



INFORME FINAL

FONDO INVESTIGACION PESQUERA
FIP Nº 2001-19

Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001





INFORME FINAL

FIP N° 2001-19

**Evaluación hidroacústica
de merluza del sur y
merluza de cola,
2001**

· Julio, 2002 ·



REQUIRENTE

**CONSEJO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA,
CIP**

Presidente del Consejo:
Felipe Sandoval Precht

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Evaluación Pesquerías Nacionales:
Jorge Farías Ahumada

Director Ejecutivo:
Guillermo Moreno Paredes



JEFE DE PROYECTO

SERGIO LILLO VEGA

AUTORES

**SERGIO LILLO V.
VILMA OJEDA C.
RENATO CÉSPEDES M.
FERNANDO BALBONTIN C.
ÁLVARO SAAVEDRA G.
RICARDO BRAVO M.
LUIS ADASME M.
MANUEL ROJAS G.**



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados finales del proyecto FIP N° 2001-19: “Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001” licitado y financiado por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP). Dichos resultados dicen relación con la cuantificación del stock desovante de ambos recursos presentes en la zona de aguas exteriores de las Regiones X y XI, así como también determinar su distribución, abundancia y las características biológicas y pesqueras relevantes de la actividad.

Metodológicamente, en primer lugar se realizó un crucero de prospección en el B/F “Unzen”, con el fin de recabar los datos acústicos, pesqueros y biológicos; y en segundo lugar, se procedió a procesar y analizar los datos para evaluar ambos recursos precitados. El crucero de prospección acústica se llevó a cabo desde el 7 al 28 de agosto del año 2001, en el área de la plataforma continental comprendida entre los 43°30' y 47°00' de latitud sur, efectuándose 43 transectas acústicas y 80 lances de pesca con sus correspondientes muestreos biológicos.

Los principales resultados de la evaluación fueron los siguientes:

- 1) Tanto merluza del sur como merluza de cola presentaron una distribución asociada a la plataforma continental y talud continental delimitada por los paralelos 43°30'S y 47°00'S y, longitudinalmente, por los veriles de 200 a 800 metros de profundidad.
- 2) Para merluza del sur se estimó una biomasa media total de 100.326 toneladas con un intervalo de confianza de 76.161 a 124.491 toneladas y, para merluza de cola, de 574.415 toneladas con un intervalo de confianza de 404.357 a 744.473 toneladas.



- 3) La abundancia de merluza del sur se estimó en 26,8 millones de ejemplares (11,4 millones (42,6%) de machos y 15,4 millones (57,4%) de hembras) y la de merluza de cola en 660,6 millones de ejemplares (425 millones de hembras (64,3%) y 235,6 millones de machos (35,7%)).

- 4) El stock de merluza del sur presentó una estructura etaria constituida mayoritariamente por ejemplares adultos pertenecientes a los grupos de edad X a XVII en machos, que representó el 75% de la abundancia y los grupos IX a XVII en hembras, que aportaron el 85% de la abundancia. Por su parte, el stock de merluza de cola también presentó el predominio de una estructura adulta conformada por los grupos de edades V a VIII en machos y V a IX en hembras, que constituyeron el 65% de la abundancia del stock, en ambos casos.

- 5) Ambos stock presentaron un activo proceso reproductivo, debido a que el 49,5% de las hembras de merluza del sur y el 77% de merluza de cola estaban en reproducción o habían desovado. Por su parte, las estimaciones de fecundidad promedio y relativa fueron de 1.488.547 ovocitos y 262 ovocitos/gramo de merluza del sur y de 272.913 ovocitos y 239 ovocitos/gramo de merluza de cola. La talla al 50% de primera madurez sexual, se estimó en 74,05 cm para merluza del sur y 56,72 cm para merluza de cola.

- 6) La captura obtenida durante los lances de identificación, consignó un porcentaje marginal de fauna acompañante equivalente al 0,25% de la captura total. La especie de mayor importancia relativa fue la cojinoba moteada (***Seriolella punctata***), que representó el 0,15% de la captura total.



- 7) La dieta de la merluza del sur se caracterizó por ser ictiófaga, basada principalmente en la presa de juveniles de merluza de cola con características de estenofagia; y la de la merluza de cola planctófaga, siendo las salpas la principal presa, seguida de crustáceos y mictófidios. Se registró un escaso canibalismo.

- 8) La evaluación de stock de merluza del sur 2001, presentó disminuciones significativas en términos de tamaño (biomasa y abundancia) con respecto a la evaluación 2000 (133 mil toneladas de biomasa y 35,5 millones de abundancia); pero se mantiene una amplia cobertura geográfica, completa estructura de tallas y estable proporción sexual.

- 9) La evaluación de stock de merluza de cola 2001, presentó un aumento en términos de tamaño (biomasa y abundancia) con respecto a la evaluación 2000 (501 mil toneladas de biomasa y 418 millones de abundancia); manteniendo una amplia cobertura geográfica, completa estructura de tallas que dan cuenta de una condición estable de la calidad biológica del recurso.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
1 INTRODUCCIÓN	1
2 OBJETIVO GENERAL	3
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
4. METODOLOGÍA	5
4.1 Crucero de prospección	5
4.1.1 Área y período de estudio	5
4.1.2 Equipos	6
4.2 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio	8
4.2.1 Diseño de muestreo	8
4.2.2 Identificación de ecotrazos de merluza del sur y merluza de cola ..	9
4.2.3 Estimación de la fuerza de blanco (TS)	9
4.2.4 Estimación del coeficiente de ecointegración	10
4.2.5 Estimación de la biomasa y su varianza	11
4.2.6 Estimación de la abundancia (número)	13
4.2.7 Distribución espacial del stock de merluza del sur y merluza de cola	15
4.3 Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial, latitudinal y batimétrica	17
4.3.1 Muestreo a bordo	17
4.3.2 Composición de tallas y proporción sexual	18
4.3.3 Estimación de la abundancia por grupo de edad	20
4.3.4 Estimación del peso promedio por grupo de edad	23
	v



4.4	Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de identificación	24
4.4.1	Muestreo a bordo	24
4.4.2	Análisis de laboratorio	24
4.5	Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la pesquería de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de pesca de identificación	28
4.5.1	Toma y procesamiento de los datos	28
4.5.2	Análisis de los datos	28
4.6	Determinar la composición de los principales items alimentarios de merluza del sur y merluza de cola, en el área de estudio	29
4.6.1	Muestreo a bordo	29
4.6.2	Análisis en laboratorio	29
4.6.3	Importancia relativa de las presas por área y total zona de estudio..	30
4.7	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola	31
5.	RESULTADOS	35
5.1	Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio	35
5.1.1	Calibración del sistema de eointegración	35
5.1.2	Comportamiento de la red de arrastre	35
5.1.3	Biomasa y abundancia de merluza del sur y merluza de cola	35
5.1.4	Distribución espacial de la biomasa	36
5.2	Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial, latitudinal y batimétrica	37



5.2.1	Composición de tallas y proporción sexual	37
5.2.2	Estructura de edades del stock	41
5.3	Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de identificación	43
5.3.1	Estadios de madurez sexual (EMS)	43
5.3.2	Indices gonadosomático (IGS) y gonádico por longitud (IGL)	44
5.3.3	Talla 50% de primera madurez sexual	46
5.3.4	Fecundidad	47
5.4	Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la pesquería de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de pesca de identificación	47
5.5	Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio	48
5.6	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola	51
6.	DISCUSIÓN	55
7.	CONCLUSIONES	65
8.	BIBLIOGRAFÍA	69

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS

- ANEXO 1. Personal participante por objetivo y actividad.**
- ANEXO 2. Base de datos.**



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Área de estudio, localización de las transectas y lances de pesca de identificación.
- Figura 2. Descriptores de un cardumen.
- Figura 3. Distribución espacial de merluza del sur. Agosto del 2001.
- Figura 4. Distribución espacial de merluza de cola. Agosto del 2001.
- Figura 5. Distribución relativa ponderada (%) de al talla de merluza del sur por sexo y total en el área de estudio. Crucero B/F “Unzen” (ago. - sep. 2001).
- Figura 6. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por área y sexo. Crucero B/F “Unzen Maru” (ago.- sep., 2001).
- Figura 7. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por sexo y rango de profundidad de red. Crucero B/F “Unzen Maru” (ago.- sep., 2001).
- Figura 8. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por sexo y crucero de 2000 y 2001, B/F “Betanzo” (ago., 2000) y B/F “Unzen Maru” (ago.- sep., 2001), respectivamente.
- Figura 9. Distribución relativa (ponderada) de la talla de merluza de cola por sexo, total área de estudio del Crucero B/F “Unzen” (ago.- sep., 2001) y total de la flota arrastrera fábrica (red mediagua, jul. y sep., 2000).
- Figura 10. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por sexo. Crucero B/F “Unzen” (ago. - sep., 2001).
- Figura 11. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por sexo y rango de profundidad de red. Crucero B/F “Unzen” (ago.- sep., 2001).
- Figura 12. Abundancia por grupos de edad de merluza del sur (línea continua), y desviación estándar (línea punteada). Crucero de evaluación, 2001.



- Figura 13. Abundancia por grupos de edad de merluza de cola (línea continua), y desviación estándar (línea punteada). Crucero de evaluación, 2001.
- Figura 14. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur ***Merluccius australis*** en agosto de 2001.
- Figura 15. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur ***Merluccius australis***, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud.
- Figura 16. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola ***Macruronus magellanicus*** en agosto de 2001.
- Figura 17. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola ***Macruronus magellanicus***, por grupos arbitrarios de longitud total.
- Figura 18. Valores promedio del índice gonadosomático (IGS) y del índice gonádico por longitud (IGL) más la desviación estándar en la merluza del sur.
- Figura 19. Valores promedio del índice gonadosomático (IGS) e índice gonádico por longitud (IGL) más la desviación estándar, en hembras de merluza del sur por grupos de longitud total.
- Figura 20. Valor del índice gonadosomático más la desviación estándar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza del sur.
- Figura 21. Valores promedio del índice gonadosomático (IGS) e índice gonádico por longitud (IGL) más la desviación estándar en la merluza de cola.
- Figura 22. Valores promedio del índice gonadosomático (IGS) e índice gonádico por longitud (IGL) más la desviación estándar, en hembras de merluza de cola ***Macruronus magellanicus*** por grupo de longitud total.
- Figura 23. Valor del índice gonadosomático más la desviación estándar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza de cola.
- Figura 24. Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur ***Merluccius australis***.



- Figura 25. Ojiva de madurez sexual de la merluza cola *Macruronus magellanicus*.
- Figura 26. Relación entre la fecundidad modal y peso en la merluza del sur.
- Figura 27. Relación entre la fecundidad modal y la longitud en la merluza del sur.
- Figura 28. Relación entre la fecundidad modal y peso en la merluza de cola.
- Figura 29. Relación entre la fecundidad modal y la longitud en la merluza de cola.
- Figura 30. Frecuencia relativa y acumulada del tamaño de la presa merluza de cola registrada en los muestreos de estómago de merluza del sur para el año 2000 y 2001.
- Figura 31. Distribución de frecuencia del descriptor Elongación.
- Figura 32. Distribución de frecuencia del descriptor Área de cardúmenes.
- Figura 33. Distribución de frecuencia del descriptor Dimensión Fractal.
- Figura 34. Distribución de frecuencia de profundidad de cardúmenes.
- Figura 35. Distribución de frecuencia de energía retrodispersada (Sa).
- Figura 36. Distribución de frecuencia del descriptor Índice de Altura.
- Figura 37. Componentes de carga de los componentes principales y proporción acumulada de la variabilidad explicada por cada componente principal.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Calibración del sistema de ecointegración SIMRAD ES-60. B/F “Unzen”.
- Tabla 2. Estimados de biomasa, varianza y límites de confianza de la biomasa de merluza del sur y merluza de cola.
- Tabla 3. Parámetros de la relación peso - longitud de merluza del sur y merluza de cola, crucero de investigación, 2001.
- Tabla 4. Estadística de la talla de merluza del sur por área y rango de profundidad de red (m). Crucero B/F “Unzen” (ago. - sep., 2001).
- Tabla 5. Estadística de la talla de merluza de cola por área y rango de profundidad de red (m). Crucero B/F “Unzen” (ago. - sep., 2001).
- Tabla 6. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, machos. Crucero de evaluación, agosto del 2001.
- Tabla 7. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, hembras. Crucero de evaluación, agosto del 2001.
- Tabla 8. Abundancia por grupos de edad y desviación estándar, merluza del sur. Crucero de evaluación 2001.
- Tabla 9. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, machos. Crucero de evaluación, agosto del 2001.
- Tabla 10. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, hembras. Crucero de evaluación, agosto del 2001.
- Tabla 11. Abundancia por grupos de edad y desviación estándar, merluza de cola. Crucero de evaluación 2001.
- Tabla 12. Valores promedio del índice gonadosomático (IGS) y del índice gonádico por longitud (IGL) por grupo de longitud total (LT) en hembras de merluza del sur, *Merluccius australis*, en agosto de 2001 (desviación estándar entre paréntesis).



- Tabla 13. Valores promedio del índice gonadosomático (IGS) y del índice gonádico por longitud (IGL) por grupo de longitud total (LT) en hembras de merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2001 (desviación estándar entre paréntesis).
- Tabla 14. Parámetros del ajuste a un modelo logístico ($y=1/(1+\exp(b_0 + b_1*LT))$) para estimar la talla 50% de primera madurez sexual de merluza del sur y merluza de cola.
- Tabla 15. Estimaciones de fecundidad modal promedio y fecundidad relativa promedio de merluza del sur y merluza de cola.
- Tabla 16. Importancia en la captura total y representatividad en los lances de pesca de las especies componentes de la fauna acompañante de merluza común. Evaluación directa de la abundancia de merluza común. Julio y agosto 2001.
- Tabla 17. Resultados análisis contenido estomacal de merluza del sur. Crucero de Investigación agosto y septiembre de 2001.
- Tabla 18. Indicadores del contenido estomacal de merluza del sur por área. Crucero de investigación agosto y septiembre, 2001.
- Tabla 19. Índice de importancia relativa (IRI) para merluza del sur. Crucero de Investigación agosto y septiembre, 2001.
- Tabla 20. Indicador del contenido estomacal de merluza del sur por rango de talla. Crucero de Investigación agosto y septiembre, 2001.
- Tabla 21. Resultados análisis contenido estomacal de merluza de cola. Crucero de investigación agosto y septiembre, 2001.
- Tabla 22. Indicadores del contenido estomacal de merluza de cola por área. Crucero de Investigación agosto y septiembre, 2001.
- Tabla 23. Índice de importancia relativa (IRI) para merluza de cola. Crucero de investigación agosto y septiembre, 2001.
- Tabla 24. Indicador del contenido estomacal de merluza de cola por rango de talla. Crucero de investigación agosto y septiembre, 2001.



- Tabla 25. Valores promedios, máximo y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de merluza de cola y merluza del sur.
- Tabla 26. Desviación estándar y proporción de la variabilidad explicada
- Tabla 27. Fecundidad modal promedio estimadas para merluza del sur en diversos estudios.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



1 INTRODUCCIÓN

La pesquería demersal sur - austral abarca las aguas interiores y la plataforma continental comprendida entre las latitudes 41°28,6'S y 57°00'S, reconociendo en su interior dos unidades de pesquerías, una norte (UPN) y otra sur (UPS) con un límite divisorio entre ambas en los 47°S. Longitudinalmente se extienden hasta una distancia de 60 millas náuticas (UPN) y 80 millas náuticas (UPS), ambas medidas desde las líneas de base recta.

La pesquería industrial de carácter multiespecífico orientada a la explotación de merluza del sur (*Merluccius australis*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) y congrio dorado (*Genypterus blacodes*), se inició en el 1978 con la operación de una flota compuesta por 12 buques arrastreros fábricas, a la que posteriormente se agregó, en 1984, una flota de buques arrastreros hieleros y, entre 1986-1987, dos flotas más compuestas por embarcaciones palangreras fábricas y hieleras.

Por otra parte, a partir de 1984, se produce un fuerte desarrollo de una pesquería de carácter artesanal espinelera en la zona de aguas interiores de las Regiones X a XII, orientada básicamente a la explotación de merluza del sur.

La administración de la pesquería industrial está enfocada a regular la captura por armador, sobre la base de aplicar anualmente cuotas de captura de merluza del sur y merluza de cola, respectivamente.

La metodología establecida para el establecimiento de las cuotas de captura, está basada en la aplicación de métodos de evaluación indirecta de los stock, calibrados por evaluaciones directas realizadas por técnicas acústicas.



En este contexto, el FIP ha licitado y financiado 3 proyectos de evaluación hidroacústica de merluza del sur y 2 proyectos de evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en forma conjunta.

El detalle de dichas evaluaciones se observa en el siguiente cuadro:

Año	Proyecto	Especie	Biomasa (t)	Abundancia
1992	FIP 92-02	M. del sur	31.250	
1992	FIP 92-02	M. de cola	591.000	
1994	FIP 93-04	M. del sur	23.123	7.650.000
1996	FIP 95-18	M. de cola	264.000	973.773.000
1996	FIP 96-38	M. del sur	40.301	17.065.132
2000	FIP 2000-14	M. del sur	133.845	35.585.682
2000	FIP 2000-14	M. de cola	501.252	418.035.460

El Consejo de Investigación Pesquera, considerando, por una parte, que el área de concentración reproductiva constituye un fondo de desove que permite efectuar una estimación de la biomasa del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en dicha área; y por otra, que es necesario disponer de estimaciones directas de ambos recursos para fines de conservación de los stocks pesqueros, decidió incluir en el Programa de Investigación Pesquera de 2001, un proyecto de evaluación directa de la biomasa de ambos recursos precitados mediante métodos acústicos.



2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock desovante de merluza del sur y merluza de cola, a través del método hidroacústico, existente en el litoral de aguas exteriores de las Regiones X y XI.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.1** Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio.
- 3.2** Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial, latitudinal y batimétrica.
- 3.3** Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de identificación.
- 3.4** Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la pesquería de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de pesca de identificación.
- 3.5** Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio.
- 3.6** Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



4. METODOLOGÍA

4.1 Crucero de prospección

4.1.1 Área y período de estudio

De conformidad con lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto y lo consignado en la Propuesta Técnica, el área y período de estudio son los siguientes:

- ❖ El área de estudio abarcó la plataforma continental comprendida entre las latitudes 43°30'S y 47°00'S (Fig. 1), delimitada longitudinalmente por los veriles de 100 y de 500 metros de profundidad. Dicha área corresponde al fondo de desove de ambas especies en análisis, que abarca las islas Guafo y Guamblin.
- ❖ El período de estudio correspondió a la fecha de realización del crucero de prospección con el BF "Unzen", centrado en el mes de agosto, esto es, del 7 al 28 de agosto del 2001.

Fundamenta lo anterior los análisis realizados por el IFOP de los datos provenientes de los muestreos biológicos de merluza del sur realizados durante el período 1982-1997 (IFOP, 2000), donde se concluye que para el cuatrimestre junio-septiembre de cada año, se desarrolla el proceso reproductivo anual en un área que se extiende entre las latitudes 41° y 57°S', con una fuerte concentración al final del período en el área de las islas Guafo y Guamblin (44°-47°S) alcanzándose la máxima actividad reproductiva en julio. Chong (1991), señala que el proceso reproductivo de la merluza del sur culmina con desoves masivos en el trimestre julio-septiembre; mientras que Balbontín y Bravo (1993) describen la existencia de un desove masivo en agosto, con recuperación muy



rápida del ovario, por lo que el índice gonadosomático no disminuiría a pesar de haberse producido un desove.

Por su parte, con respecto a la merluza de cola, se observa un período bien definido de maduración que se inicia en mayo, alcanza su madurez en julio y culminar con un corto período de desove durante los meses de agosto y septiembre de cada año (Young *et al.*, 1998).

4.1.2 Equipos

a) Embarcación

Para efectuar el crucero de prospección el Instituto de Fomento Pesquero efectuó un llamado privado a participar en el proyecto a las empresas que operan buques arrastreros en la pesquería demersal sur austral. A dicho llamado respondió positivamente la Empresa de Desarrollo Pesquero (EMDEPES), quien manifestó su interés en participar con el BF “Unzen”, nave de 87 metros de eslora, capacitada para operar en la zona de estudio.

b) Sistema de ecointegración.

