
9	Don Julio	3	3827,85	7405,89	500							
10	Don Julio	4	3845,10	7411,21	150							
11	Saint John	1	3952,30	7505,00			800					
12	Saint John	2	3948,00	7401,00	380	1600		20				
13	Saint John	3	3948,70	7400,00	1	140		50				
14	Saint John	4	3918,00	7355,00	200	1600						
15	Saint John	5	3857,00	7340,00								
16	Frio Sur VIII	1	3601,57	7407,00	500							
17	Frio Sur VIII	2	3546,00	7336,19					10			
18	Frio Sur VIII	3	3541,27	7324,12		2			100			
19	Frio Sur VIII	4	3545,20	7320,54		800			5			
20	Frio Sur VIII	5	3542,64	7312,53	170	150				5		
21	Frio Sur VIII	6	3535,72	7429,75	600	10	20					
22	Frio Sur VIII	7	3516,00	7421,30								
23	Frio Sur VIII	8	3515,83	7337,06	1.000							
24	Frio Sur VIII	9	3513,67	7243,49		100			20			
25	Frio Sur VIII	10	3510,72	7252,09	30	30						
26	Frio Sur VIII	11	3501,23	7327,84								
27	Frio Sur VIII	12	3600,22	7330,51	20	2970		5				4
28	Frio Sur VIII	13	3613,00	7335,65	30	5000			200			
29	Frio Sur VIII	14	3617,80	7335,30	1.700	150			40	100	5	3
30	Frio Sur VIII	15	3607,43	7338,83	420	60			60	10		
31	Frio Sur VIII	16	3609,06	7332,53	360	720			120			
32	Frio Sur VIII	17	3602,24	7329,80	900	1300		180		20	5	30
33	Frio Sur VIII	18	3551,51	7317,24	400	200		10		30	10	10
34	Frio Sur VIII	19	3604,63	7334,94	300	6000			50			

Tabla 11. Número de ejemplares de merluza de cola muestreados por lance y su talla mínima y máxima, número de otolitos y estómagos recolectados y velocidad promedio de arrastre de la red de mediana.

Barco	Lance	Grado	Latitud	Longitud	Número de ejemplares	Talla mínima	Talla máxima	Número otolitos	Número estómagos	velocidad rastreo (nudos)
Frio Sur VIII	10	35°00 -35°59'	3510,72	7252,09	50	53	81			3,2
Frio Sur VIII	8		3515,83	7337,06	408	47	90	100	92	3,1
Frio Sur VIII	6		3535,72	7429,75	355	38	88	100	80	3,8
Frio Sur VIII	5		3542,64	7312,53	343	47	100	100	65	3,2
Frio Sur VIII	18		3551,51	7317,24	76	49	88	30	15	3,2
Frio Sur VIII	12	36°00 -36°59'	3600,22	7330,51	28	54	85	28	28	3,1
Frio Sur VIII	1		3601,57	7407,00	503	38	83	100	45	3,8
Frio Sur VIII	17		3602,24	7329,80	98	52	89			3,4
Frio Sur VIII*	19		3604,63	7334,94						
Frio Sur VIII	15		3607,43	7338,83	117	48	81	30	27	3,3
Frio Sur VIII	16		3609,06	7332,53	77	53	87	30	17	2,9
Lider	5		3610,82	7413,20	315	43	68	40	100	3,9
Frio Sur VIII	13		3613,00	7335,65	39	62	85			3,6
Frio Sur VIII*	14		3617,80	7335,30						
Lider	1		3621,78	7429,55	259	37	67	60	54	3,8
Lider	4		3622,30	7427,88	375	40	68	50	99	4,0
Lider*	6		3626,50	7349,20	2			2	2	
Lider	2		3632,86	7432,14	348	39	65	50	101	4,0
Lider	3	37°00 -3759'	3707,50	7441,00	395	41	77	40	100	4,4
Don Julio**	1	3800 -38°59'	3813,42	7344,63	2					3,2
Don Julio	3		3827,85	7405,89	600	34	83	100	99	3,9
Don Julio	4		3845,10	7411,21	634	32	86	100	82	4,3
Saint John	4	3900 -39°59'	3918,00	7355,00	464	31	87	150	67	4,0
Saint John	2		3948,00	7401,00	547	30	91	150	58	4,2
Saint John	3		3948,70	7400,00	30	45	95			4,0
N° total					6.065			1.260	1.131	