Al buque factoría “Unzen”, sus armadores le instalaron un ecosonda marca SIMRAD modelo ES60 con un transductor de frecuencia de 38 Khz, sistema que permite generar archivos magnéticos que fueron almacenados en computadores portátiles y procesados mediante el software Echoview, que posibilita la reproducción y análisis de los ecogramas.



El sistema de ecointegración, fue calibrado de acuerdo al procedimiento establecido por su fabricante (SIMRAD, 1991), que consiste en medir las diferencias en las señales de ecointegración (S_a) provenientes de un blanco estándar (esfera de cobre de 60 mm de diámetro), de fuerza de blanco conocida, ajustándose las ganancias de ecointegración (S_a) mediante el siguiente procedimiento iterativo:

$$G_1 = G_0 + \frac{10 * \log \frac{S_{a_m}}{S_{a_t}}}{2}$$

donde S_{a_m} y S_{a_t} , representan las unidades de ecointegración medidas y teóricas del blanco estándar, siendo:

$$S_{a(t)} = \frac{4 * \pi * \Phi_{bs} * (1852)^2}{\Psi * r^2}$$

donde:

- Φ_{bs} = sección dispersante de la esfera
- r = profundidad de la esfera (m)
- r_o = profundidad de referencia (m)
- Ψ = ángulo equivalente del haz acústico
- S_{a_t} = S_a teóricos del blanco estándar
- S_{a_m} = S_a medidos del blanco estándar



c) Redes de pesca

Los lances de pesca de identificación, fueron realizados con redes de arrastre. Estas, corresponden a un modelo de uso normal en la pesquería de la merluza del sur y merluza de cola. Considerando, que el objetivo de los lances de pesca de identificación, es obtener capturas que representen la estructura del recurso objetivo en el mayor rango de tallas, el copo de la red le fue armado con una cubierta interior (calcetín) de 50 mm de tamaño de malla.

4.2 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio.

4.2.1 Diseño de muestreo

Se aplicó un diseño de muestreo de tipo sistemático, considerado como el más adecuado para estudios de estimación de la abundancia, precisión y distribución espacial de un recurso pesquero. Dicho diseño permite disminuir la varianza del estimador cuando los datos presentan un gradiente de densidad en el sentido de las transectas, así como también, obtener información adecuada sobre la distribución espacial de los recursos (Simmonds y Fryer (1996), MacLennan y Simmonds (1992).

El muestreo acústico se realizó mediante 43 transectas distribuidas de forma sistemática y con dirección perpendicular a la costa, cubriendo desde el límite de la zona de reserva artesanal y el veril de los 600 metros de profundidad. La distancia entre dos transectas adyacentes fue de cinco millas náuticas (Fig. 1). Las transectas se desarrollaron en los períodos de oscuridad que median entre el ocaso y orto del sol.



Los datos acústicos, densidad acústica, intensidad de blanco (TS) y la profundidad del fondo, se recolectaron de manera georreferenciada en forma continua durante las transectas, discretizándose en intervalos básicos de muestreo (I.B.M) de 1 milla náutica.

4.2.2 Identificación de ecotrazos de merluza del sur y merluza de cola.

Para efectuar la identificación de los ecotrazos correspondientes a merluza del sur y merluza de cola y la asignación de las unidades de ecointegración, se inspeccionaron los ecogramas, conjuntamente con los datos provenientes de los lances de pesca de identificación.

La asignación de las unidades de ecointegración, 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).

$$E_i = \frac{w_i * \bar{S} * E_m}{\sum (w_i * \bar{S}_i)}$$

Durante el crucero se efectuaron 80 lances de pesca, cuya distribución geográfica se entrega en la figura 1.

4.2.3 Estimación de la fuerza de blanco (TS)

Durante los lances de pesca y transectas y con el fin de actualizar las estimaciones de la constante de ecointegración (\hat{C}_b), se realizaron mediciones de fuerza de blanco (TS) de ambos recursos objetivos. Luego de una inspección de los datos, se observó que el número de datos positivos era bastante bajo, situación que imposibilitó obtener resultados consistentes.



La causa de lo anterior es atribuible a aspectos físicos relacionados con la transmisión del sonido y la profundidad de distribución de los recursos. Tanto la merluza del sur como la merluza de cola se localizaron a profundidades mayores a 100 metros lo que unido a la operación con un transductor alojado en el casco de la embarcación y a la alta densidad de los recursos, impide que la obtención de datos de blancos resueltos, condición básica para este tipo de mediciones, lo que redundaría en que el mayor número de registros correspondan a blancos múltiples, y en consecuencia cualquier estimación de fuerza de blanco estaría sesgada.

Debido a lo anterior y de conformidad con lo planteado en la propuesta técnica, se optó por estimar la fuerza de blanco utilizando las relaciones descritas para merluza del sur por Lillo *et al.* (1996) y por Doi and Surti (1993) para hoki (*Macruronus novaezelandiae*, y utilizadas en evaluaciones anteriores de estos recursos (Lillo *et al.*, 1995, 1997a, 2001):

ESPECIE	TS
Merluza del sur	$20 \cdot \log(L) - 68,1$ (dB)
Merluza de cola	$20 \cdot \log(L) - 72,7$ (dB)

La relación utilizada en merluza del sur es similar a la estimada para *Merluccius capensi* (Svelingen and Ona, 1999) y *Merluccius productus* (Traynor, 1996).

4.2.4 Estimación del coeficiente de ecointegración

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



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

donde:

\hat{C}_b = constante de ecointegración ($t^*mn^{-2}Sa^{-1}$ ref. 1 Sa)

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

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

Sa = unidades de ecointegración.

4.2.5 Estimación de la biomasa y su varianza.

La biomasa se estimó mediante el método propuesto por Petitgas (1991), el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución del recurso, estimando su densidad (Z^*_v) en dicha área (V) mediante la expresión:

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

donde Z^*_v es un estimador de la densidad media ponderada de las muestras, que en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular y poseen igual área de influencia, el estimador de Z^*_v se puede estimar como la media aritmética de los datos de Sa (Z_x) por intervalo básico de muestreo.

La biomasa (\hat{B}) se estima como:

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

donde \hat{A} representa el área de estudio y \hat{C}_b el coeficiente de ecointegración.



La estimación de la varianza de la biomasa por el método geoestadístico se efectúa como:

$$\hat{V}(\hat{B}) = \hat{A}^2 * \hat{V}(Z_v^*) * \hat{C}_b^2$$

La varianza proveniente de la distribución espacial del recurso ($\hat{V}(Z_v^*)$), se estimó mediante el método propuesto por Petitgas (1991), quien aplica los principios de variables regionalizadas ó geoestadística, a la estimación de la varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

$$\hat{V}(Z_v^*) = 2\bar{g}(S,V) - \bar{g}(V,V) - \bar{g}(S,S)$$

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

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

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

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

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 $\hat{V}(Z_w)$ depende de la estructura espacial a través de tres factores geométricos: **a)** la geometría del campo para $\bar{g}(V, V)$, **b)** de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S, S)$ y **c)** 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 utilizarán los programas computacionales GEOEAS (Englund and Spark, 1988) y EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).

4.2.6 Estimación de la abundancia (número).

El procedimiento a utilizar, 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.*, 1995; Lillo *et al.*, 1997a y Lillo *et al.*, 2001).

En una primera etapa se requiere que el peso de la muestra de longitud sea conocido. Para ello se emplea la frecuencia observada en cada marca de clase junto a la relación peso - longitud pertinente (por sexo).

Se estima el peso total de la muestra en base a la adición de los pesos de los intervalos de longitud 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:

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



4.2.7 Distribución espacial de los stock de merluza del sur y merluza de cola.

La distribución espacial se presenta como una carta de contornos, en donde se representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo ver de manera clara las áreas de mayor concentración del recurso (MacLennan y Simmonds, 1992).

El mapeo se realizó mediante el software Surfer6 (Kleckner, 1996), considerando aspectos relacionados con técnicas de geoestadística, como es el uso de los semivariogramas herramienta analítica que permite determinar la existencia de estructuras espaciales y sus características tales como: tamaño, dirección y tipo de estructura (Pelletier y Parma, 1992; Maravelias *et al.*, 1996; Maynou *et al.*, 1998).

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

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

La asunción de estacionaridad de segundo 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:

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

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



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

Modelo esférico:

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

Modelo exponencial:

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

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** y es estimado como tres veces el rango teórico ($3a_e$).

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



$$\sum_{i=1}^H |N(h_j)| \left\{ \frac{\mathbf{g}(h(j))}{\mathbf{g}(h(j); \mathbf{q})} - 1 \right\}^2$$

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 $N(h_j)$, que es el número de pares de datos utilizados para estimar $\mathbf{g}(h_j)$ y al inverso de $\mathbf{g}(h_j)^2$. 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).

4.3 Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial, latitudinal y batimétrica

4.3.1 Muestreo a bordo

La estimación de la estructura de tallas y la proporción sexual de ambos recursos, fue realizada a partir de los muestreos biológicos de las capturas de los lances de pesca efectuados para la identificación de ecotrazos a bordo del B/F "Unzen".

Estos muestreos biológicos consistieron en un muestreo al azar de los ejemplares capturados de ambos recursos y consistió en registrar los datos del lance de pesca: fecha, hora, posición, profundidad y captura; y los datos del muestreo biológico, como: talla, sexo, estado de madurez sexual macroscópico, extracción de otolitos almacenados en sobres etiquetados, y recolección de estómagos y



gónadas, los cuales fueron etiquetados y almacenados en bidones en una solución formaldehído al 10%.

4.3.2 Composición de tallas y proporción sexual

Los datos de tallas y proporción sexual fueron tratados de forma georreferencial, en sentido latitudinal y batimétrico. Para efectos de análisis espacial, la zona de estudio fue subdividida en 3 áreas latitudinales **a)** Guafo al norte de la latitud 44°29'S, **b)** Guamblin entre los 44°30' y 45°29' de latitud sur y, **c)** Taitao entre 45°30' y 47°00' S.

En la estimación de la composición de longitud en merluza del sur y merluza de cola por área de estudio se empleó una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca, empleando como factor de ponderación los valores de capturas, correspondientes a cada uno de los lances.

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

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

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

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



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

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

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

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

Las distribuciones de tallas obtenidas fueron analizadas mediante distribuciones de tallas acumuladas y con una prueba basada en la distribución Chi-cuadrado.

La proporción sexual en ambas especies fue estimada basada en la participación de los sexos en los muestreos de longitud, empleando la misma agrupación espacial efectuada para las estimaciones de distribuciones de tallas como:

$$\hat{P}_s = \sum_{j=1}^j \frac{C_{sj}}{C_s} \hat{P}_{sj}$$

donde:

j = n° del lance de pesca

C = captura en número



- s = sexo de la captura
 n_{asj} = número de ejemplares de ambos sexos en lance j
 n_{sj} = número de ejemplares del sexo s en lance j

siendo

$$\hat{P}_{sj} = \frac{n_{sj}}{n_{asj}}$$

4.3.3 Estimación de la abundancia por grupo de edad.

4.3.3.1 Claves edad - talla

La clave edad - talla es una matriz que permite clasificar los individuos según su grupo de edad (GE), y calcular la probabilidad de pertenencia a las diferentes edades. En la selección del tamaño de muestra para la estimación de la clave edad-talla se utilizó un criterio proporcional, es decir, el número de muestras para cada rango de talla (2 cm) se corresponde con la estructura de longitudes estimadas para el área de estudio.

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 uno 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 un individuo 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.

4.3.3.2 Asignación del número de individuos por edad.

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud (N_j), se asignaron a las diferentes edades según una clave edad - talla construida a partir de las lecturas de edad de los otolitos recolectados durante 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:

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

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.

4.3.4 Estimación del peso promedio por grupos de edad

La estimación del peso a partir de la longitud promedio tiene un sesgo sistemático, para cada longitud promedio dada, este sesgo se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958).

Pienaar & Ricker, 1968 y posteriormente Nielsen & Schoch, 1980, abordaron este tema presentando métodos que permiten corregir en forma significativa este sesgo. Ambos métodos, en lo que se ha comprobado, entregan resultados muy similares por lo que se opta en este estudio por desarrollar las correcciones bajo la metodología de Pienaar & Ricker, 1968.

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media μ y varianza σ^2 , $L \sim N(\mu, \sigma^2)$, se pueden presentar dos casos, uno es cuando se está frente a crecimiento isométrico en donde b es igual a tres, y el otro es cuando b toma valores diferentes de tres, siendo de 2,5 a 3,5 un rango frecuente de observar.

El valor esperado de función de W , $\Psi(L)$, es:

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

donde el número de términos dependerá del exponente b .



4.4 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de identificación.

4.4.1 Muestreo a bordo

De las capturas provenientes de los lances de pesca de identificación, se muestrearon 992 hembras de merluza del sur y 1.029 de merluza de cola, registrándose a cada ejemplar la longitud total y el peso del cuerpo con una balanza de precisión de 10 g. Las gónadas fueron extraídas y fijadas en formalina 10% tamponada (Hunter, 1985) para el estudio de los aspectos reproductivos.

4.4.2 Análisis de laboratorio.

a) Estadios de madurez sexual.

En el laboratorio se determinó el estadio de madurez sexual de acuerdo a las características macroscópicas y mediante el examen microscópico de trozos de las gónadas fijadas a bordo en formalina. Los trozos de gónada se disgregaron para posteriormente medir el diámetro de los ovocitos más desarrollados, determinar la presencia de ovocitos hidratados con gota oleosa y la existencia de algún grado de reabsorción, como también examinar el aspecto general del resto de los ovocitos. La escala apreciativa que se aplicó (Balbontín y Bravo, 1993) consta de los siguientes estadios (EMS):



1	Virginal: ovarios pequeños, filiformes; sexo difícilmente discernible de manera macroscópica. El examen microscópico muestra la presencia de células germinales. En un estadio más avanzado son de color rosado claro, de sección tubular y con un diámetro máximo de los ovocitos menor que 0,18 mm.
2	Inmaduro: ovarios claramente diferenciados, con paredes firmes, gruesas; color rosado claro o amarillo ocre. Ovocitos no visibles al ojo desnudo, de aspecto opaco, en vitelogénesis incipiente; diámetro máximo de los ovocitos inferior a 0,38 mm.
3	En maduración: ovarios turgescientes, con escasa vascularización; color amarillo pálido; alcanzan un gran volumen. Ovocitos visibles a simple vista, en un amplio rango de tamaños, en vitelogénesis avanzada; diámetro máximo de los ovocitos inferior a 0,85 mm.
3A	En maduración, desove parcial reciente: ovario similar al estadio 3, turgescientes o ligeramente flácidos; color amarillo pálido u oscuro. Diámetro de los ovocitos similar al estadio 3, pero además se distingue un número reducido de ovocitos hidratados con gota oleosa que corresponden al remanente de un desove parcial reciente. Estos ovarios pasan nuevamente al estadio 4.
4	Maduro: ovarios turgescientes, a menudo con zonas traslúcidas; color amarillo a anaranjado pálido; en una fase avanzada, los ovocitos fluyen del ovario al presionar el abdomen. Ovocitos visibles al ojo desnudo, con el proceso de hidratación iniciándose; con o sin gota oleosa; diámetro de los ovocitos más diferenciados igual o mayor que 0,85 mm.
5	En regresión: ovario flácido, con lumen grande; color rojizo; al final de este estadio las paredes se tornan gruesas y el color pasa a rosado amarillento. Sin ovocitos visibles a simple vista o bien ovocitos en número reducido en proceso de reabsorción. Estos ovarios pasan al estadio 2.

En el caso de la merluza de cola, no se incluyó el EMS 3a en consideración al tipo de desove total que presenta esta especie.

Luego las gónadas fueron pesadas con una balanza de 0,1 g de precisión y se calcularon el índice gonadosomático (IGS) y el índice gonádico por longitud (IGL) utilizando el peso de la gónada (PG), peso del cuerpo (PC) y la longitud total (LT) de acuerdo a las siguientes relaciones:

$$IGS = \frac{PG}{PC - PG} \cdot 100$$



$$IGL = \frac{PG}{LT^3} \cdot 10^4$$

b) Ojiva de madurez y talla al 50%

Para la determinación de la ojiva de madurez, se consideraron los peces correspondientes a los EMS 1 y 2 como sexualmente inmaduros, y como maduros aquellos caracterizados en EMS 3, 3a, 4 y 5. Además, se consideraron maduros a ejemplares clasificados como EMS 2, cuando los ovarios ya habían iniciado el proceso de vitelogenénesis.

La estimación de la talla 50% de primera madurez y de la ojiva de madurez se efectuó mediante el ajuste por métodos no lineales a una función logística de la fracción de individuos maduros en función de la talla ($P(LT)$) y la longitud total (LT), mediante la siguiente expresión:

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

c) Fecundidad Modal

Para la determinación de fecundidad modal, se procesaron 100 ovarios de merluza del sur y 90 de merluza de cola, seleccionando aquellos ovarios que presentaban ovocitos hidratados pero sin signos de haber iniciado el proceso de desove. La ventaja de utilizar ovocitos hidratados es la facilidad con que esta moda representativa de la fecundidad de camada, se separa por el gran diámetro de los ovocitos y por lo tanto se pueden contar con facilidad. En el caso particular de merluza del sur, se dispuso de más de la mitad de los ovarios con estas



características, de manera que la moda de ovocitos vitelínicos del resto de los ovarios se separó mediante el método de Battacharya (Gayanilo *et al.*, 1985). Esta última opción involucra la medición del diámetro de ovocitos presentes en una submuestra, lo que se realizó bajo un microscopio estereoscópico.

Para la cuantificación de los ovocitos, a los ovarios mantenidos en líquido de Gilson les fue removida la membrana que los envuelve y los ovocitos se separaron mediante un chorro de agua. El número presente se determinó mediante un submuestreador, que consiste en una vasija rotatoria especialmente diseñada con este fin, que posee 16 cámaras iguales en el fondo y que no presenta diferencias significativas al nivel del 5% en el número de ovocitos sedimentados en cada cámara (Fischer y Balbontín, 1970). En el proceso se utilizaron al menos dos submuestras. La fecundidad fue igual al número de ovocitos presentes en la submuestra, multiplicado por su fracción correspondiente y tomando en cuenta el peso de los ovarios:

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

Las determinaciones de fecundidad modal en la merluza del sur y fecundidad total en el caso de la merluza de cola, se relacionaron con el peso corporal al que se le restó el peso de la gónada y con la longitud total de las hembras.



4.5 Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la pesquería de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de pesca de identificación.

4.5.1 Toma y procesamiento de los datos

La unidad muestral considerada es el lance de pesca, orientado a la identificación de ecotrazos de merluza del sur y merluza de cola. En cada lance de pesca, se efectuó una estimación de la captura mediante la cubicación de los pozos de pesca y un registro y estimación visual de la proporción de especies presentes.

Se consideraron con particular interés aquellas especies que constituyen recursos pesqueros como por ejemplo, congrio dorado y cojinoba.

Para la identificación de las especies se consultaron referencias de, Anderson (1988), Bahamonde (1968), Castle (1986), Cohen y Nielsen (1978), Cohen *et al.* (1990), Compagno (1984a, 1984b), Chirichigno (1974), De Buen (1959), Guzmán (1997), Iwamoto (1979), Kong y Meléndez (1991), Lamilla (1986), Meléndez y Meneses (1989), Moser *et al.* (1984), Nelson (1984), Ojeda (1983), Ojeda y Avilés (1987), Parin y Borodulina (1997, 1998), Pequeño (1989), Pequeño (1971), Pequeño y D'Ottone (1987), Pequeño y Lamilla (1985), Pequeño (1986), Pequeño y Revuelta (1980), Regan (1930), Sielfeld y Vargas (1992).

4.5.2 Análisis de los datos

Para la presentación y análisis de la información obtenida respecto de la fauna capturada, se elaboró un listado de especies indicándose en cada caso el nombre común y científico correspondiente. La importancia relativa de las capturas de las



especies se estimó en forma particular para cada especie, como la razón entre la captura de la especie y la captura total.