* problemas logísticos para el muestreo

** considerado lance sin captura

Tabla 12. Resumen de estadísticos de la estructura de talla de merluza de cola por sexo, buque y total. Crucero noviembre del 2001

Estadísticos	Friosur VIII			Lider			Don Julio			Saint John			Total		
	Macho	Hembra	Ambos	Macho	Hembra	Ambos	Macho	Hembra	Ambos	Macho	Hembra	Ambos	Macho	Hembra	Ambos
Promedio (cm)	62	64	63	51	51	51	49	48	49	50	52	51	54	55	55
d.s. (cm)	9.4	10.5	10.1	5.1	4.5	4.8	6.6	6.3	6.5	8.6	11.1	9.9	9.5	10.8	10.3
n	949	1081	2080	765	918	1683	633	603	1236	535	506	1041	2882	3108	6040
Mín. (cm)	38	38	38	37	40	37	32	33	32	31	30	30	31	30	30
Máx. (cm)	88	100	100	77	77	77	79	86	86	88	95	95	88	100	100
Prop. Sexual	47	53		45	55		51	49		51	49		48	52	
% < 55 cm	29	22	24	83	84	83	82	87	85	76	68	72	64	60	61

Tabla 13. Parámetros de la relación peso – longitud de merluza de cola, crucero de evaluación, noviembre del 2001.

Sexo	Parámetros	Zona Centro-Sur
Machos	a	0,0127679 (0,0106505 - 0,0148853)
	b	2,6193158 (2,5792722 - 2,6593593)
	N	803
	r²	0,954
Hembras	a	0,155467 (0,0130860 - 0,0180074)
	b	2,5733848 (2,5360289 - 2,6107407)
	N	863
	r²	0.954

Tabla 14. Datos meteorológicos recolectados durante el crucero.