4.6 Determinar la composición de los principales items alimentarios de merluza del sur y merluza de cola, en el área de estudio.

4.6.1 Muestreo a bordo.

Durante el muestreo biológico se colectaron 1.472 estómagos de merluza del sur y 1.688 de merluza de cola, los que fueron fijados en formalina al 10%. Se registraron también los siguientes datos: el estado del estómago (vacío, evaginado y con contenido) y su grado de repleción (semilleno, lleno y distendido).

4.6.2 Análisis en laboratorio.

Los estómagos de merluza del sur y merluza de cola colectados en los lances de pesca fueron analizados individualmente en laboratorio. Las presas fueron identificadas al nivel taxonómico más específico posible, contabilizadas y pesadas después de remover el exceso de agua con papel absorbente (peso húmedo con 0,01 g de precisión). Además, fue registrado el estado de digestión de las presas en una escala de cuatro puntos: fresco, entero (completo); semidigerido; y digerido. En los casos que fue posible se registró la longitud de presa.

Luego de identificada la(s) presa(s), se analizó el contenido estomacal mediante los descriptores cuantitativos propuestos por Hyslop (1980):

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



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

4.6.3 Importancia relativa de las presas por área y total zona de estudio

La importancia relativa (%) de cada taxón de presa fue determinada mediante el Índice de Importancia Relativa, IIR (Pinkas *et al.*, 1971, *fide* Berg, 1979), según la siguiente fórmula

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

donde:

- N = Porcentaje en número: recuento de cada taxón de presa encontrado en los estómagos de la especie predador analizada.
- P = Peso de cada taxón de presa, expresado en forma porcentual respecto del peso total de todos los taxa de presa.
- F = Frecuencia de aparición de cada taxón presa, expresado en forma porcentual.



La información de contenido estomacal de merluza del sur y merluza de cola, previamente georeferenciada, fue analizada espacialmente, de forma similar a las estratificaciones empleadas en el análisis de composición de talla.

4.7 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola.

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

La agregación se definió como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño. El algoritmo de análisis debe encontrar muestras contiguas a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) y muestras contiguas desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal 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 utilizaron 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.*, 1993).

Dentro de los descriptores morfológicos se consignan los siguientes criterios: el área transversal, altura, extensión, elongación y perímetro, mientras que de tipo batimétrico se consideran la distancia al fondo, profundidad e índice de profundidad, según se muestra en la figura 2.



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

$$Se = d_j * e$$

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

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

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

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

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



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

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:

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

El análisis de los datos se efectuó mediante el análisis de componentes principales (Pla, 1986), técnica multivariante que permite generar nuevas variables denominadas componentes principales, que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos, además, de reducir la dimensionalidad de los datos.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



5. RESULTADOS

5.1 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio.

5.1.1 Calibración del sistema de ecointegración.

La calibración electrónica del sistema de ecointegración (transductor-ecosonda-ecointegrador), se realizó en la bahía de Talcahuano el 8 de agosto del año 2001. Las mediciones realizadas al efecto se presentan en la Tabla 1.

5.1.2 Comportamiento de la red de arrastre.

El desempeño del sistema de pesca durante el desarrollo de los lances, fue monitoreado mediante una sonda de red que permite un seguimiento continuo de su comportamiento en su desarrollo vertical (altura de la red).

Los valores medidos en un rango de profundidades de 120 a 260 metros de profundidad de la red, fluctuaron entre 38 y 50 metros de altura de la red.

5.1.3 Biomasa y abundancia de merluza del sur y merluza de cola.

a) Merluza del sur

La biomasa de merluza del sur se estimó en 100.326 toneladas, con un intervalo de confianza que varió ($\alpha = 5\%$) entre 76.161 y 124.491 toneladas y un coeficiente de variación del 12,1% (Tabla 2). La fracción desovante del stock (>70 cm) representó el 92% de la biomasa equivalente a 92.334 toneladas.



En la estimación de la abundancia se empleó la información de distribución de tallas obtenida y las relaciones peso - longitud (Tabla 3) correspondientes al crucero de prospección. La abundancia de merluza del sur, se estimó en 26.780.066 ejemplares, de los cuales 15,4 millones (57,4%) correspondieron a hembras y 11,4 millones (42,6%) a machos. La fracción desovante representó en la abundancia el 79,5% en machos y el 87,9% en hembras.

b) Merluza de cola

Para la merluza de cola, la biomasa se estimó en 574.415 toneladas con un intervalo de confianza ($\alpha=5\%$) entre 404.357 y 744.473 toneladas y coeficiente de variación del 15,1% (Tabla 2). La fracción adulta (> 55 cm) contribuyó con el 95% de la biomasa representando 545.694 toneladas.

La abundancia de merluza de cola fue estimada en 660,6 millones de ejemplares, 235,6 millones de machos y 425 millones de hembras. La fracción desovante del stock (>55 cm) contribuyó con 81,7 % de la abundancia de machos y el 84,2% en hembras.

5.1.4 Distribución espacial de la biomasa

Los recursos merluza del sur y merluza de cola presentaron una distribución que abarcó prácticamente en toda el área de estudio, tanto en sentido latitudinal como longitudinal asociada a la plataforma continental.

La merluza del sur presenta un cierto gradiente latitudinal positivo en sentido norte – sur, debido a que las menores densidades de este recurso se localizaron hacia el sector norte, aumentando progresivamente hacia el sector sur del área de estudio (Fig. 3).



Batimétricamente, se localizó asociada al borde de la plataforma continental la merluza en profundidades del fondo que fluctuaron entre 220 y 864 metros y el recurso distribuido desde los 180 a 460 metros de profundidad.

En el caso de la merluza de cola, los mayores concentraciones se registraron cerca de los límites norte y sur del área de estudio (isla Guafo y cabo Raper), con una disminución de la densidad hacia el sector central isla de Guamblin. (Fig. 4). La distribución batimétrica se localizó entre los 170 y 670 metros de profundidad con el recurso distribuido en la columna de agua desde los 60 y 480 metros.

En particular, en el caso de la merluza de cola su distribución continuaba hacia el área localizada al interior del límite costero del área de estudio, situación más pronunciada en las cercanías de la isla Guamblin.

5.2 Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial, latitudinal y batimétrica.

5.2.1 Composición de tallas y proporción sexual.

5.2.1.1 Merluza del sur

a) Muestreo

Para estos efectos se realizaron 6.567 muestreos de longitud y sexo de ejemplares de merluza del sur proveniente de la pesca de identificación efectuada durante el desarrollo del crucero de prospección. Dichos muestreos provinieron de las siguientes



áreas de pesca: 346 ejemplares de Guafo; 1.588 ejemplares de Guablim y 4.683 ejemplares de Taitao (Tabla 4).

b) Distribución de tallas y proporción sexual

La estructura de tallas de merluza del sur por sexo se presenta en la Fig. 5. Por una parte, las hembras registran una distribución desplazada hacia tallas mayores y de forma más aplanadas con un esbozo de bimodalidad centrada en los intervalos de 70-74 y 85-89 cm; y por otra, los machos registran una distribución unimodal con la moda principal centrada en el rango 75-79 cm.

En términos de proporción sexual de merluza del sur, se puede observar un predominio de las hembras, que constituyeron el 57,4% de los ejemplares muestreados (Tabla 4).

c) Distribución espacial y batimétrica

En el sentido latitudinal y para cada uno de los sexos, no se observan diferencias notorias en las distribuciones de tallas (Fig. 6). En las tres áreas de análisis, los machos presentan una moda principal similar centrada entre 70-74 cm, mientras que las hembras mantienen su distribución más aplanada que abarca entre los 70 y 95 cm (Tabla 4).

La proporción sexual muestra un predominio de hembra y la presencia de un gradiente latitudinal norte-sur, con un porcentaje de hembras del 80,9; 62,5 y 54% para las áreas de Guafo, Guablim y Taitao (Tabla 4).

Al analizar la distribución de tallas por sexo y por rangos de profundidad (100-199; 200-299 y 300-399). (Tabla 4, Fig. 7), muestra en ambos sexos la presencia de una



estructura unimodal clara en profundidades superiores a 199 metros. Los machos, a partir de los ejemplares de 65 cm no muestran diferencias significativas en los rangos batimétricos más profundos (> 200 m). Las hembras en tanto, presentan diferencia significativa generada por una menor proporción de ejemplares adultos y a la vez una mayor incidencia de individuos menores a 65 cm de longitud en el rango de 300-399 metros. En ambos sexos, la mayor presencia de ejemplares bajo los 70 cm (32%) se registró entre los 300-399 m de profundidad.

Con respecto a la proporción sexual (Tabla 4), las hembras predominan en los tres rangos batimétricos considerados, con una contribución prácticamente similar en los rangos más profundos (56,2 y 57,3%); mientras que hacia aguas más someras las hembras alcanzan al 73,3% de los ejemplares muestreados.

Al compara las distribuciones de tallas de merluza del sur provenientes del presente estudio y del crucero de investigación realizado en la misma área y período durante el año 2000, correspondientes a capturas con red de mediagua, no muestran grandes diferencias (Fig. 8), sugiriendo que provienen de una misma familia de composición de tallas de las capturas. No obstante, se resalta el incremento en particular para machos, de las tallas entre 70 y 74 cm registrado en el presente estudio respecto del 2000.

5.2.1.2 Merluza de cola

a) Muestreo

Para estos efectos se realizaron 11.056 muestreos de longitud y sexo a ejemplares de merluza de cola proveniente de la pesca de identificación efectuada durante el desarrollo del crucero de prospección. Dichos muestreos provinieron de las siguientes



áreas de pesca: 2.369 ejemplares de Guafo; 2.285 ejemplares de Guamblim y 6.405 ejemplares de Taitao (Tabla 5).

b) Distribuciones de tallas y proporción sexual

Las distribuciones de tallas entre machos y hembras de merluza de cola no presentan una estructura similar (Fig. 9), no obstante el leve desplazamiento hacia tallas mayores por parte de las hembras. Ambos sexos muestran una estructura compuesta por ejemplares adultos, con una distribución unimodal comprendida entre los 55 y 79 cm de longitud total y una escasa presencia (23,4%) de ejemplares juveniles (< 55 cm) conformada por individuos de 45 a 54 cm (Tabla 5).

La distribución latitudinal de la proporción sexual muestra un predominio de hembras junto a un gradiente latitudinal norte-sur (Tabla 5), con el mayor aporte de hembras en el área de Guafo (76,4%), disminuyendo al 66,6 y 59% en las áreas de Guamblin y Taitao, respectivamente.

Batimétricamente, en el rango más superficial hay predominio de machos, que aportan el 55,9% de los individuos muestreados, pero hacia los niveles más profundos se invierte la proporción, aumentando la contribución de hembras que alcanzan niveles del 62,9 y 58,7%, respectivamente (Tabla 5).

c) Distribución espacial y batimétrica

En el sentido latitudinal, la distribución de tallas (Fig. 10, Tabla 5) presenta en ambos sexos diferencias significativas según la prueba de chi cuadrado ($p < 0,001$). En efecto, las áreas ubicadas más al norte (Guafo y Guamblín) muestran en los machos distribuciones de tallas bimodales con una moda principal de ejemplares



juveniles (40-44 cm) y otra de menor magnitud de adultos; mientras que el área sur (Taitao) la estructura es dominada por ejemplares adultos (55-69 cm). En el caso de las hembras (Fig. 10), se mantiene en cuanto a la estructura de la distribución una situación similar a los machos, pero las modas de las principales en el caso de las hembras corresponden a individuos adultos (65-69, 75-79 cm) y las secundarias a juveniles centradas en 40-44 cm.

En ambos sexos, se podría indicar la presencia de un gradiente latitudinal de la estructura de talla en sentido norte-sur, con una mayor presencia de juveniles en las áreas de Guafo (36%) y Guamblin (34,8%) disminuyendo al 14,6% en el área de Taitao (Tabla 5).

Batimétricamente (Fig. 11), las distribuciones de tallas por rango de profundidad muestran en ambos sexos y en consecuencia en la composición global, una estructura unimodal conformada por ejemplares adultos (> 55 cm) la cual es estable en los rangos menos profundos (<299 m). En cambio entre los 300 y 399 metros aparece además una moda secundaria de ejemplares juveniles, provenientes éstos del sector centro norte del área de estudio (Tabla 5).

5.2.2 Estructura de edades del stock

Durante el desarrollo del crucero de prospección se colectaron 1.496 pares de otolitos sagitta de merluza del sur, correspondientes a 504 machos, 986 a hembras y 6 a ejemplares de sexo indeterminado. Para merluza de cola se muestrearon 1.374 pares de otolitos, 338 correspondieron a machos; 1.015 a hembras y 21 a indeterminados.



a) Merluza del sur

Al analizar la estructura etaria del stock de merluza del sur, se destaca el hecho que sobre el 75% de los machos (11,4 millones) corresponden a individuos de los grupos de edad X hasta XVII (Tabla 6); en tanto que del total de hembras (15,4 millones) más del 85% pertenecen a los GE IX a XVII (Tabla 7). Esto implica que el stock de merluza del sur, está sustentado en las clases anuales nacidas entre los años 1984 y 1992, es decir por la fracción adulta del stock.

La desviación estándar de la abundancia por grupo de edad se entrega en la Tabla 8 y figura 12, y donde los GE más importantes presentan una desviación estándar que no supera el 20% de la abundancia del respectivo GE.

b) Merluza de cola

La estructura del stock muestra en ambos sexos una fuerte participación de ejemplares adultos, como son los grupos edad V-IX en hembras y V a VIII en machos, conformando una moda principal que incorpora el 65% de la abundancia de cada uno de los sexos, como también se aprecia una moda secundaria conformada por el GE III que aportan el 12 y 8% de la abundancia en machos y hembras respectivamente. (Tablas 9 y 10). En la tabla 11 y figura 13, se entrega la abundancia y su desviación estándar por grupo de edad.



5.3 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de identificación.

5.3.1 Estadios de madurez sexual (EMS)

a) Merluza del sur

Los estadios de madurez sexual (EMS) correspondiente a individuos inmaduros (EMS 1-2) representaron el 25% de las hembras muestreadas. De los estadios más avanzados de desarrollo ovárico, aquellos correspondientes a un proceso de desove activo (3A y 4), más lo que habían desovado recientemente (EMS 5) constituyeron el 49,5 % del total de hembras. (Fig. 14). De esto se desprende, que en el período de muestreo la mayor parte de las hembras se estaban reproduciendo o se preparaban para desovar.

Tomando en consideración la longitud de las hembras, el EMS 1 correspondió mayoritariamente a hembras bajo los 69 cm de longitud, aunque también estuvo en una proporción menor en el grupo de 70 a 79 cm de longitud total. Por su parte el EMS 2, se registró en el grupo de 70-79 cm, en tanto que el EMS 3 se detectó a partir del grupo de 60-69 cm, alcanzando su mayor participación en el grupo de 80-89 cm. Los estadios más avanzados de desarrollo comenzaron a visualizarse a partir del grupo de longitud de 70-79 cm, siendo los estadios predominantes a partir de los 80 cm LT, en particular el EMS 4 (Fig. 15).

b) Merluza de cola

En el caso de la merluza de cola, el análisis de los estadios de madurez sexual mostró que los EMS 1 y 2 (inmaduros), correspondieron a un 23% del total de



hembras y de los estadios más avanzados de desarrollo ovárico, fue el EMS 5 (en regresión) fue el que mostró una mayor representatividad con un 36%. El estadio correspondiente a un proceso de desove activo (EMS 4), más los que se preparaban para desovar (EMS 3) fueron equivalentes a un 41 % del total de hembras. (Fig. 16), señal de un proceso de desove activo durante el período el estudio.

Considerando la longitud de los ejemplares muestreados, se observó que el EMS 1 correspondió mayoritariamente a hembras bajo los 63 cm, mientras que EMS 2 presentó su mayor frecuencia en el grupo de longitud de 63-72 cm, grupo en el cual estuvieron representados todos los EMS y se observaron las mayores frecuencias del EMS 5 (Fig. 17).

5.3.2 Índices gonadosomático (IGS) y gonádico por longitud (IGL)

a) Merluza del sur

El índice gonadosomático (IGS) y el índice gonádico por longitud (IGL) mostraron valores promedio relativamente altos, los que alcanzaron a $6,1 \pm 6,5$ en el caso del IGS y de $4,6 \pm 4,94$ para el IGL; esto pone en evidencia un activo proceso de desove durante el período de muestreo. Por otra parte, los elevados valores de la desviación estándar reflejan la gran dispersión en los valores de los índices, los que corresponden a peces inmaduros de pequeña talla como también a hembras con gónadas hidratadas, próximas a desovar (Fig. 18). Al separar las hembras en grupos arbitrarios de longitud total, se observa que los índices gonádicos mantuvieron niveles bajos hasta el grupo de 60-69 cm, a partir del grupo de 70-79 cm hay un aumento progresivo en los valores de los índices hacia tallas mayores (Fig. 19 y Tabla 12).



Para separar el efecto del estadio reproductivo de las hembras en los valores del IGS, este fue estimado de acuerdo al EMS de los ejemplares, determinándose que los peces con gónadas virginales e inmaduras (EMS 1 y 2) no superaron el valor promedio de 0,7 del IGS, en cambio en los EMS más avanzados el IGS aumentó de 5,9 en el EMS 3 a 13,7 en el EMS 4, aumento que refleja el proceso de hidratación experimentado por una proporción importante de las gónadas, mientras que en las hembras que ya desovaron el IGS descendió a 2,8 (Fig. 20).

b) Merluza de cola

Los índices gonadosomáticos (IGS) y gonádico por longitud (IGL) mostraron valores promedio relativamente altos, los que alcanzaron a $5,8 \pm 8,24$ en el caso del IGS, poniendo en evidencia un activo proceso de desove durante el período de muestreo. En el caso del IGL, los valores fueron de $1,5 \pm 2,0$, valor bastante menor que el del IGS, lo que se explicaría por la forma del cuerpo, con su extremo caudal muy aguzado. Los elevados valores de la desviación estándar reflejan la gran dispersión en los valores de los índices, producto de la presencia de peces inmaduros de pequeña talla, hembras con gónadas hidratadas y un porcentaje importante de peces desovados (Fig. 21).

Al considerar los datos separados en grupos arbitrarios de longitud total, se observa que los índices gonádicos se mantuvieron bajos hasta el grupo de 43-52 cm LT. En el grupo de 53-62 cm LT se notó un aumento brusco en los valores de los índices, los que siguieron aumentando hasta las tallas más grandes (Fig. 22 y Tabla 13).

En la Figura 23 se observa que los peces con gónadas virginales e inmaduras (EMS 1 y 2) no superaron el valor promedio de 1,2 del IGS. En cambio, en los



EMS más avanzados el IGS aumentó de 10 en el EMS 3, a 16,6 en el EMS 4, disminuyendo a 1,6 en el EMS 5, reflejo del procesos de desove del recurso.

5.3.3 Talla 50% de primera madurez sexual

a) Merluza del sur

Considerando las clases de tallas comprendidas entre los 41 y 107 cm de longitud total, se ajustó una ojiva de madurez de acuerdo a un modelo no lineal, a partir de la cual se estimó una talla al 50% de primera madurez sexual en 74,05 cm LT (Tabla 14; Fig. 24).

La talla 50% de primera madurez se mantiene dentro de los valores de 74,1 cm consignados por Aguayo *et al.* (2001) y los 72,5 cm señalados por Balbontín (1996).

b) Merluza de cola

Para este recurso, se dispuso de información de un amplio rango de tallas que se extendió desde los 34 a 104 cm de longitud total. El ajuste de la ojiva de madurez permitió estimar una talla 50% de primera madurez de 56,72 cm LT (Tabla 14; Fig. 25), valor comparable al estimado por Chong (2000) de 54,4 cm.



5.3.4 Fecundidad

a) Merluza del sur

En las figuras 26 y 27, se presentan la relación entre la fecundidad modal con el peso y la longitud del pez. La fecundidad modal promedio (\pm la desviación estándar), estimada a partir de la línea de regresión fue de 1.488.547 (\pm 796.327) ovocitos. La fecundidad relativa promedio, expresada como el número de ovocitos por gramo de pez, fue de 262 ± 96 ovocitos (Tabla 15).

b) Merluza de cola

La relación entre la fecundidad modal con el peso y la longitud del pez se presentan en las figuras 28 y 29. La fecundidad modal promedio (\pm la desviación estándar), fue de 271.913 ± 173.201 ovocitos. La fecundidad relativa, expresada como el número de ovocitos por gramo de peso corporal, fue de 239 ± 97 (Tabla 15).

5.4 Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la pesquería de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de pesca de identificación.

La captura proveniente de la pesca de investigación obtenida durante el desarrollo del crucero de prospección, estuvo compuesta en un 99,75% por merluza del sur y merluza de cola, siendo la contribución de la fauna acompañante de solo el 2,5%.

De acuerdo a lo antes señalado, la importancia de la fauna acompañante durante el crucero fue marginal y donde la cojinoba moteada (*Seriolella punctata*) representó la mayor importancia relativa con el 0,15% (Tabla 16). Ninguno de los otros recursos capturados como fauna acompañante como merluza de tres aletas, reineta, congrio dorado y cojinoba del sur, lograron una importancia superior al 0,03%.



Los bajos niveles alcanzados por la fauna acompañante, se reflejó además de su presencia en un bajo número de lances, puesto que a excepción del congrio dorado que estuvo presente en 15 (19%) y la cojinoba moteada en 13 (16%) de los lances realizados, las demás especies componentes de la fauna acompañante no superaron los tres lances con presencia en su captura (Tabla 16), en contraposición a las especies objetivos que participaron en el 93% (merluza del sur) y 100% (merluza de cola).

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

a) Merluza del sur

De los 1.472 estómagos recolectados durante el desarrollo el crucero, solo en 634 estómagos (43%) se registró algún tipo de contenido estomacal, en diferentes estados de repleción (Tabla 17). La procedencia de las muestras analizadas en laboratorio fueron Guafo (105), Guamblin (171) y Taitao (358).

La principal presa identificada en merluza del sur para la zona y período de estudio fue merluza de cola (82% de frecuencia); seguida de restos de peces (19%), restos crustáceos (4%) y merluza de tres aletas (3%) (Tabla 18). De lo anterior se concluye un tipo de alimentación principalmente ictiófaga, aunque fueron registradas en inferior magnitud otras presas como: *Pasiphea doffleini*, mictófidios, salpas, calamar y jibia.

Tanto la estimación numérica como la gravimétrica muestran a merluza de cola como la presa principal (74% y 94%, respectivamente, Tabla 18), seguido en valores muy inferiores por restos de peces, restos de crustáceos y merluza de tres aletas. En donde, los restos de peces podrían ser principalmente merluzas de cola digeridas.



En este sentido, el Índice de Importancia Relativa (IRI) confirma que merluza del sur (97%) se alimenta prácticamente de merluza de cola en toda el área y período de estudio (Tabla 19), sin gran variación espacial entre las tres áreas. Aspecto que se explica por ser la especie presa pez más abundante.

El contenido estomacal de merluza del sur por estrato de rango de tallas (cada 10 cm) muestra que el ítem presa merluza de cola está presente en todo el rango de tallas y con la mayor participación numérica respecto de las restantes presas (Tabla 20). La presa merluza de tres aletas fue observada principalmente en tallas superiores a 60 cm, confirmando la característica ictiófaga de los ejemplares adultos de merluza del sur, aunque en las tallas bajo los 70 cm muestra un incremento de restos de crustáceos.

La distribución de talla de las presas de merluza de cola (en donde fue posible medir la talla) muestra una amplitud de tallas entre 16 y 75 cm, con 48 cm de talla promedio (Fig. 30), con una mayor presencia de ejemplares entre 35 y 64 cm (85%), alimentándose principalmente sobre ejemplares juveniles de merluza de cola, en un 75% (menores de 55 cm). Las distribuciones de tallas de merluza de cola analizadas en los contenidos estomacales del presente estudio (2001), respecto de la distribución de talla de merluza de cola registrada en el crucero de investigación del 2000, en la misma zona y período de estudio, no muestran grandes diferencias (Fig. 30), aspecto que estaría indicando una cierta estabilidad en el rango del tamaño de la presa consumida.

b) Merluza de cola

En el caso de merluza de cola, 1.379 estómagos provienen de los muestreos realizados a bordo del BF "Unzen". En el mismo período se efectuó un muestreo



complementario de estómagos de merluza de cola a bordo del BF “Unionsur”, nave en faena comercial operando al sur de la latitud 47°S, permitiendo ampliar la zona de cobertura de las muestras hasta la latitud 51°S, donde se muestrearon 309 estómagos más de merluza de cola (Tabla 21).

Del total de 1.688 estómagos muestreados a bordo, sólo en 256 de ellos se consideró con contenido y fijado (Tabla 21). Sin embargo, analizados éstos en laboratorio sólo el 58% (148 muestras) presentaron contenido en diferentes grados de repleción.

La principal presa identificada en merluza de cola para la zona y período de estudio fue salpa (43% de frecuencia), seguido de restos de crustáceos (16%), mictófidios (17%), restos de peces (8%), Euphausia (6%), Pasiphaea (6%) y merluza de cola (5%), también, fueron registradas en inferior magnitud otras presas: ctenophora, anfípoda, Diaphus, merluza de tres aletas y siphonophora (Tabla 22). La merluza de cola presenta una alimentación de tipo planctófaga e ictiófaga.

Tanto la estimación numérica como gravimétrica muestran como uno de los ítems principales a salpa con valores del 43% y 57%, respectivamente (Tabla 22). En el indicador numérico la segunda presa importante es restos de crustáceos (16%); en cambio, en el indicador gravimétrico la segunda presa importante es merluza de cola (19%), pero con escaso indicador numérico (5%). Se resalta entre las presas la presencia de restos de peces, mictófidios, Euphausia y Pasiphaea, como también el escaso grado de canibalismo registrado en el área y período de estudio.



En este sentido, el Índice de Importancia Relativa (IRI) muestra como presa principal a salpa (85%), en prácticamente en toda el área y período de estudio (Tabla 23). No obstante, el área 3 (Taitao) el ítem salpa registró un IRI de 71%, aumentando la importancia del IRI de restos de crustáceos y mictófidios. El mayor grado de canibalismo (IRI) fueron registrados en las áreas 4 y 5 (entre G. Penas y Concepción); pero basado en un escaso número de estómagos observados. Estos resultados, estarían indicando que merluza de cola tiene un comportamiento de alimentación tipo oportunista, dado que se alimenta de la especie abundante en dicho momento, en este caso de salpa.

Empleando el indicador numérico, el contenido estomacal de merluza de cola por estrato de rango de tallas de 10 cm, muestra que el ítem presa salpa se presenta en la mayoría de las tallas (Tabla 24). Sin embargo, aún considerando el escaso número de estómagos registrados por rango de tallas, es posible observar que el canibalismo y la presencia de la presa merluza de tres aletas se presenta en tallas superiores a 60 cm. En cambio, restos de crustáceos, mictófidios, y los crustáceos *Euphausia*, y *Pasiphaea* se presentan tanto en tallas juveniles como adultos.

5.6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola.

Teniendo en cuenta que en todos los lances de pesca hubo mezcla de ambos recursos objetivos, las agregaciones presentes en la zona de estudio y detectadas por el equipo acústico fueron procesadas y analizadas en forma global, es decir, sin diferenciar por especie.

a) Descriptores morfológicos

Las agregaciones detectadas durante el estudio, presentan en general una gran variabilidad en su morfología, hecho que se puede constatar en los valores reseñados



en la Tabla 25, donde se señala que su extensión varió entre 40 y 8.651 metros con un promedio de 181 metros, mientras que la altura varió entre los 9 y 120 m con un valor central de 23 m. Se registraron además, agregaciones de menor tamaño y relativamente cercanas que tendían a formar estratos dispersos.

La elongación, que describe la forma geométrica de las agregaciones través de la relación largo/alto, presentó un valor de 6,9, es decir, una forma elíptica, con una asimétrica desplazada al sector izquierdo de la curva, donde el 35% y 67,5% de las agregaciones se localizaron en los rangos de elongación 4-5 y 3-7, respectivamente (Fig. 31).

Las agregaciones detectadas presentaron un área promedio de 3.201 m² una moda centrada en el rango de 100-200 m² y un rango de dispersión que fluctuó entre los 49 y 565 mil m², aunque el 87,9% de las agregaciones constituyeron áreas inferiores a los 2.000 m² (Fig. 32).

En lo que respecta a la dimensión fractal (Fig. 33), que representa el grado de cohesión entre los peces que conforman el cardumen, se estimó en 1,7 y el 83% de las agregaciones localizadas en el rango entre 1,6 y - 1,8, valores que caracterizan un contorno poco definido (valor más cercano a 2) y un grado de cohesión entre los peces que conforman la agregación.

b) Descriptores batimétricos

Las agregaciones registradas se distribuyeron en la columna de agua en profundidades que fluctuaron entre 81 y 492 metros, con un promedio de 217 metros, mientras que la profundidad del fondo varió desde los 216 a 1.457 m. (Tabla 24). Sin embargo, tendrían una preferencia por ubicarse en el rango entre los 160 y 310 m de profundidad, donde se registró el 81,4% de las agregaciones (Fig. 34).



Con respecto a la densidad de los cardúmenes, la distribución de frecuencia de la energía acústica presenta un rango amplio, con un 80,9% de los datos localizados entre los 150 y 320 m de profundidad y las mayores frecuencias relativas localizadas entre los 190 y 270 metros de profundidad (Fig. 35).

Respecto a la distribución de las agregaciones en la columna de agua, el Índice de Altura arrojó un valor promedio de 52,7, es decir que las agregaciones se ubicaron en promedio a un 52,7% del fondo, observándose en el total de los cardúmenes una distribución asimétrica desplazada hacia la derecha, con una moda en el 55%, (Fig. 36), por lo que esta especie no presenta una tendencia clara de asociación con el fondo, reflejo de las características euribáticas de estos recursos.

El análisis de componentes principales (Tabla 25, Fig. 37), muestra la presencia de un componente principal asociado a variables morfométricas y tamaño de la agregación (largo, altura, perímetro y área) con una fuerte correlación, un segundo componente asociado a variables de localización espacial (profundidad del fondo e índice de altura) y un tercero asociado a las variables de profundidad del cardumen, localización del cardumen en la columna de agua, explicando cada una de ellas el 39, 18 y 17% de variabilidad total.

Esto significa, que las variables de tamaño y forma de las agregaciones no están correlacionados con los factores de posición espacial.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



6. DISCUSIÓN

a) Merluza del sur

El stock de merluza del sur está constituido en ambos sexos por un porcentaje mayoritario de ejemplares adultos, mayores a 70 cm y a 9 años de edad, que representaron sobre el 85% de la abundancia y el 90% de la biomasa, situación que puede catalogarse como normal para la zona y período del estudio.

La biomasa media total 2001 de merluza del sur de 100.326 toneladas, constituye una cifra estadísticamente no diferente de la biomasa (133 mil) estimada en el 2000, por igual procedimiento, área y período, manteniéndose en un nivel muy superior al observado en los años 1994 y 1996, cuando se estimaron biomásas de 23 mil y 40 mil toneladas.

En este mismo contexto, la abundancia registra una reducción equivalente al 25% entre el año 2000 (35,5 millones) y el 2001 (26,8 millones). Dicha reducción se explica principalmente por una caída de nueve millones ejemplares en la abundancia de hembras y que no alcanza a ser contrarrestado por los machos cuya abundancia aumenta solamente en un millón de ejemplares.

El stock de merluza del sur, a diferencia del 2000, donde se distinguían dos focos de concentración importantes, uno principal en las cercanías de la isla Guamblin y otro secundario en el área de Taitao (Lillo *et al.*, 2001), la concentración principal se localizó en el extremo sur del área de estudio (Taitao) y uno secundario al norte de la isla Guamblin, observándose una distribución de características similares a la observada durante el año 1996 (Lillo *et al.*, 1997a).



Al analizar la estructura del stock se colige que la fracción de hembras juega un rol preponderante en el tamaño del stock y sería una causa importante de sus fluctuaciones. Al respecto, el aumento en un 100% de la abundancia en el período 1996-2000 estuvo sustentada por una mayor presencia de ejemplares adultos, especialmente de los GE14+ y particularmente por un incremento en la abundancia de hembras de 11 a 25 millones de individuos, situación que de manera inversa se refleja en el presente estudio, pues nuevamente son las hembras quienes contribuyen de manera primordial, pero esta vez a la disminución del stock.

En lo que respecta a la estructura de tallas, esta no difiere de la registrada en un estudio similar del año 2000 (Lillo *et al.*, 2001), empleando en ambos estudios redes de mediagua, en la misma zona y período de estudio, lo que podría indicar una cierta estabilización de la composición de tamaños de la población desovante.

La composición de sexos del stock presentó una dominancia de hembras, situación que ha sido descrita tanto en estudios de evaluación hidroacústica como en los análisis de la captura comercial de la flota arrastrera fábrica (Lillo *et al.*, 2001, 1997a, y 1995; Céspedes *et al.*, 2001a y 2000). A partir de 1996, la fracción de hembras había experimentado una leve tendencia a aumentar su proporción, situación que no se cumple durante el presente estudio. Las causas de estos cambios no han sido dilucidados, aunque es posible plantear que los factores ambientales asociados a eventos oceanográficos podrían estar ligados a esta situación.

En relación con la estructura de talla del stock, ésta tuvo una distribución homogénea en toda el área de estudio, sin observarse gradientes latitudinales como los observados en los estudios efectuados en los años 1996 y 2000, donde los ejemplares de menor tamaño se localizaron al norte y los de mayor tamaño al



sur del área de estudio. Lillo *et al.* (1997a; 2001). Mientras que en el sentido batimétrico, la composición de tallas registró un mayor aporte de ejemplares juveniles a mayor profundidad, lo que difiere del año 2000 (Lillo *et al.*, 2001) cuando no se registró diferencia batimétrica de la estructura de tallas de merluza del sur.

Los cambios en la distribución del stock de merluza del sur, pueden considerarse como efecto de los desplazamientos del recurso dentro de su área de distribución, lo que se traduce en variaciones en la disponibilidad de ciertas fracciones el stock. Con respecto a esto, es notorio el incremento de los ejemplares correspondientes al rango de tallas 70-74 cm entre el año 2000 a 2001, de características juvenil-adulto que reúne a una fracción importante de desovantes primarios y que también ha sido registrada como la moda principal en la captura de merluza del sur en aguas interiores de la X Región en agosto del 2001 (Céspedes *et al.*, 2001b).

Durante el período del estudio, el stock de merluza del sur se encontraba en un proceso reproductivo activo, caracterizado por índices gonádicos altos y un porcentaje elevado (49,5%) de las hembras en desove o recientemente desovadas, situación que puede sindicarse como normal para el área de estudio durante el mes de agosto. La fecundidad modal promedio estimada en el presente estudio que alcanzó a 1.488.547 ovocitos, se sitúa dentro de los valores de 1.616.930 y 1.320.675 ovocitos calculados para este recurso en los años 1991 y 1996 (Tabla 27), pero un 42% inferior a la estimada por Balbontín (2001) en igual área y período. Con respecto a la fecundidad estimada durante el año 1994 y que registró sólo 709.840 ovocitos, cabe señalar que esta se realizó a partir de muestras recolectadas en septiembre, cuando el proceso de desove de la merluza del sur ya había iniciado su declinación y por lo tanto, su resultado no es comparable.



La talla 50% de primera madurez sexual estimada en 74,05 cm, es concordante con las estimaciones efectuadas en los años 1999 y 2000 de 74,12 y 71,68 cm (Aguayo *et al.*, 2001) y de 72,50 cm por Balbontín (1996), con una leve tendencia a aumentar su valor durante los últimos dos años.

Los resultados del análisis del contenido estomacal de merluza del sur confirman una baja diversidad en la dieta (presas) y la característica ictiófaga de su alimentación, siendo su principal presa la merluza de cola (97% IRI), resultados concordantes con los antecedentes descritos en estudios anteriores para la misma área y período de estudio (Lillo *et al.*, 1997a y 2001), no existiendo variación de su alimentación en sentido espacial en el área y período de estudio. Pool *et al.* (1997) describen variaciones espacio-temporal en la alimentación de merluza del sur, donde la presa merluza de cola cede su lugar a la presa merluza de tres aletas al sur del paralelo 47° S, indicando que la importancia de una presa (u otra) está en relación a su disponibilidad.

En todo el rango de tallas de merluza del sur, registró como ítem presa principal a merluza de cola, aunque en individuos juveniles (menores 70 cm) hay un leve aumento de la dieta del ítem crustáceo, sugiriendo que las tallas de merluza del sur que consumen presas planctófagas sean menores a las tallas registradas en el presente estudio (menores a 40 cm).

La estructura de talla de merluza de cola consumida por merluza del sur entre el presente estudio y el mismo estudio realizado en el año 2000 (Lillo *et al.*, 2001) es estable, y corresponde a preferentemente ejemplares juveniles. Esta estabilidad en el tamaño de la presa consumida muestra que merluza del sur dirige su alimentación principalmente sobre un estrato de la población de merluza de cola, lo cual indica una diferenciación de la mortalidad natural en merluza de cola debida a predación; en



donde los ejemplares de merluza de cola mayores a 70 cm la mortalidad natural por predación es escasa; debido a que presentan una mayor posibilidad de escape frente a la acción predadora de merluza del sur.

Aunque la concentración de merluza del sur en el área de estudio responde a un comportamiento del tipo reproductivo, esta especie no deja de tener patrones de alimentación, registrándose un 43% de estómagos con contenido estomacal. Antecedentes que confirman lo descrito por Lillo *et al.* (2001), que señalan que la merluza del sur se alimenta durante todo el período de madurez sexual, con excepción de las hembras en estado de desove donde los huevos están hidratados y el tamaño del ovario repleta la cavidad abdominal.

b) Merluza de cola

El stock de merluza del sur estuvo conformado en ambos sexos por un porcentaje mayoritario de ejemplares adultos, mayores a 55 cm y GE V+, que contribuyeron con el 83% de la abundancia y el 90% de la biomasa, niveles similares a los observados en la merluza del sur.

El estimado de biomasa (574.415 t) muestra un aumento del 14,6% en relación con las 501 mil t. evaluadas en igual área y período del 2000 (Lillo *et al.*, 2001), representando más del doble de las biomasa estimada (226.000 t) en igual área en 1996 (Lillo *et al.*, 1997a). La abundancia de merluza de cola que fue estimada en 660,6 millones de ejemplares, representa un aumento del 58% en relación con los 418 millones estimados durante el año 2000 (Lillo *et al.*, 2001), aumento que aparece explicado por una mayor presencia de ejemplares juveniles (<55 cm), fracción que entre ambos estudios aumentó su nivel de participación del 3,6% al



17% de la abundancia de este recurso y que produce que frente a un 14,6% de aumento en la biomasa, la abundancia se incremente en el valor antes señalado.

La mayor presencia de juveniles durante el estudio en relación con lo observado el año 2000, se refleja en la disminución en los pesos promedios de los individuos, que se redujeron de 1.113 a 791 gramos en machos y de 1.467 a 924 gramos en hembras. Esto explica el hecho que ante un aumento del 58% en la abundancia, la biomasa sólo aumentó un 14,6%.

Frente al hecho de no contar con una relación que permita estimar la fuerza de blanco de la merluza de cola y con el objeto de verificar los resultados obtenidos, se estimó la biomasa utilizando otras dos relaciones de longitud-fuerza de blanco estimadas para hoki (*Macruronus novaezelandiae*) disponibles en la literatura. Una corresponde a la descrita por Coombs and Cordue (1995) que permite estimar una biomasa de 889 mil toneladas y la otra por Cordue *et al.* (2001) que proporciona un valor de biomasa de 772 mil toneladas, niveles que superan las estimaciones obtenidas al utilizar la relación descrita por Do and Surti (1993) y que se ha empleado tanto en la presente evaluación de merluza de cola, como también en las efectuadas sobre este mismo recurso durante los años 1992, 1996 y 2000. Esto confirma la necesidad de efectuar estudios tendientes a obtener datos que permitan lograr relaciones de fuerza de blanco específicos para la merluza de cola. Sin perjuicio de lo anterior, el hecho que en todos los estudios efectuados para estimar la biomasa de la merluza de cola se haya utilizado una sola relación de longitud-fuerza de blanco, no invalida la tendencia general de un aumento en el tamaño del stock presente en el área de estudio durante los últimos años.