Barco	Fecha	Latitud	Longitud	Hora	Viento		Presión (mbar)
					Dirección	Intensidad	
Frio sur VIII	08-11-01	3604	7308	0800	250	3	1013
Frio sur VIII	08-11-01	3602	7354	1200	260	7	1015
Frio sur VIII	08-11-01	3602	7422	1600	260	10	1016
Frio sur VIII	08-11-01	3548	7452	2000	240	8	1016
Frio sur VIII	08-11-01	3544	7422	2400	240	10	1015
Frio sur VIII	09-11-01	3547	7432	0800	160	8	1015
Frio sur VIII	09-11-01	3546	7342	1200	160	6	1017
Frio sur VIII	09-11-01	3544	7324	1600	200	5	1020
Frio sur VIII	09-11-01	3545	7321	2000	180	2	1021
Frio sur VIII	09-11-01	3544	7306	2400	250	5	1021
Frio sur VIII	10-11-01	3538	7254	0800	250	1	1021
Frio sur VIII	10-11-01	3536	7357	1200	240	3	1021
Frio sur VIII	10-11-01	3536	7429	1600	280	4	1021
Frio sur VIII	10-11-01	3519	7439	2000	280	4	1020
Frio sur VIII	10-11-01	3526	7416	2400	270	8	1019
Frio sur VIII	11-11-01	3516	7421	0800	270	3	1017
Frio sur VIII	11-11-01	3515	7339	1200	180	10	1012
Frio sur VIII	11-11-01	3515	7307	1600	230	9	1018
Frio sur VIII	11-11-01	3515	7234	2000	280	4	1016
Frio sur VIII	11-11-01	3508	7249	2400	280	4	1016
Frio sur VIII	12-11-01	3500	7240	0800	260	4	1013
Frio sur VIII	12-11-01	3501	7328	1200	260	2	1015
Frio sur VIII	12-11-01	3501	7405	1600	280	4	1015
Frio sur VIII	12-11-01	3527	7356	2000	100	2	1013
Frio sur VIII	12-11-01	3600	7330	2400	330	2	1013
Frio sur VIII	13-11-01	3618	7335	0800	300	2	1013
Frio sur VIII	13-11-01	3606	7338	1200	270	2	1015
Frio sur VIII	13-11-01	3601	7329	1600	270	8	1017
Frio sur VIII	13-11-01	3557	7326	2000	270	10	1017
Frio sur VIII	13-11-01	3549	7315	2400	270	8	1017
Saint John	09-11-01	3952	7538	0800	200	8	1017
Saint John	09-11-01	3952	7509	1200	190	5	1019
Saint John	09-11-01	3549	7431	1600	220	5	1023
Saint John	09-11-01	3948	7301	2000	220	2	1024
Saint John	10-11-01	4004	7359	0800	330	8	1020
Saint John	10-11-01	4004	7501	1200	340	14	1018
Saint John	10-11-01	4004	7542	1600	360	25	1013
Saint John	10-11-01	4004	7556	2000	360	25	1010
Saint John	11-11-01	3931	7336	0800	220	14	1018
Saint John	11-11-01	3932	7439	1200	225	8	1021
Saint John	11-11-01	3932	7349	1600	225	5	1024
Saint John	11-11-01	3916	7353	2000	200	8	1024
Saint John	12-11-01	3916	7434	0800	330	5	1018
Saint John	12-11-01	3916	7512	1200	340	5	1014
Saint John	12-11-01	3900	7557	1600	360	8	1011

Tabla 14. (continuación) datos meteorológicos recolectados durante el crucero.

Barco	Fecha	Latitud	Longitud	Hora	Viento		Presión
					Dirección	Intensidad	mbar
Saint John	12-11-01	3900	7517	2000	360	13	1011
Saint John	13-11-01	3900	7432	0800	190	13	1014
Saint John	13-11-01	3900	7300	1200	200	8	1017
Don Julio	08-11-01	3740	7410	2400	205	25	1014
Don Julio	09-11-01	3740	7350	0700	205	20	1013
Don Julio	09-11-01	3740	7443	1100	205	10	1017
Don Julio	09-11-01	3740	7533	1500	205	6	1018
Don Julio	09-11-01	3756	7537	1900	205	6	1018
Don Julio	10-11-01	3757	7509	0700	45	2	1018
Don Julio	10-11-01	3756	7415	1100	360	18	1019
Don Julio	10-11-01	3756	7343	1500	360	25	1018
Don Julio	10-11-01	3812	7340	1900	360	20	1017
Don Julio	11-11-01	3812	7350	0700	225	12	1015
Don Julio	11-11-01	3812	7431	1100	205	12	1018
Don Julio	11-11-01	3812	7502	1500	225	5	1020
Don Julio	11-11-01	3828	7534	1900	225	5	1018
Don Julio	12-11-01	3828	7534	0700	45	3	1012
Don Julio	12-11-01	3828	7534	1100	45	3	1012
Don Julio	12-11-01	3828	7402	1500	295	3	1013
Don Julio	12-11-01	3828	7444	1900	45	5	1012
Don Julio	13-11-01	3844	7334	0700	180	2	1013
Don Julio	13-11-01	3839	7410	1100	180	1	1014
Don Julio	13-11-01	3844	7421	1500	225	10	1018
Don Julio	13-11-01	3844	7502	1900	225	10	1018
Don Julio	13-11-01	3724	7500	2300	295	8	1018
Lider	08-11-01	3618	7258	0700	250	6	1016
Lider	08-11-01	3618	7355	1100	205	13	1017
Lider	08-11-01	3623	7428	1500	190	17	1019
Lider	08-11-01	3620	7439	1900	195	17	1019
Lider	09-11-01	3634	7550	0700	210	15	1020
Lider	09-11-01	3634	7343	1100	205	15	1019
Lider	09-11-01	3634	7317	1500	225	13	1021
Lider	09-11-01	3652	7412	1900	225	4	1022
Lider	10-11-01	3652	7446	0700	335	4	1023
Lider	10-11-01	3708	7504	1100	360	14	1023
Lider	10-11-01	3705	7440	1400	360	14	1021
Lider	10-11-01	3723	7352	1900	315	12	1021
Lider	11-11-01	3724	7430	0700	245	15	1019
Lider	11-11-01	3720	7538	1100	135	12	1021
Lider	11-11-01	3644	7437	1500	90	10	1020
Lider	11-11-01	3648	7437	1900	160	20	1020
Lider	12-11-01	3633	7423	0700	160	4	1018
Lider	12-11-01	3611	7413	1100	270	5	1018
Lider	12-11-01	3622	7347	1500	360	5	1018