En lo referente a su distribución espacial, la merluza de cola estuvo presente en toda el área de estudio con dos focos principales, uno ubicado entre las islas Guafo y Guamblin con un 35% de ejemplares juveniles y otro hacia el sector sur del área de estudio donde el aporte de juveniles constituyó sólo el 14,6% de la abundancia. Teniendo en consideración los desplazamientos que efectúa la merluza de cola, es usual que su distribución espacial se presente de manera diferente entre los distintos cruceros al interior del área de estudio, situación observada durante el presente estudio en comparación al año 2000, caracterizado por el desplazamiento de la zona de mayor concentración desde el sur al norte de la isla Guamblin.

Al igual que lo observado para la merluza del sur, el aumento del tamaño del stock es producto de un incremento en la proporción de hembras, pues de una razón de machos: hembra de 3:1 en el 2000, en el presente estudio esta fue de 1:2 hembras. No se poseen antecedentes que puedan explicar este cambio, aunque no se puede soslayar variaciones temporales de pequeña escala (semanas) en el proceso reproductivo pueden tener un impacto fuerte en la composición del stock en el área de estudio. Al respecto, cabe señalar que Chong (2000) estimó el índice gonadosomático registrando valores de 8,3 en agosto de 1996 con predominio de gónadas en maduración contra un 2,5 en igual mes de 1997 con un 97% de las gónadas en regresión, lo que indica la importancia de sincronizar las prospecciones con las condiciones biológicas del recurso, especialmente por la movilidad que caracteriza a la merluza de cola.

La estructura de talla de merluza de cola registradas en el presente estudio, no difiere mayormente de la estructura registrada en la pesca comercial de la flota arrastrera fábrica que operó también en la unidad de pesquería norte en el período julio-septiembre del año 2000, proveniente ambos de captura con redes de mediagua.



Estos antecedentes indican que la composición de la estructura de la fracción de merluza de cola presente en el área y período de desove ha permanecido relativamente estable de un año a otro, siendo sustentada por una moda adulta entre los 55 y 79 centímetros.

La distribución de talla de merluza de cola en el área de estudio registra grandes variaciones en sentido temporal, principalmente entre la fracción y adulta; existiendo entre ellas grados de segregación espacio temporal. Lillo *et al.* (1997b) describen para la misma zona de estudio, una composición de talla principalmente juvenil entre junio y julio, en cambio en ese mismo año entre agosto y septiembre la composición de talla cambia a una mayor presencia de ejemplares adultos, disminuyendo fuertemente la presencia de juveniles. Cambios que estarían asociados a patrones migratorios de carácter reproductivo en los adultos y trófico en los juveniles. Luego para un estudio realizado en noviembre de 1999 Lillo *et al.* (2000) describen para la misma área de estudio, una estructura de tallas principalmente de juveniles sin una presencia importante de ejemplares adultos, sugiriendo que la mayor parte de esta fracción se localizaría a sur de los 47° S.

Estos antecedentes sugieren el siguiente patrón de migración de merluza de cola entre Guafo y Taitao: previo al desove se concentra en el área una fracción importante de juveniles con fines de alimentación y refugio; fracción que se desplaza hacia el norte en el período de máxima actividad reproductiva debido al ingreso al área con fines reproductivos de peces adultos como merluza del sur y merluza de cola, los cuales en grados diferentes predan sobre la componente juvenil de la merluza de cola.

Estos desplazamientos de ejemplares juveniles, podrían ser una de las explicaciones del gradiente registrado en sentido latitudinal de la estructura de tallas, en donde a



menor latitud (Guafo y Guablín) aumenta la presencia de juveniles, con tendencia a profundizarse a mediagua (300-399 m), en cambio a mayor latitud (Taitao) la estructura es principalmente adulta, no obstante que la fracción adulta se encuentra presente en toda el área de estudio y a diferentes profundidades. La variación de profundidad de mediagua de fracciones juveniles también ha sido registrada por Lillo *et al.* (2000), tanto en ambientes costeros como en ambientes oceánicos; describiendo que a mediagua los ejemplares juveniles entre 25 y 35 cm se localizan aproximadamente a profundidades menores de 150 m; mientras juveniles entre 40 y 55 cm tienden a aumentar su presencia sobre los 100 m de profundidad.

Como era esperable, el stock de merluza de cola se encontraba en un proceso reproductivo activo, caracterizado por índices gonádicos altos y un porcentaje elevado (77%) de las hembras en desove o recientemente desovadas, señal que al momento del estudio la mayor parte de las hembras se estaba reproduciendo o habían completado el proceso de desove. La fecundidad modal promedio estimada en el presente estudio que alcanzó a 272.913 ovocitos y 239 para la fecundidad relativa, valores que son comparables a la estimación efectuada por Chong (2000) que la sitúa en 243.743 y 188 ovocitos. Por otra parte, Gunn *et al.* (1989) determinaron la fecundidad en cinco ejemplares de *Macruronus novaezelandiae*, con valores de 321 mil y 1.592.000 ovocitos para una hembra de 81 y otra de 91 cm, cuadruplicando la fecundidad el ejemplar de mayor talla con respecto a uno de igual tamaño en Chile. La talla 50% de primera madurez sexual estimada en 56,72 cm, es concordante con señalado por Chong (2000) quien la estimó 54,4 centímetros.

El análisis del contenido estomacal de la merluza de cola, estuvo marcado por el bajo número de muestras de estómagos con contenido estomacal registrados en laboratorio, que alcanzó a 148 (9%) de un total de 1.688 ejemplares muestreados.



Lo anterior, podría ser un indicador que en el período reproductivo esta especie tiende a disminuir su actividad alimentaria. Pool *et al.* (1997) señalan que en un muestreo anual de estómagos de merluza de cola en sólo el 24% (234 muestras) se registró contenido estomacal.

Los resultados confirman la característica planctófaga e ictiófaga de la alimentación de la merluza de cola, siendo la presa principal la salpa (85% IRI), seguido de restos de crustáceos, mictófidios y restos de peces. Junto con registrar una mayor amplitud de especies presas que respecto de merluza del sur, no se observó canibalismo y la presencia de merluza de tres aletas en los estómagos fue escasa.

Estos resultados difieren de los antecedentes descritos por Pool *et al.* (1997), quienes señalan que la merluza de cola se alimenta principalmente de su misma especie; es decir un alto grado de canibalismo, además de presentar variaciones en las especies presas espacial como temporalmente.

En todo el rango de tallas analizados, la merluza de cola registró como ítem presa principal a salpa, no obstante, en individuos mayores de 60 cm aumenta levemente la presencia de canibalismo y de merluza de tres aletas.

En lo que concierne a las características de las agregaciones, éstas presentan una gran variabilidad, con agregaciones poco cohesionadas y de carácter euribático, refrendado por los valores de los descriptores dimensión fractal e índice de altura. Hecho que podría ser asociado a la condición demersal de los recursos en estudio, que se traduce en un comportamiento menos gregario si lo comparamos con recursos pelágicos. Aunque es posible plantear que la morfología y localización espacial de las agregaciones podrían asociarse a diversos descriptores, un análisis más definitivo requiere de la obtención de un mayor número de datos y durante un período más extenso, de modo que permita determinar si los descriptores mantienen sus características a través del año.



7. CONCLUSIONES

- La biomasa media total de merluza del sur se estimó en 100.326 toneladas con un intervalo de confianza que varió entre 76.161 y 124.491 toneladas. La fracción adulta de la biomasa (92.234 t) constituyó el 92% de la biomasa total.
- La biomasa media total de merluza de cola, se estimó en 574.415 toneladas con un intervalo de confianza que varió entre 404.357 y 744.473 toneladas. La fracción adulta representó el 95% de la biomasa estimada.
- Tanto merluza del sur como merluza de cola presentaron una distribución asociada a la plataforma continental y talud continental delimitada por los paralelos 43°30'S y 47°00'S, y longitudinalmente por los veriles de 200 a 800 metros de profundidad.
- La abundancia de merluza del sur se estimó en 26.780.066 ejemplares, de los cuales 15,4 millones (57,4%) fueron hembras y 11,4 millones (42,6%) machos. El aporte de la fracción adulta alcanzó al 79,5% en machos y 87,9% en hembras.
- La abundancia de merluza de cola fue estimada en 660,6 millones ejemplares, desglosados en 425 millones de hembras y 235,6 millones de machos. La fracción desovante correspondió al 81,7% y 84,2% en machos y hembras, respectivamente.



- El stock de la merluza del sur estuvo dominado por los grupos de edad X a XVII en machos y IX a XVII en hembras, que constituyeron el 75% y 85% de la abundancia del stock.
- El stock de la merluza de cola, estuvo dominado por los grupos de edad V a VIII en machos y V a IX en hembras, que constituyeron el 65% de la abundancia del stock.
- El índice gonadosomático (IGS) de ambas especies mostraron valores promedio relativamente altos, evidencia de un activo proceso de desove durante período del estudio.
- De las hembras muestreadas, los ejemplares inmaduros (EMS 1-2) representaron un 25% en merluza del sur y 23% en merluza de cola. De los estadios más avanzados de desarrollo ovárico, los ejemplares en maduración representaron el 41% y los correspondientes a un proceso de desove activo (3A y 4) más los desovados constituyeron el 49,5 % de la fracción de hembras de merluza del sur y el 77% en merluza de cola.
- La talla 50% de primera madurez para la zona de estudio se estimó en 74,05 cm para la merluza del sur y en 56,72 cm de longitud total para la merluza de cola.
- La fecundidad promedio y la fecundidad relativa se estimaron en 1.488.547 ovocitos y 262 ovocitos por gramo de pez. En merluza de cola los estimados fueron 272.913 y 239 ovocitos, respectivamente.
- La fauna acompañante de las pesquerías de merluza del sur y merluza de cola es marginal (0,25%).



- La dieta de la merluza del sur es ictiófaga, basada principalmente en la presa de juveniles de merluza de cola y con características de estenofagia.
- La dieta de la merluza de cola es planctófaga, siendo las salpas su principal presa, seguida de crustáceos y mictófidios. Se registró un escaso canibalismo.
- Las agregaciones presentes en la zona de estudio presentan estructuras poco definidas, que podrían describirse preliminarmente por su morfometría y posición espacial en la columna de agua.



8. BIBLIOGRAFÍA

Aguayo, M., R. Céspedes, F. Balbontín, R. Bravo, V. Catasti, P. Gálvez, y L. Adasme. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Preinforme final proyecto FIP 99-15. IFOP, 285 pp.

Anderson, M. 1988. Studies on the Zoarcidae (Teleostei, Perciformes) of the Southern Hemisphere: two new general and new species from temperate South America. Proc. Calif. Acad. Sci., 45(11):267-276.

Bahamonde, N. 1968. Bosquejo taxonómico sobre los estomatopodos de Chile, (Crustacea, Stomatopoda). En Rev. Univ., Universidad Católica de Chile. año 53, N° 31. pp.107 – 119.

Balbontín, F. 1996. Índice gonadosomático, estados de madurez y fecundidad a la talla de merluza del sur. En: Lillo, S. y colaboradores. Evaluación directa del stock desovante de merluza del sur en la zona sur austral. Informe Final FIP 96-38.

Balbontín, F. 2001. Índice gonadosomático y estadios de madurez sexual microscópicos de merluza del sur. En: Lillo, S. y colaboradores. Evaluación acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Informe Final proyecto FIP 2000-14.

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

Balbontín, F., R. Bravo y R. Bernal. 1994. Índice gonadosomático, estados de madurez y fecundidad a la talla de merluza del sur. En: Evaluación hidroacústica del stock de merluza del sur en la zona Guafo y Guamblin. Informe Técnico para el Instituto de Fomento Pesquero, 21 págs.

Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens*. Mar. Biol. 50: 263-273.



- Bodholt, H. 1991.** Fish density derived from echo-integration and **in situ** target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21.
- Castle, P.H. 1986.** Family N 40: Congridae (pp. 161 – 165) In: Smith M. and P. Heemstra. Smiths' sea fishes J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown. South Africa.
- Céspedes, L. Adasme, C. Vera y H. Miranda. 2001a.** Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral 2000. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA, Parte I, Informe final, IFOP, 60 pp. (+ tablas, figuras y anexos).
- Céspedes, R., A. Cuevas, L. Adasme y E. Almonacid. 2001b.** Indicadores biológicos pesqueros de merluza del sur en aguas interiores de la X y XII Región, agosto 2001. Informe Final, IFOP, 25 pp. (+ tablas y figuras).
- Céspedes, R., Z. Young, V. Ojeda, F. Cerna, L. Adasme, H. Hidalgo, R. Bravo, H. Miranda y C. Vera. 2000.** Informe Final Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 1999. 152p;.
- Chirichigno, N. 1974.** Clave para identificar peces marinos del Perú. Inf. Inst. Mar Peru, Callao 44, 387 pp.
- Chong, J. 1991.** Ciclo reproductivo y fecundidad de la merluza del sur, *Merluccius australis*, en la pesquería sur -austral. Estudio complementario captura total permisible del recurso merluza del sur en aguas interiores. 1991. Informe técnico IFOP- SUBPESCA. 35 pp
- Chong, J. 2000.** Ciclo de maduración ovárica, fecundidad y talla de madurez en *Macruronus magellanicus* (Lônnberg, 1907) de la zona sur de Chile. Biología Pesquera 28: 3-13.



- Cohen, D. and J. Nielsen. 1978.** Guide to the identification of genera of fish Order Ophidiiformes with a tentative classification of the Order. NOAA Tech. Rep. NMFS, Circ., 417:1-68.
- Cohen, D., I. Inada, T. Iwamoto & N. Scialabba. 1990.** FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform of the world. FAO Fisheries Synopsis Nº125, Vol. 10 Fir/s 125 vol.10.
- Coombs, R. and P. Cordue. 1995.** Evolution of a stock assesment tool: acoustic surveys of spawning hoki (*Macruronus novaezelandiae*) off the west coast of South island, New Zealand, 1985-91. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. Vol 29:175-194.
- Compagno, L. 1984 b.** Sharks of the world. Part 2. Carcharhiniformes. FAO Species Catalogue, 4, FIR125: 1-630.
- Compagno, L. 1984 a.** Sharks of the world. Part 1. Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Species Catalogue, 4, FIR/s125.
- Conover, W.J. 1980.** Practical nonparametric statistics. John Wiley and Sons. 493 pp.
- Cordue, P., R. Coombs and G. Macaulay. 2001.** A least squares method of estimating length to target strength relationships from **in situ** target strength distributions and length frequencies. J. Acoust. Soc. Am., Vol. 109: 155-163.
- Cressie, N. 1993.** Statistics for spatial data (Revised edition). J. Wiley and Sons, 900 pp.
- De Buen, F. 1959.** Notas preliminares sobre la fauna marina preabismal de Chile, con descripción de una familia de rayas, dos géneros y siete especies nuevas. Bol.Mus. Hist. Nat., Santiago, 27(3): 173-201.
- Do, M. and 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. and A. Sparks. 1988.** Geo-EAS. Geostatistical environmental assesment software. U.S. Envirommental Protection Agency; Las Vegas.
- Fischer, W. and F. Balbontín. 1970.** On the investigation of ovarian cycle and fecundity of fish with special reference to partial spawners. *Berichte der Deutschen Wiss. Komm. für Meeresforschung* 21: 56-77.
- Freon , P, F. Gerlotto, O. A. Missund. 1996.** Consequences of fish behaviour for stock assesment. *ICES. Journal of Marine Science*, 53(2): 178-183.
- Gayanilo, F.C., M. Soriano and D. Pauly. 1988.** A draft guide to the compleat ELEFAN. International Center for Living Aquatic Resources Management. ICLARM Contribution 435, 65 págs.
- Gunn, J.S., B.D. Bruce, D.M. Furlani, R.E. Thresher and S.J.M. Blaber. 1989.** Timing and location os spawning of blue grenadier, *Macruronus novazelandiae* (Teleostei: Merlucciidae), in Australian coastal waters. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 40: 97-112.
- Guzmán, G.G. 1997.** Clave para los crustáceos decápodos anomuros marinos de Chile. *Publ. Depto. Ciencias del Mar, Univ. Arturo Prat, Iquique*, 53 pp.
- Hunter, J.R. 1985.** Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. En: R. Lasker (ed) *An egg production method for stimating spawning biomass of pelagic fish: Aplication to the northern anchovy, *Engraulis mordax**. NOAA Technical Repoprt, NMFS 36: 63-65.
- Hyslop, E. 1980.** Stomach contents analysis – A review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.
- IFOP. 2000.** Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. *Oferta técnica*. 53 pp.
- IFOP. 1985.** Manual de muestreo biológico-pesquero. *Pesquería de Peces Demersales (Sur-Austral)*. IFOP. 60 pp.



- Iwamoto, T. 1979.** Eastern pacific macrourids of the genus *Coelorhynchus Giorna* (Pisces: Macrouridae). Proc. Calif. Acad. Sci., 42(5): 135-179.
- Kleckner, D. 1996.** Surfer for Windows user guide. Golden Software Inc.
- Kong, I. y R. Meléndez. 1991.** Estudio taxonómico y sistemático de la ictiofauna de aguas profundas capturada entre Arica e Isla Mocha (18°30` - 38°30` S). Estud. Oceanol., Antofagasta. 10: 1-81.
- Lamilla, J. 1986.** *Bathyraja albomaculata* (Norman, 1937): Primer registro para las costas de Chile (Chondrichthyes, Rajidae). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile. Tomo 57:177-182.
- Lillo, S., A. Paillamán, V. Ojeda, E. Figueroa, R. Céspedes, H. Miranda, J. L. Blanco, A. Vega, F. Balbontín, R. Bravo y R. Bernal. 1995.** Evaluación del stock desovante de merluza del sur en la zona Guafo y Guablín, X y XI Regiones. Informe Final (FIP 94-12). IFOP, 84 pp. (+ figuras y tablas)
- Lillo, S., J. Córdova and A. Paillamán. 1996.** Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES. J. of Mar. Sci. 53: 267-271.
- Lillo, S., M. Espejo, M. Rojas, V. Ojeda, F. Cerna, R. Céspedes y L. Adasme. 1997a.** Evaluación directa del stock desovante de merluza del sur en la zona sur-austral. Informe Final FIP 96-38. IFOP, 90 pp. (+ figuras, tablas y anexos)
- Lillo, S., M. Espejo, R. Céspedes, L. Adasme, J. L. Blanco, J. Letelier, M. Braun y V. Valenzuela. 1997b.** Evaluación directa del stock de merluza de cola en la X y XI Regiones. Informe Final (FIP-95-18), IFOP, 72 pp. (+figuras, tablas y anexos)
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, L. Adasme, M. Aguayo y A. Saavedra. 2001.** Evaluación acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Informe Final (FIP 2000-14), IFOP, 64 pp. (+ figuras, tablas y anexos)



- 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. Informe Final (FIP 99-15), IFOP, 52 pp. (+ figuras, tablas y anexos).
- MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992.** Fish and Fisheries Series, 5. Fisheries acoustic. Chapman & Hall, London. 325 pp.
- Maravelias, D., D. Reid, J. Simmonds and 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 and 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.
- Meléndez, R. y D. Meneses. 1989.** Tiburones del talud continental recolectados entre Arica (18°19`S) e Isla Mocha (38°30`S), Chile Invest. Mar., Valparaíso, 17:3-73.
- Moser, H.G., W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, Jr.A.W. Kendall, S.L. Richardson (Eds). 1984.** Ontogeny and Systematics of Fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication. (1): 760 pp.
- Nelson, J.S. 1984.** Fishes of the world, 2° ed. Ed.: John Wiley & Sons. 523 pp
- Nielsen and Schoch, 1980.** Errors in estimating mean weight and other statistic from mean length. Trans. of the Am. Fish. Soc. 109: 319 - 322.
- Ojeda, P. 1983.** Distribución latitudinal y batimetría de la ictiofauna demersal del extremo austral de Chile. Rev. Chil. Hist. Nat., 56:61-70
- Ojeda, P. y S. Avilés. 1987.** Peces oceánicos chilenos. Islas Oceánicas Chilenas. Conocimiento Científico y Necesidades de Investigaciones. J.C. Castilla (Ed.) 1987. Ediciones Universidad Católica de Chile:247-270.