Tabla 15. Frecuencia de la dirección e intensidad del viento reportada a bordo de las embarcaciones

<i>Dirección del viento</i>	Frecuencia	Porcentaje
NE	4	4,5
E	1	1,1
SE	2	2,2
S	8	9,0
SW	29	32,6
W	20	22,5
NW	9	10,1
N	16	18,0

Intensidad del viento (nudos)	Frecuencia	Porcentaje
3	17	19,1
6	25	28,1
9	14	15,7
12	12	13,5
15	11	12,4
18	3	3,4
21	3	3,4
24	0	0,0
27	4	4,5

Tabla 16. Índices de Cramer para la merluza de cola respecto de la temperatura y la clorofila.

Variables	Indices
Temperatura	0,24
Clorofila	0,49

Tabla 17. Valores del método Numérico (%N), Gravimétrico (%P), Frecuencia de Ocurrencia (%F) e Índice de Importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de *Macrurus magellanicus* (n = 275), B/F Frío Sur VIII.

Item alimentario	%N	P%	%F	%IRI
CRUSTACEA				
<i>Euphausia mucronata</i>	98,2053	72,8570	84,7270	98,2934
<i>Post-larva (megalopa)</i>	0,0135	0,0270	0,3636	0,0001
<i>Heterocarpus reedi</i>	0,0020	2,6989	0,2040	0,0501
<i>Sergestidae</i>	0,3806	2,6840	5,0910	0,1058
MOLLUSCA				
<i>Loligo gahi</i>	0,1632	0,3916	2,5500	0,0095
PISCES				
<i>Myctophidae</i>	0,1360	3,0760	3,3000	0,0713
<i>Searsiidae</i>	0,2450	9,9290	4,4000	0,3010
<i>Searsiidae</i>	0,0270	5,1741	0,7000	0,4874
<i>Macrouridae</i>	0,5846	6,6844	13,8200	0,6812
<i>Restos de otro pez</i>				

Tabla 18. Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de adultos y reclutas de *Macrurus magellanicus* (Frío Sur VIII).

Item alimentario	Adultos % I R	Reclutas % I R
CRUSTACEA		
<i>Euphausia mucronata</i>	98,6603	99,7295
<i>Post-larva (megalopa)</i>	0,0002	0
<i>Heterocarpus reedi</i>	0,0624	0
<i>Sergestidae</i>	0,1095	0,0814
MOLLUSCA		
<i>Loligo gahi</i>	0,0152	0
PISCES		
<i>Myctophidae</i>	0,0532	0,0136
<i>Myctophidae</i>	0,3479	0,0136
<i>Searsiidae</i>	0,0406	0
<i>Macrouridae</i>	0,7107	0,169
<i>Restos de otro pez</i>		

Tabla 19. Valores del método Numérico (%N), Gravimétrico (%P), Frecuencia de Ocurrencia (%F) e Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de *Macrurus magellanicus* (n = 350), PAM Lider.

Item alimentario	%N	P%	%F	%IRI
CRUSTACEA				
<i>Euphausia mucronata</i>	97,4888	3,8258	96,0000	98,5817
<i>Amphipoda</i>	0,0091	1,3944	7,7143	0,1339
<i>Post-larva (megalopa)</i>	0,0342	0,0850	0,2857	0,0002
<i>Heterocarpus reedi</i>	0,1196	0,7312	1,4286	0,0073
<i>Sergestidae</i>	0,3587	2,3127	5,4286	0,0869
MOLLUSCA				
<i>Loligo gahi</i>	0,0171	0,1190	0,2857	0,0002
PISCES				
	0,6491	6,1898	9,1429	0,3748
<i>Myctophidae</i>	0,3929	1,7515	3,4286	0,0441
<i>Searsiidae</i>	0,9225	7,2612	15,7143	0,7709
<i>Restos de otro pez</i>				

Tabla 20. Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de adultos y reclutas de *Macrurus magellanicus* (Lider).

Item alimentario	Adultos % I R	Reclutas % I R
CRUSTACEA		
<i>Euphausia mucronata</i>	96,0169	98,8011
<i>Amphipoda</i>	0,0525	0,1287
<i>Post-larva (megalopa)</i>	0	0,0003
<i>Heterocarpus reedi</i>	0,0518	0,0064
<i>Sergestidae</i>	0,1533	0,0663
MOLLUSCA		
<i>Loligo gahi</i>	0	0,0003
PISCES		
	1,2996	0,3405
<i>Myctophidae</i>	0,0277	0,0507
<i>Searsiidae</i>	2,3982	0,6056
<i>Restos de otro pez</i>		

Tabla 21. Valores del método Numérico (%N), Gravimétrico (%P), Frecuencia de Ocurrencia (%F) e Índice de importancia Relativa (% IRI) de los ítems del contenido estomacal de *Macrurus magellanicus* (n = 96), PAM Lider.

Item alimentario	%N	P%	%F	%IRI
CRUSTACEA				
<i>Euphausia mucronata</i>	99,6714	96,9870	97,9167	99,7876
<i>Amphipoda</i>	0,0865	0,1756	4,1667	0,0057
<i>Sergestidae</i>	0,0173	0,1255	1,0417	0,0008
PISCES	0,2248	2,7102	13,5417	0,2059
<i>Restos de otro pez</i>				

Tabla 22. Valores del método Numérico (%N), Gravimétrico (%P), Frecuencia de Ocurrencia (%F) e Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de *Macrurus magellanicus* (n = 98), PAM Don Julio

Item alimentario	%N	P%	%F	%IIR
CRUSTACEA				
<i>Euphausia mucronata</i>	88,232	84,0096	86,7347	96,5880
<i>Amphipoda</i>	1,2996	1,2925	24,4898	0,4104
<i>Post-larva (megalopa)</i>	8,5303	2,9757	10,2041	0,7591
<i>Heterocarpus reedi</i>	0,0709	0,3607	2,0408	0,0057
<i>Sergestidae</i>	0,0473	0,3006	1,0204	0,0023
MOLLUSCA	0,0945	2,1341	4,0816	0,0588
<i>Loligo gahi</i>				
PISCES	0,0473	2,9456	1,0204	0,0197
<i>Myctophidae</i>	0,0473	2,6450	2,0408	0,0355
<i>Searsiidae</i>	0,4017	19,6874	16,3265	2,1205
<i>Restos de otro pez</i>				

Tabla 23. Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de adultos y reclutas de *Macrurus magellanicus* (Don Julio).