- Ojeda, V. y T. Peñailillo, M. Aguayo y J. Chong L-S. 1987.** Elaboración de claves edad-talla y composición de la captura en número por grupos de edad para la merluza del sur y congrio dorado. Estudio de edad y crecimiento para congrio dorado. Informe interno IFOP. 7 pp.
- Parin, N.V. and O.D. Borodulina. 1997.** Revision of the *Astronesthes indicus* Specie group (ASTRONESTHIDAE), with descriptions of five new species. Journal of Ichthyology Vol. 36 N°8 pp. 551-565. Translated from Vaprosy ikhtiologii, Vol. 36 N°5 1996 pp. 581-596.
- Parin, N.V. and O.D. Borodulina. 1998.** A review of the (ASTRONESTHIDAE, STOMIIFORME), With a description of two new species. Journal of Ichthyology Vol. 38 N°2 pp. 153-162 Translated from Vaprosy Ikhtiologii. Vol. 38 N°2 1998. Pp. 163-172.
- 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 pp.
- Pelletier, D. and 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.
- Pequeño, G. 1971.** Sinopsis de Macrouriformes de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., Chile, 32: 269-298.
- Pequeño, G. 1986.** Nuevos zoárcidos para Chile y clave para géneros de la región (Pisces, Osteichthyes). Bol. Soc. Biol. Concepción, 57: 183-188
- Pequeño, G. and G. Revuelta. 1980.** Notacanthiform fish on continental slope of Chile. Copeia, 1980(4): 892-895.
- Pequeño, G. y E. D'Ottone. 1987.** Diferenciación taxonómica de los lenguados comunes de Valdivia, Chile (*Osteichthyes, Bothidae*). Revista de Biología Marina, Valparaíso, 23(1):107-137.



- Pequeño, G. y J. Lamilla. 1985.** Estudio sobre una colección de rayas del sur de Chile (CHONDRICHTHYES, RAJIDAE) Rev. Biol Mar. Valparaíso, 21 (2): 225-271.
- Pequeño, G.R. 1989.** Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 24(2): 1 - 132.
- Petitgas, P. 1991.** Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 pp.
- Petitgas, P. and 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. and T. Lafont. 1997.** EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on windows 95 for the precision of fish stock assesment surveys. ICES CM 1997/Y:22.
- Pienaar L. and W. Ricker, 1968.** Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.
- Pla, L. 1996.** Análisis multivariado: Método de componentes principales. Ed. Secretaría General de la O.E.A. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico.. Washington D.C. 23 pp.
- Pool, H., F. Balbontín, C. Montenegro, N. Cortés y M. Arriaza. 1997.** Interacciones tróficas recursos demersales sur austral. Informe final FIP 94-32. IFOP, 75 pp. (más tablas y figuras)
- Regan, C.T. 1930.** The fishes of the families Stomiidae and Malacosteidae. Dana Expedition 1920 – 1922, Ocean Reports, 5:1-39
- Ricker W.,1958.** Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., N° 119.



- Scalabrin, C. 1997.** Identification acoustique des especes pelagiques a partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospecificques. These. Ecole doctorale des sciences de la mer.
- Scalabrin, C., and J. Masse. 1993.** Acoustic detection of spatial and tempopral distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. *Aquat. Living Resour.*, 6:269-283.
- SERNAPESCA, 2001.** Anuario estadístico de pesca 2000. Servicio Nacional de Pesca. 156 pp.
- Sielfeld, W. y M. Vargas. 1992.** Tiburones y rayas del Pacífico Sur Oriental. Publ. TUB. Depto. Ciencias del Mar, Univ. Arturo Prat, Iquique, 135 pp.
- Simrad, 1991.** Simrad EK500. Scientific echosounder. Operator manual. P217E.0. 15 pp.
- Simmonds, E. and R. Fryer. 1996.** Which is better random or systematic acoustic surveys?. A simulation using North Sea herring as an example. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 285-298.
- Southward, G. 1976.** Sampling landings of halibut for age composition Int. Halibut Comm. Sci. Rep. 58;31 pp.
- SUBPESCA. 2001.** Informe sectorial pesquero, enero-octubre del 2001. Subsecretaría de Pesca. 18 pp.
- Svelling, I. and E. Ona. 1999.** A summary of target strength observations on fishes from the shelf off West Africa. In Proceedings from The 137 Meeting of the Acoustic Society of America and The Second Convention of the European Acoustics Association. Berlin 14 - 19 March 1999. 4 pp.
- Traynor, J. 1996.** Target strength measurements of walleye pollack (*Theragra chalcogramma*) and pacific whiting (*Merluccius productus*). *ICES. Journal of Marine Science*, 53: 267-271.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

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. IFOP. 215 pp.

FIGURAS

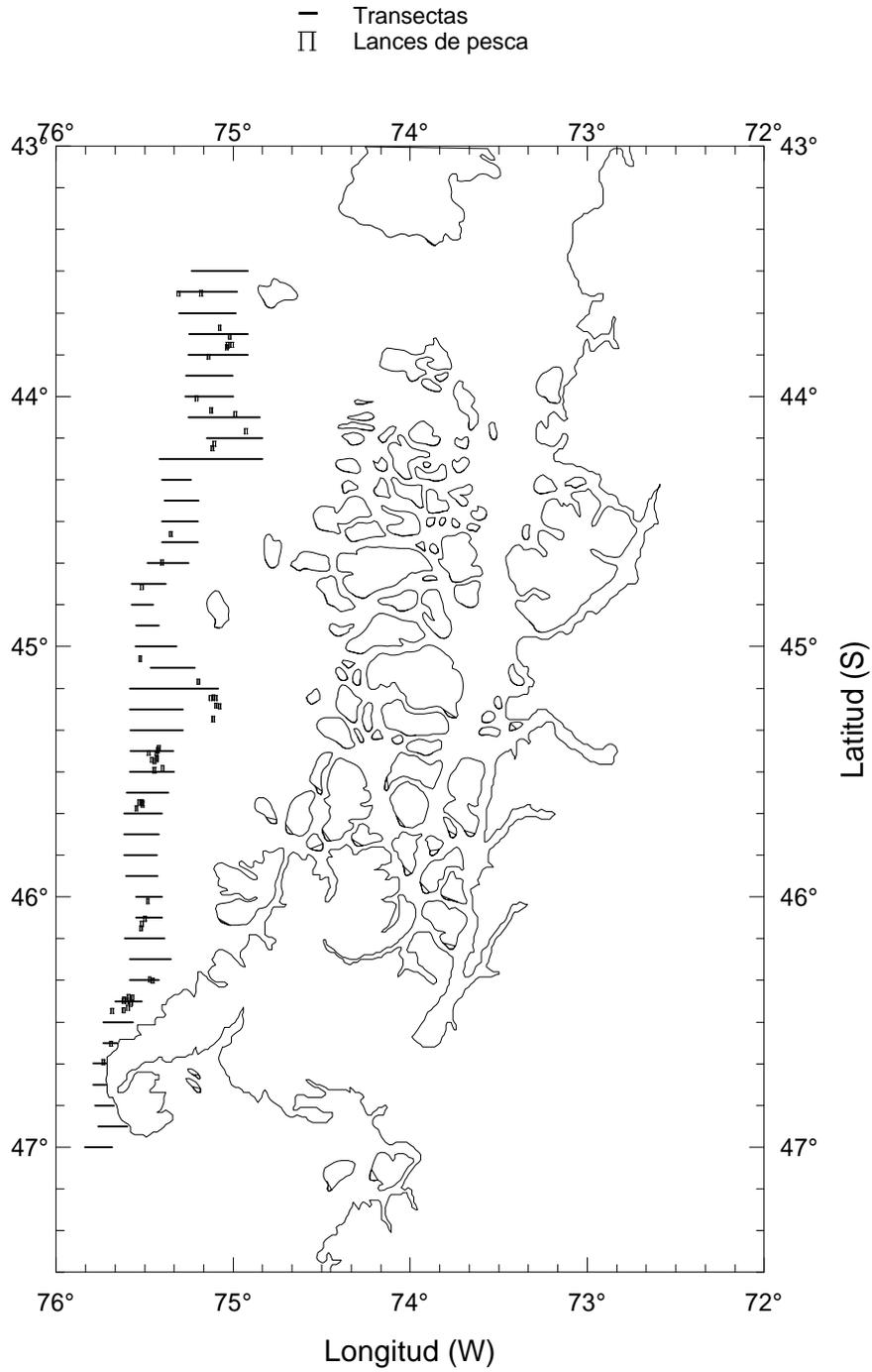


Figura 1. Área de estudio, localización de las transectas y lances de pesca de identificación.

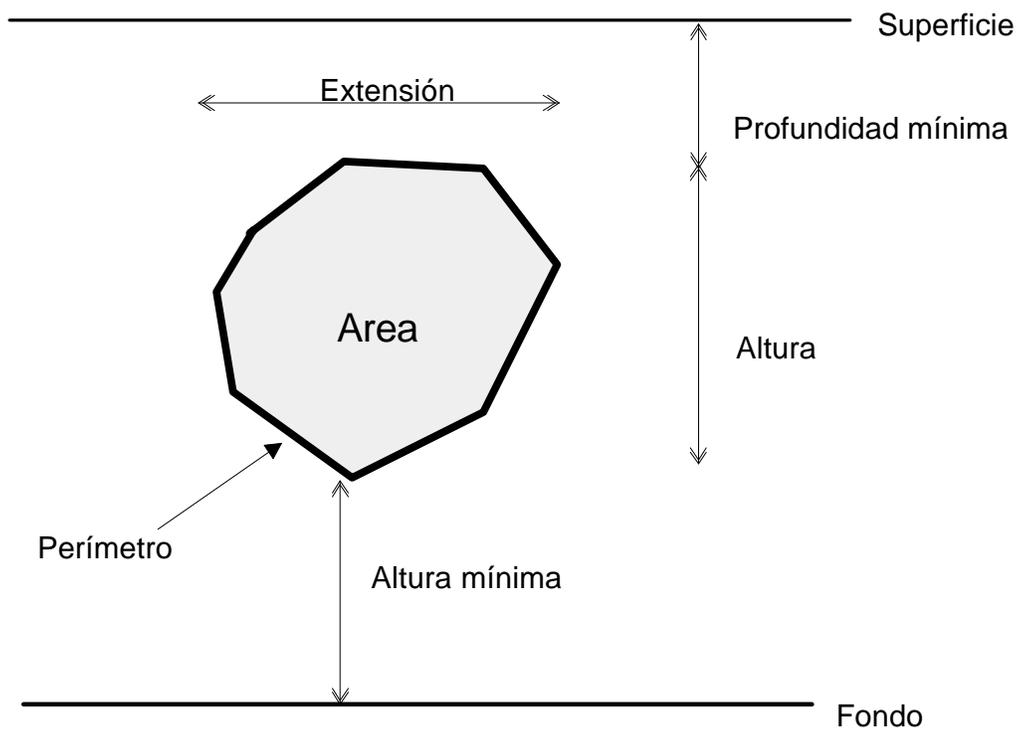


Figura 2. Descriptores de un cardumen.

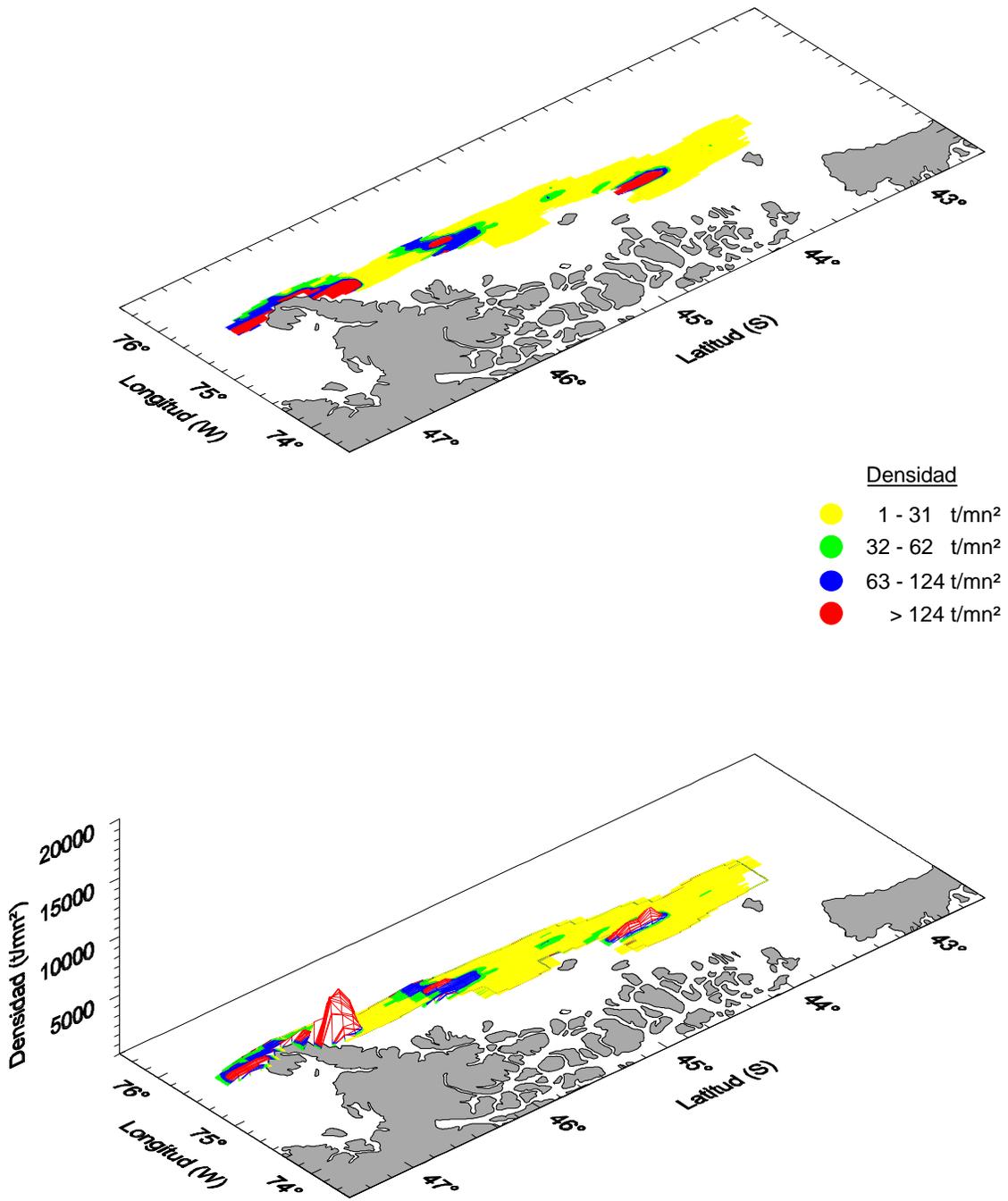


Figura 3 . Distribución espacial de merluza del sur. Agosto del 2001.

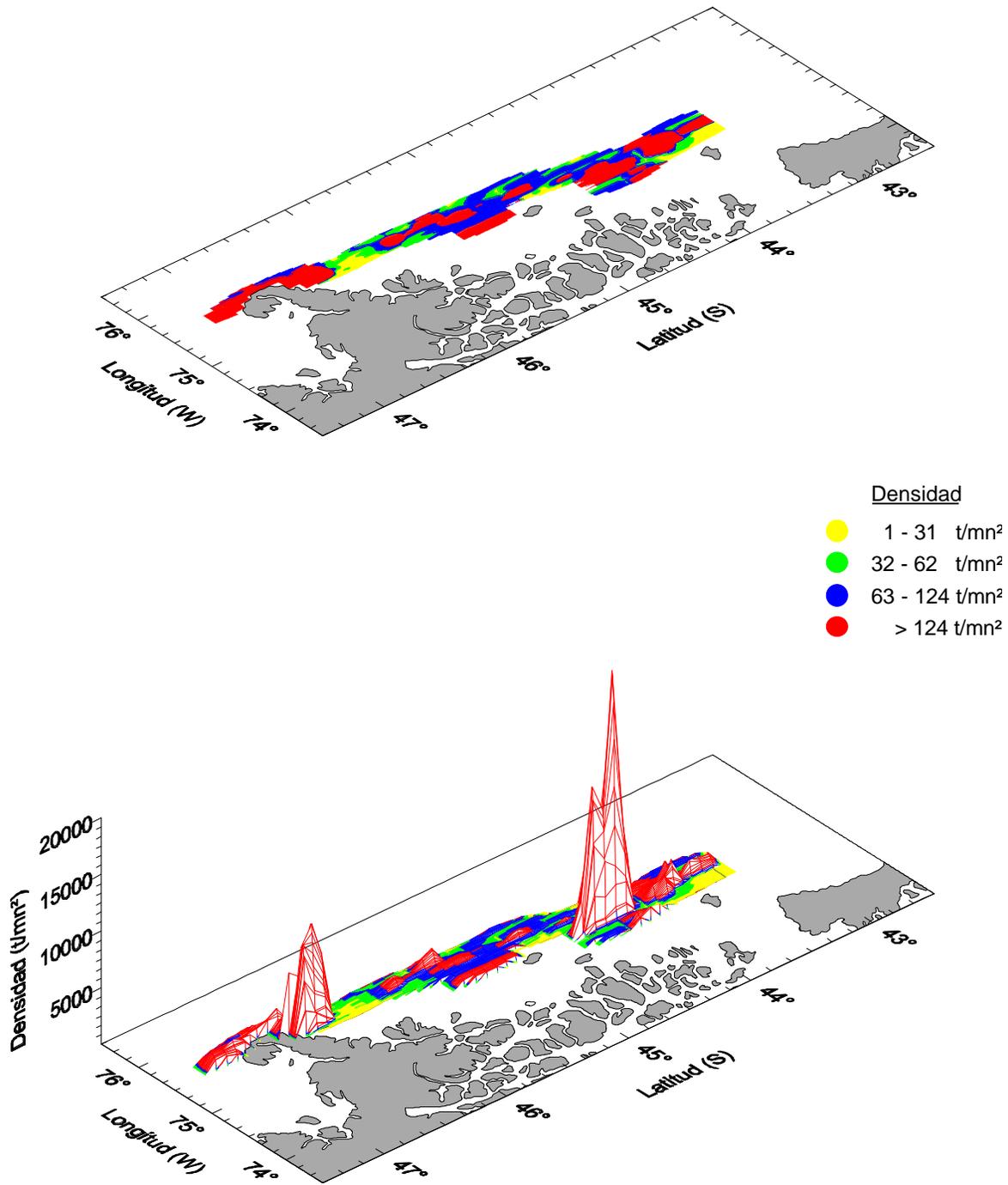


Figura 4. Distribución espacial de merluza de cola. Agosto del 2001.