Item alimentario	Adultos % I R	Reclutas % I R
CRUSTACEA		
<i>Euphausia mucronata</i>	93,3667	98,5914
<i>Amphipoda</i>	0,3014	0,4381
<i>Post-larva (megalopa)</i>	3,0780	0,3218
<i>Heterocarpus reedi</i>	0	0,0050
<i>Sergestidae</i>	0	0,0043
MOLLUSCA		
<i>Loligo gahi</i>	0,2526	0,0071
PISCES		
	0	0,0369
<i>Myctophidae</i>	0,7442	0
<i>Searsiidae</i>	2,2572	0,5954
<i>Restos de otro pez</i>		

Tabla 24. Valores del método Numérico (%N), Gravimétrico (%P), Frecuencia de Ocurrencia (%F) e Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de *Macrurus magellanicus* (n = 45), B/F Saint John.

Item alimentario	%N	P%	%F	%IRI
CRUSTACEA				
<i>Euphausia mucronata</i>	83,9827	20,1326	57,7778	80,2754
<i>Amphipoda</i>	0,4329	0,0945	2,2222	0,0156
<i>Heterocarpus reedi</i>	0,8658	1,7958	4,4444	0,1579
<i>Sergestidae</i>	1,7316	3,3081	8,8889	0,5978
MOLLUSCA				
<i>Loligo gahi</i>	0,8658	1,2287	4,4444	0,1242
PISCES				
	3,4632	62,5709	11,1111	9,7912
	0,8658	1,8904	2,2222	0,0817
<i>Myctophidae</i>	8,2251	11,9093	33,3333	8,9562
<i>Searsiidae</i>				
<i>Restos de otro pez</i>				

Tabla 25. Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de adultos y reclutas de *Macrurus magellanicus* (Saint John).

Item alimentario	Adultos % I R	Reclutas % I R
CRUSTACEA		
<i>Euphausia mucronata</i>	55,2767	94,3718
<i>Amphipoda</i>	0	0,0459
<i>Post-larva (megalopa)</i>	0,6680	0
<i>Heterocarpus reedi</i>	2,5645	0
<i>Sergestidae</i>		
MOLLUSCA		
<i>Loligo gahi</i>	0,5605	0
PISCES	24,2439	0,7899
<i>Myctophidae</i>	0,3429	0
<i>Searsiidae</i>	16,3433	4,7924
<i>Restos de otro pez</i>		

Tabla 26. Valores del método Numérico (%N), Gravimétrico (%P), Frecuencia de Ocurrencia (%F) e Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de *Macrurus magellanicus* (n=1226) de todos los barcos.

Item alimentario	%N	P%	%F	%IIR
CRUSTACEA				
<i>Euphausia mucronata</i>	96,448	76,743	89,583	98,660
<i>Amphipoda</i>	0,486	0,621	7,407	0,052
<i>Post-larva (megalopa)</i>	1,551	0,495	1,388	0,052
<i>Heterocarpus reedi</i>	0,115	1,247	1,851	0,016
<i>Sergestidae</i>	0,238	1,766	4,513	0,057
MOLLUSCA				
<i>Loligo gahi</i>	0,081	0,556	1,620	0,006
PISCES	0,213	3,186	4,861	0,105
	0,217	7,303	3,587	0,171
<i>Myctophidae</i>	0,017	1,822	0,347	0,406
<i>Searsiidae</i>	0,622	8,382	15,856	0,907
<i>Macrouridae</i>				
<i>Restos de otro pez</i>				

Tabla 27. Índice de importancia Relativa (%IRI) de los ítems del contenido estomacal de adultos y reclutas de *Macrurus magellanicus*, de todos los barcos.

Item alimentario	Adultos % I R	Reclutas % I R
CRUSTACEA		
<i>Euphausia mucronata</i>	97,1383	98,9804
<i>Amphipoda</i>	0,0058	0,1425
<i>Post-larva (megalopa)</i>	0,0394	0,0191
<i>Heterocarpus reedi</i>	0,0668	0,0044
<i>Sergestidae</i>	0,1293	0,0443
MOLLUSCA		
<i>Loligo gahi</i>	0,0350	0,0009
PISCES	0,0956	0,1845
<i>Myctophidae</i>	0,6973	0,0353
<i>Searsiidae</i>	0,0355	0
<i>Macrouridae</i>	1,7569	0,5888
<i>Restos de otro pez</i>		

Tabla 28. Valores promedios, máximo y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de merluza de cola.

Descriptor	Máx.	Mín.	Promedio	Desvest.	Nº obs
Prof. Card (m)	319,4	45,8	163,7	63,5	1.847
Prof. Fondo (m)	1.150,0	82,9	311,2	277,9	786
Largo (m)	5.475,4	4,6	132,7	279,7	1.847
Alto (m)	103,3	2,3	11,8	9,3	1.847
Perímetro (m)	49.518,5	15,8	526,9	1.805,8	1.847
Área (m ²)	210.384,5	5,6	1.055,5	6.093,2	1.847
Dimensión Fractal	1,98	1,01	1,47	0,15	1.847
Elongación	95,8	0,2	10,7	12,4	1.847
Índice altura	95,4	0,8	33,1	25,9	786

ANEXOS

A N E X O 1

**Personal Participante
por Actividad (HH)**



ANEXO 1

PERSONAL PARTICIPANTE POR OBJETIVO ESPECÍFICO Y ACTIVIDAD

Objetivo 3.1 Plan de asignación de personal (HH)

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Proceso de datos	Análisis de datos	Elaboración Informe	
M. Angela Barbieri B.	140	45	100	90	375
Sergio Lillo V.	80	135	48	24	287
José Córdova M.	100	48	24		172
Alvaro Saavedra G.	80	48			128
Hernán Miranda P.			18		18
Víctor Correa C.	80				80
Manuel Rojas G.	140	80	24		244
Patricio Gálvez G.	80	48			128
Marcos Espejo V.	140	96		9	245
Renato Céspedes M.			21		21
Jorge Castillo P.		24			24
TOTAL	840	524	235	123	1.722

**Objetivo 3.2** Plan de asignación de personal (HH)

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Proceso de datos	Análisis de datos	Elaboración Informe	
Renato Céspedes M.	80	110	190	110	490
Vilma Ojeda C.	20	130	45	34	229
M. Angela Barbieri B.			24	24	48
José Córdova M.	24				24
Luis Cid M.		100			100
Amalia López C.		150			150
Luis Adarme M.	60	170	45	60	335
Germán Bravo M.	60				60
Pablo Urrutia I.	60				60
Luis Contreras C.	60				60
Julio Uribe P.	60				60
Juan Valderrama F.	60				60
Claudio Vera M.	60				60
Oscar Ñancul P.	60				60
TOTAL	604	660	304	228	1.796

Objetivo 3.3 Plan de asignación de personal (HH)

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Proceso de datos	Análisis de datos	Elaboración Informe	
M. Angela Barbieri B.	20	25	80	24	149
Hernán Miranda P.		96	75	18	189
Víctor Correa C.			18		18
Jorge Castillo P.	40	190		12	242
TOTAL	60	311	173	54	598



Objetivo 3.4 Plan de asignación de personal (HH)

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Proceso de datos	Análisis de datos	Elaboración Informe	
M. Angela Barbieri B.	10	25	72	36	143
Patricia Rojas V.		120	102	50	272
Álvaro Saavedra G.		95	40	10	145
Manuel Rojas G.		24			24
Germán Bravo M.	20				20
Pablo Urrutia I.	20				20
Luis Contreras C.	20				20
Julio Uribe P.	20				20
Juan Valderrama F.	20				20
Claudio Vera M.	20				20
Oscar Ñancul P.	20				20
TOTAL	150	264	214	96	724

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Proceso de datos	Análisis de datos	Elaboración Informe	
M. Angela Barbieri B.			80	2	20
Sergio Lillo V.		18	18	10	46
Álvaro Saavedra G.		196	140	45	381
Manuel Rojas G.		72			72
Patricio Gálvez G.		48			48
TOTAL		334	176	57	567

A N E X O 2

**CD Informe Final y
Base de Datos**



**Sección Documentación,
Difusión y Biblioteca**

**IFOP
Valparaíso - Chile**