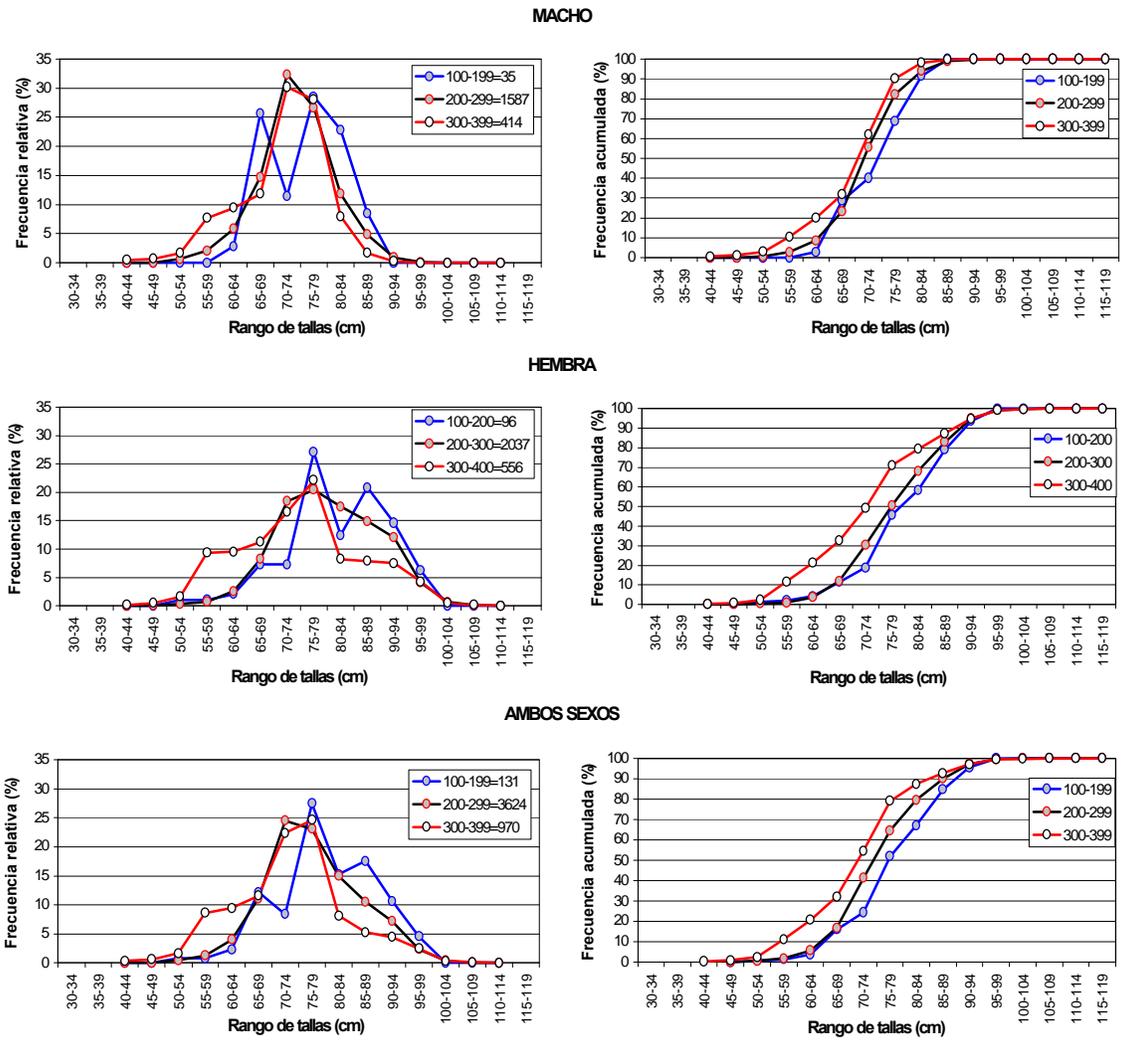


Figura 5. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por sexo y rango de profundidad de red. Crucero B/F Unzen (agosto - septiembre, 2001).

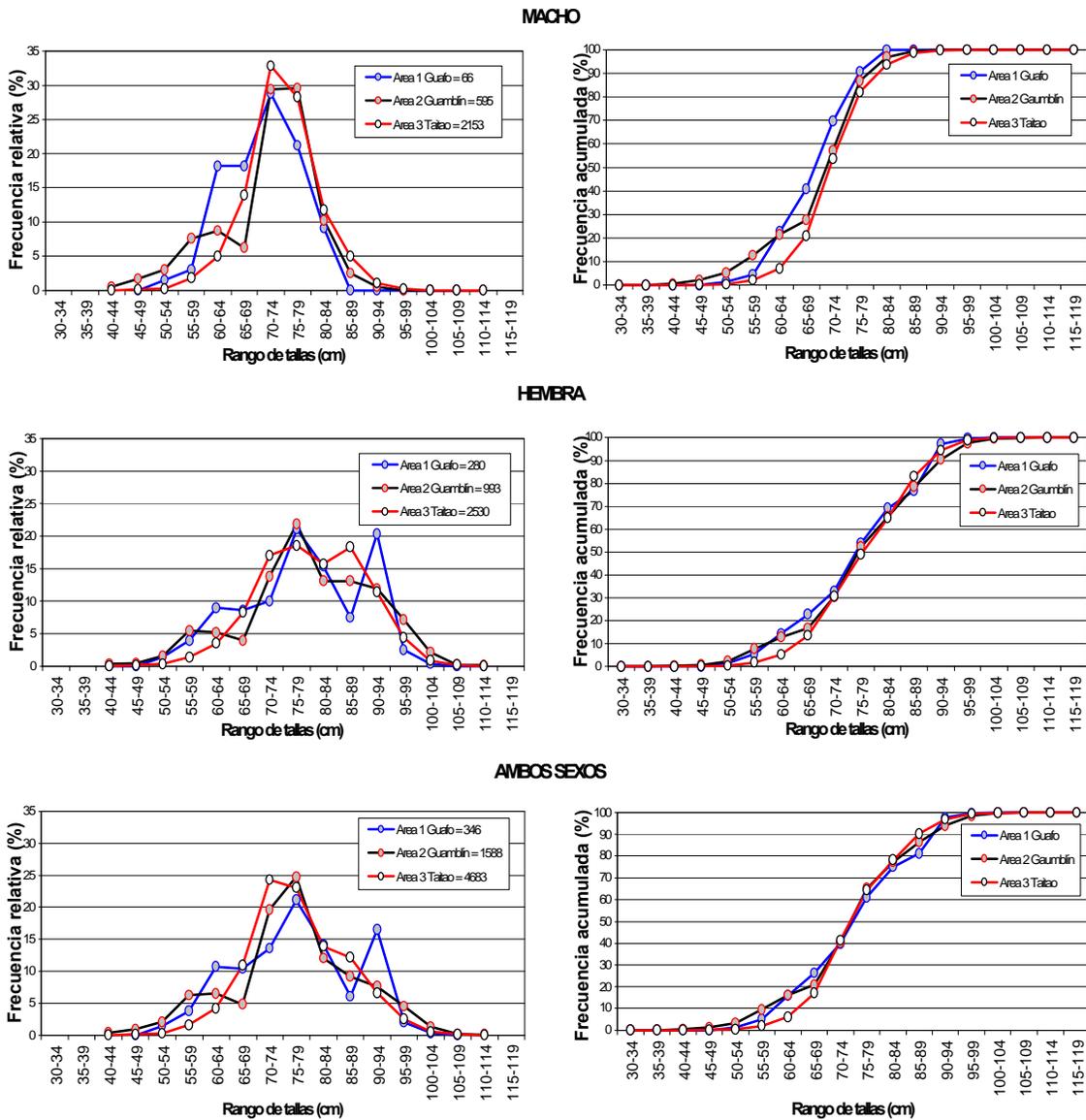


Figura 6 Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por área y sexo. Crucero B/F Unzen Maru (agosto - septiembre, 2001).

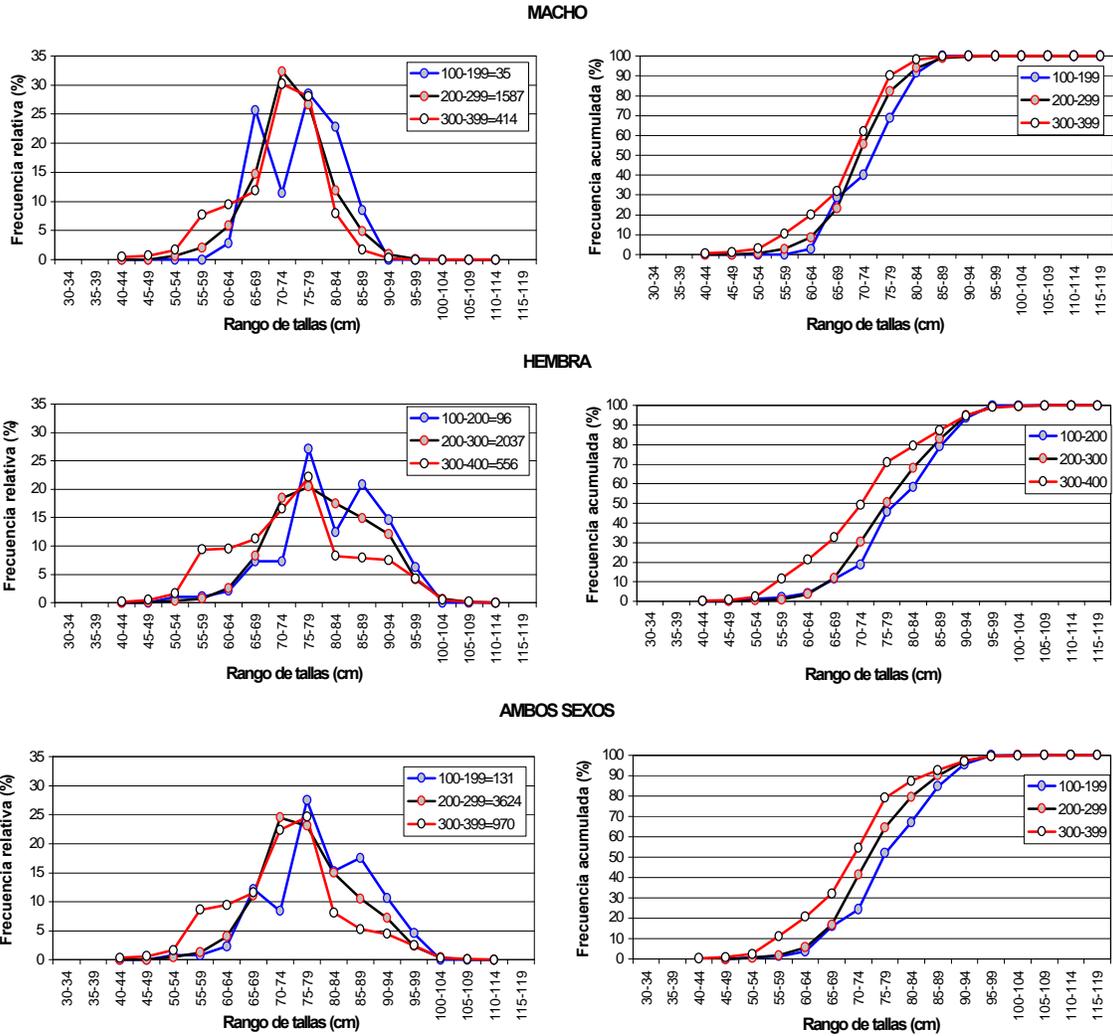


Figura 7. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por sexo y rango de profundidad de red. Crucero B/F Unzen Maru (agosto - septiembre, 2001).

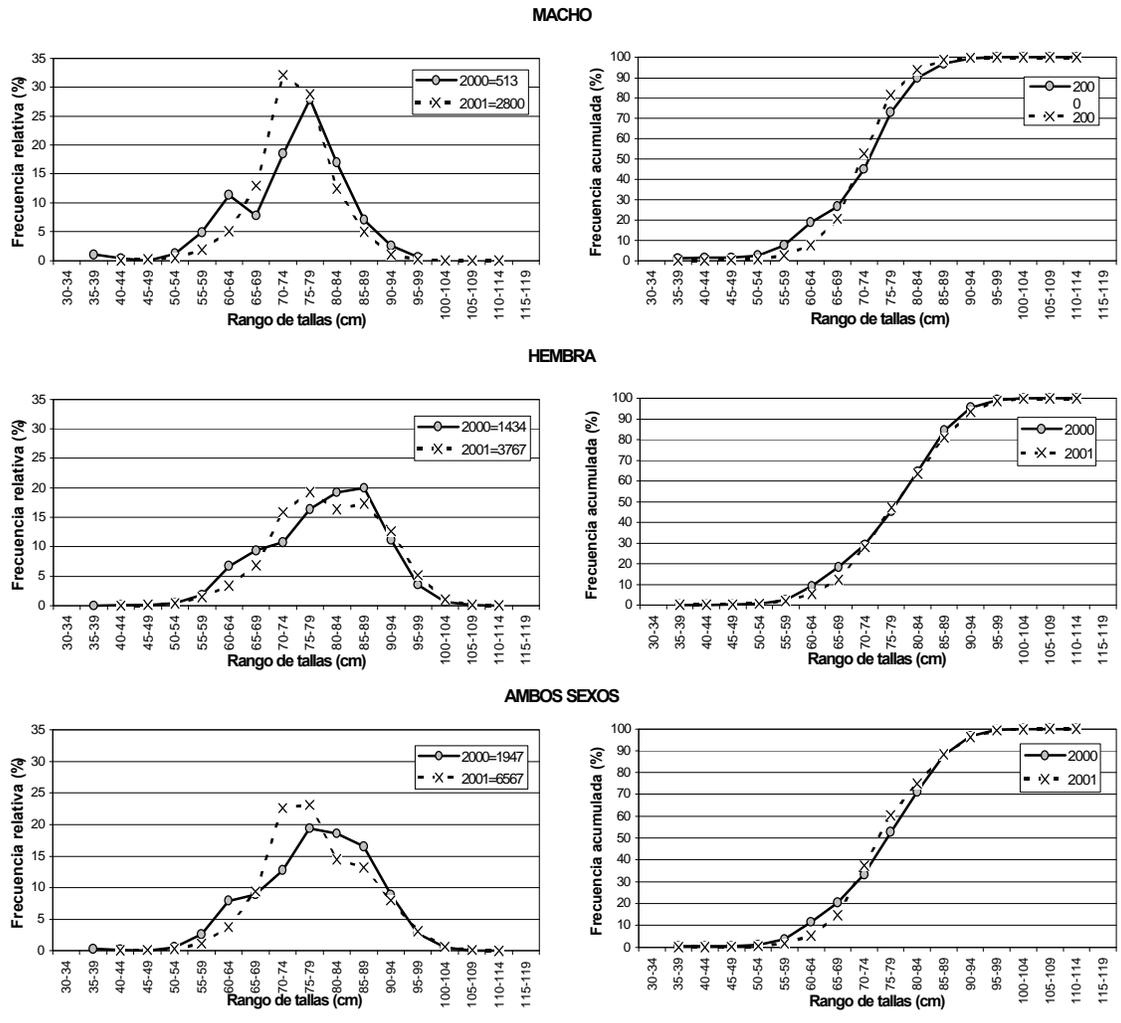


Figura 8. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza del sur por sexo y crucero de 2000 y 2001, B/F Betanzo (agosto, 2000) y B/F Unzen Maru (agosto-septiembre, 2001), respectivamente.

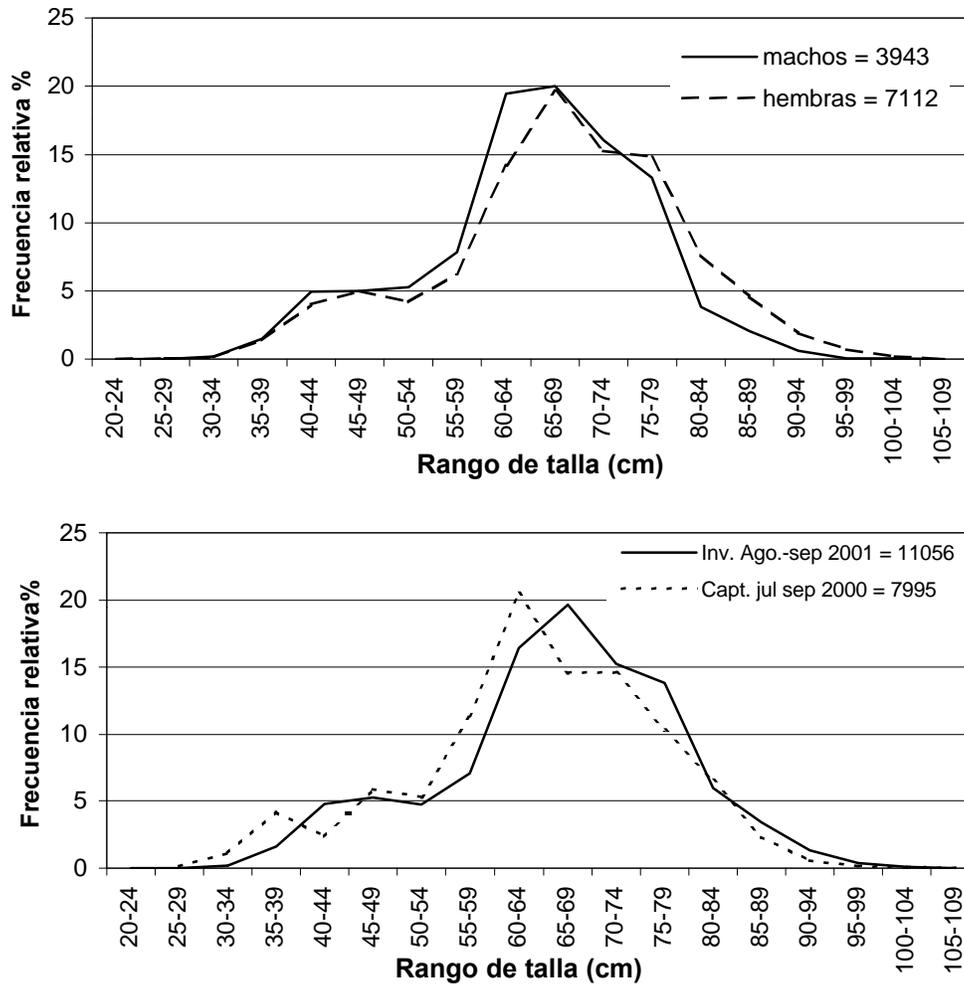


Figura 9. Distribución relativa (ponderada) de la talla de merluza de cola por sexo, total área de estudio del Crucero B/F Unzen (agosto-septiembre, 2001) y total de la flota arrastrera fábrica (red mediagua, julio y septiembre, 2000).

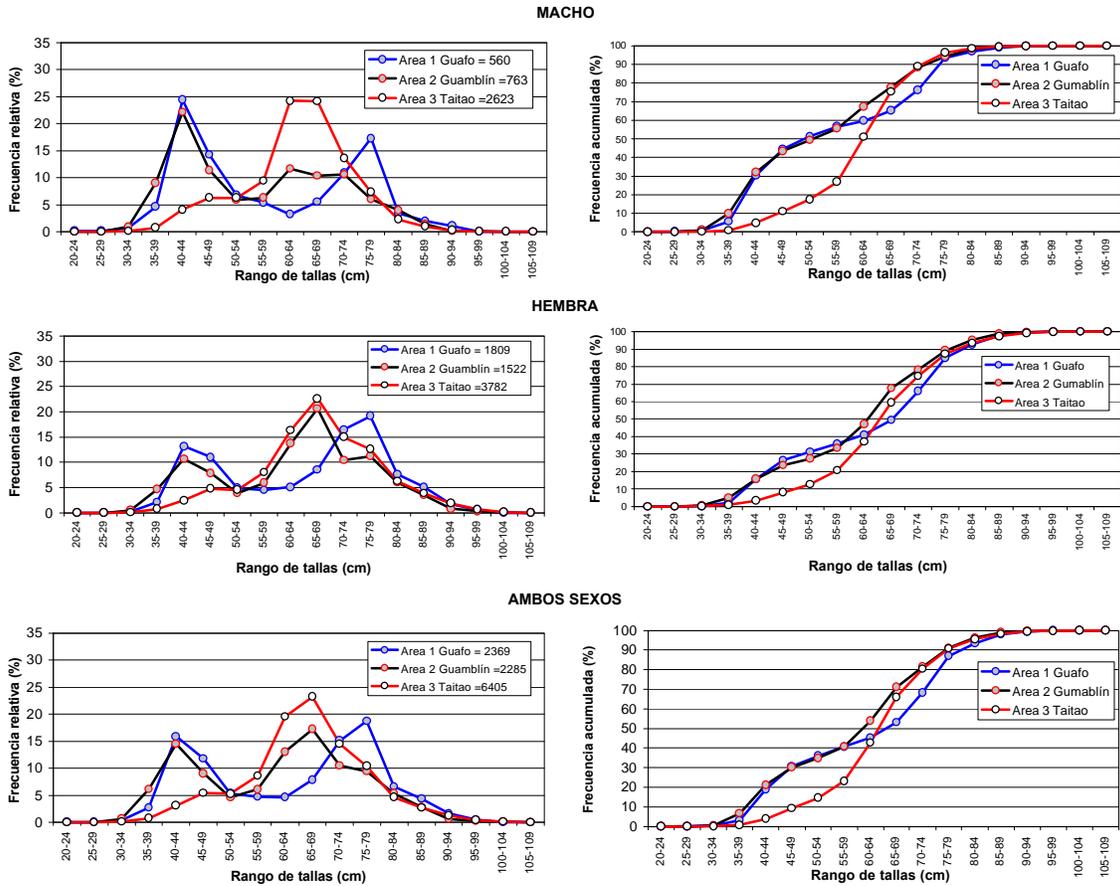


Figura 10. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por área y sexo. Crucero B/F Unzen (agosto - septiembre, 2001).

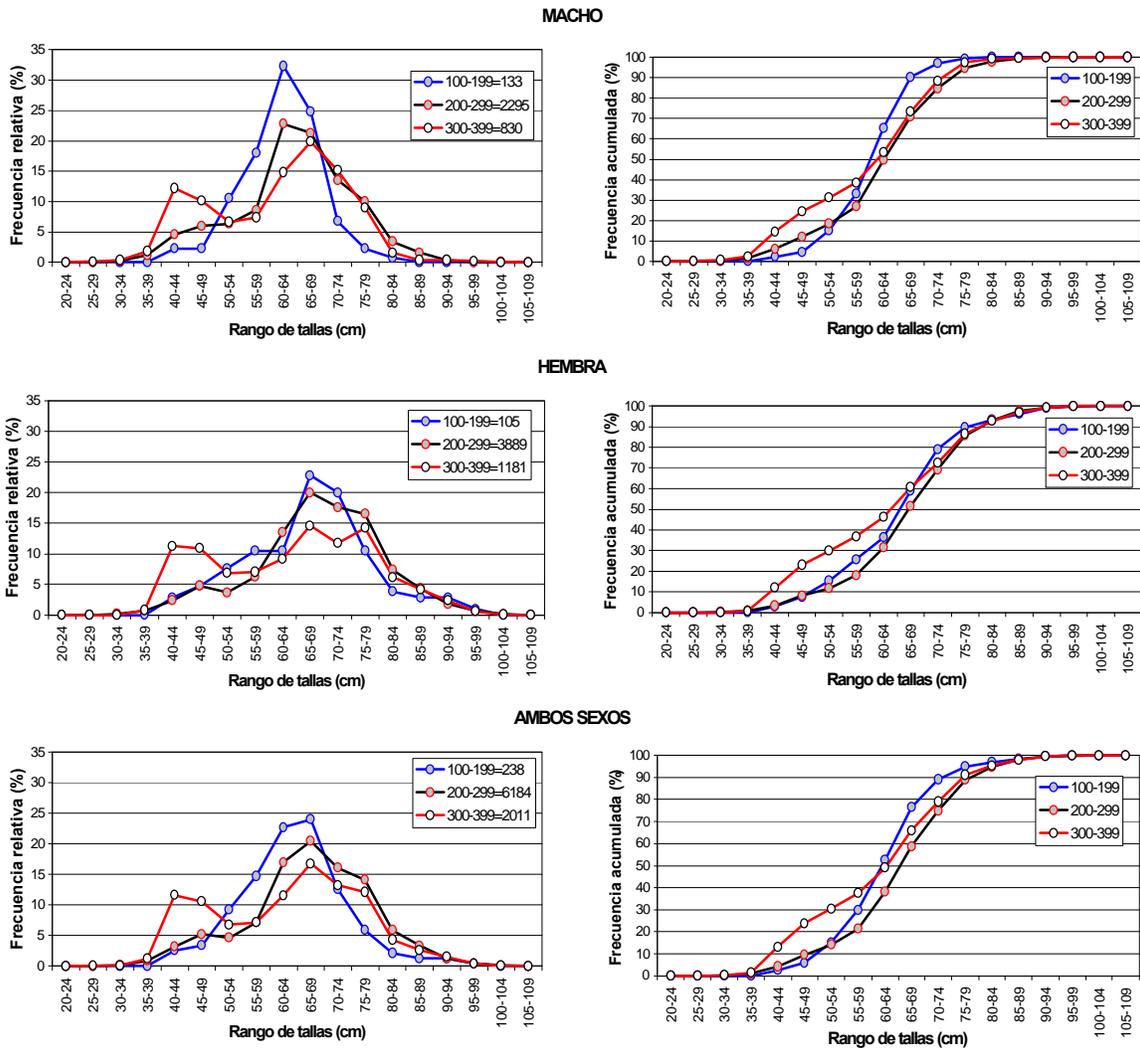


Figura 11. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de cola por sexo y rango de profundidad de red. Crucero B/F Unzen (agosto - septiembre, 2001).

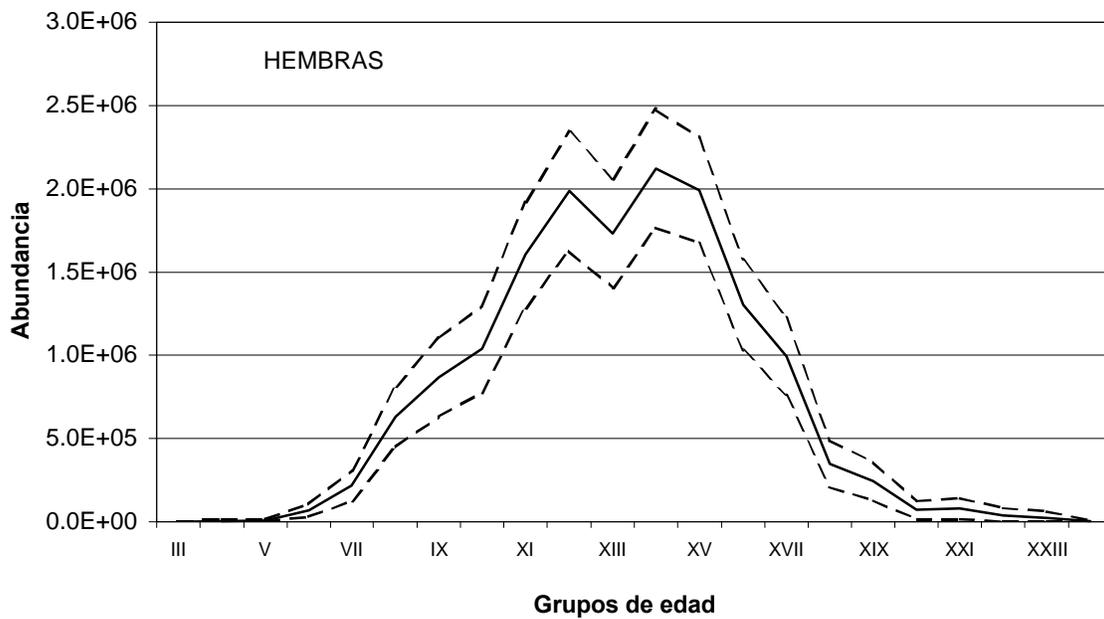
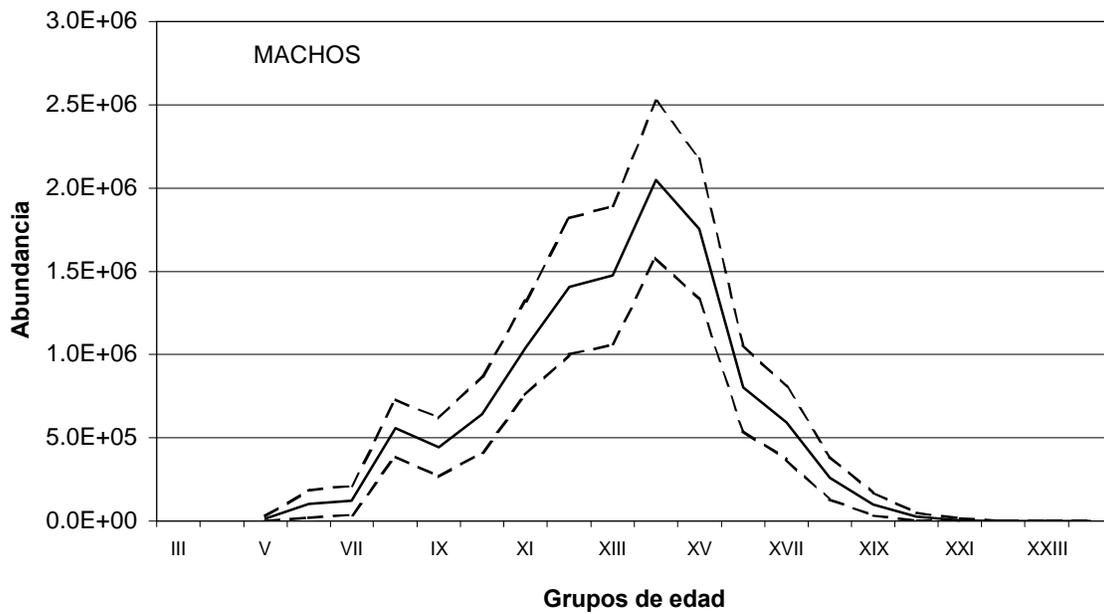


Figura 12. Abundancia por grupos de edad de merluza del sur (línea continua), y desviación estándar (línea punteada). Crucero de evaluación, 2001.

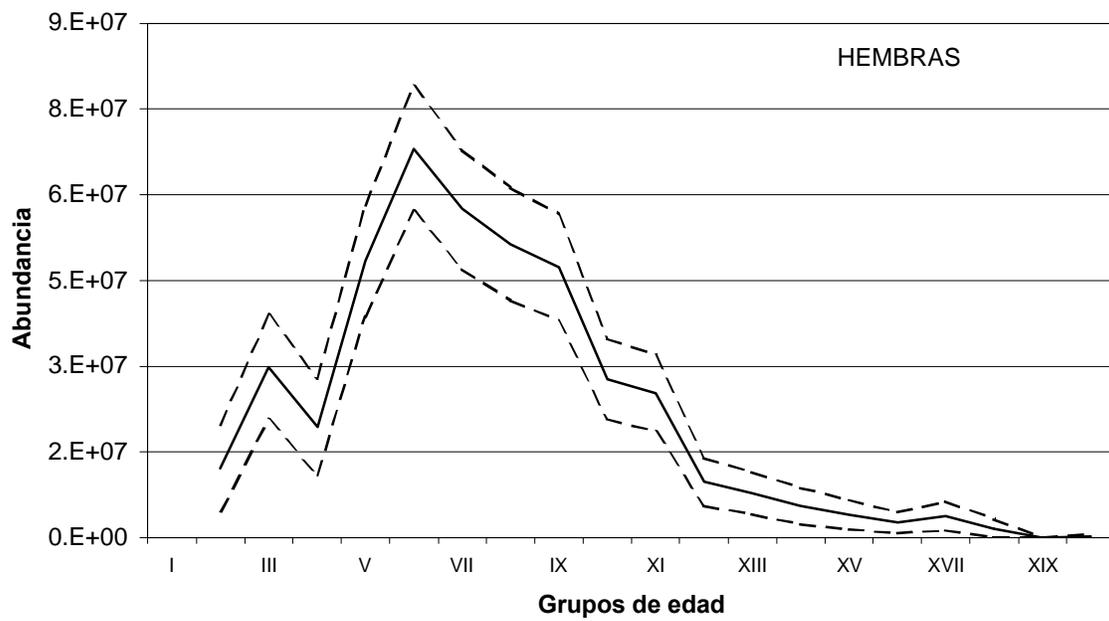
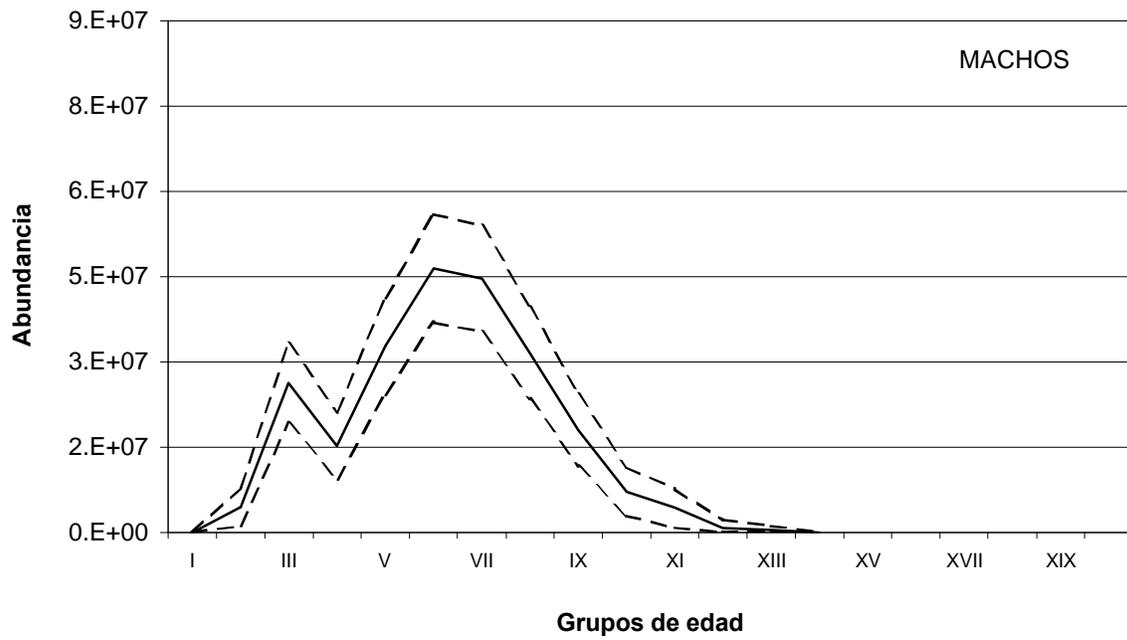


Figura 13. Abundancia por grupos de edad de merluza de cola (línea continua), y desviación estándar (línea punteada). Crucero evaluación, 2001.



Figura 14. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2001

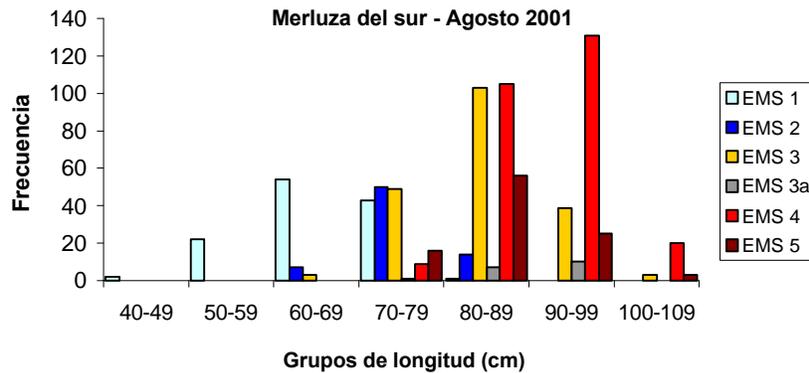


Figura 15. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total.

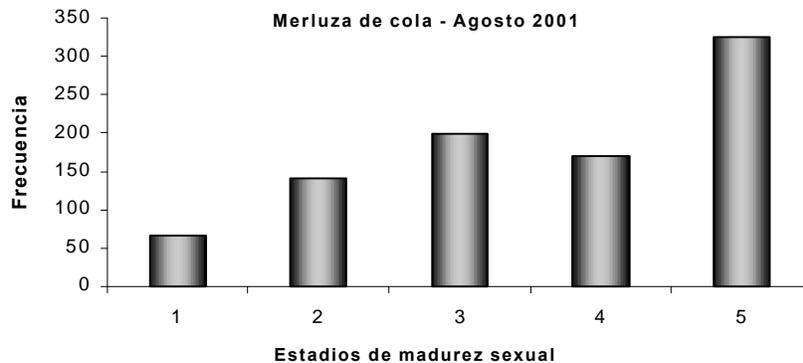


Figura 16. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macrurus magellanicus* en agosto de 2001.

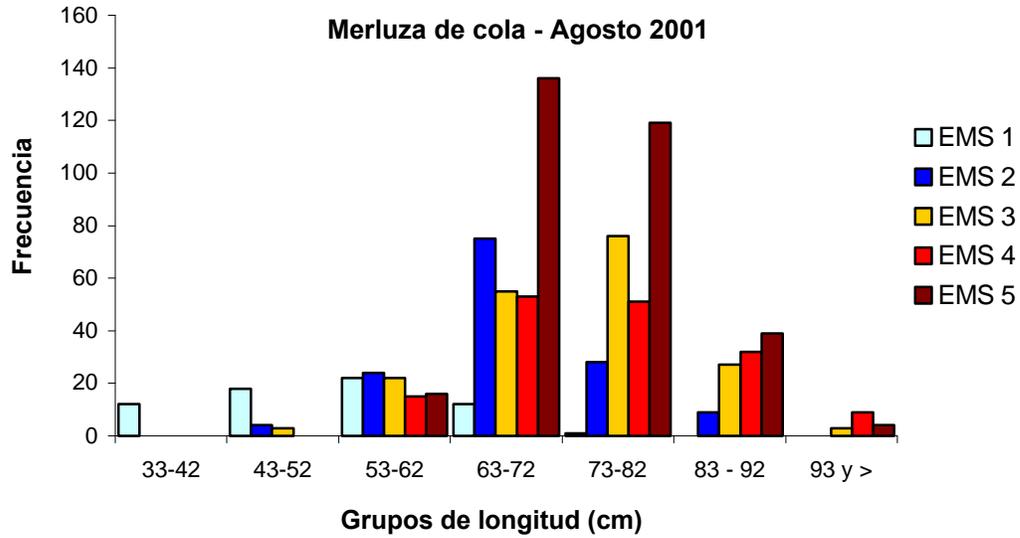


Figura 17. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola por grupos arbitrarios de longitud total.

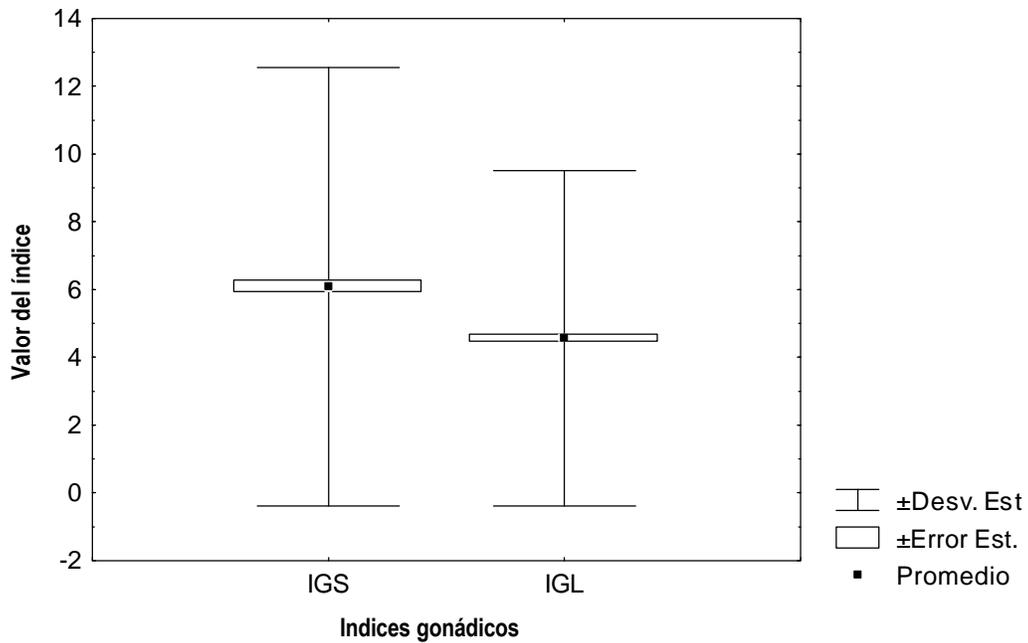


Figura 18. Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) e índice gonádico por longitud (IGL) más la desviación estándar en la merluza del sur.

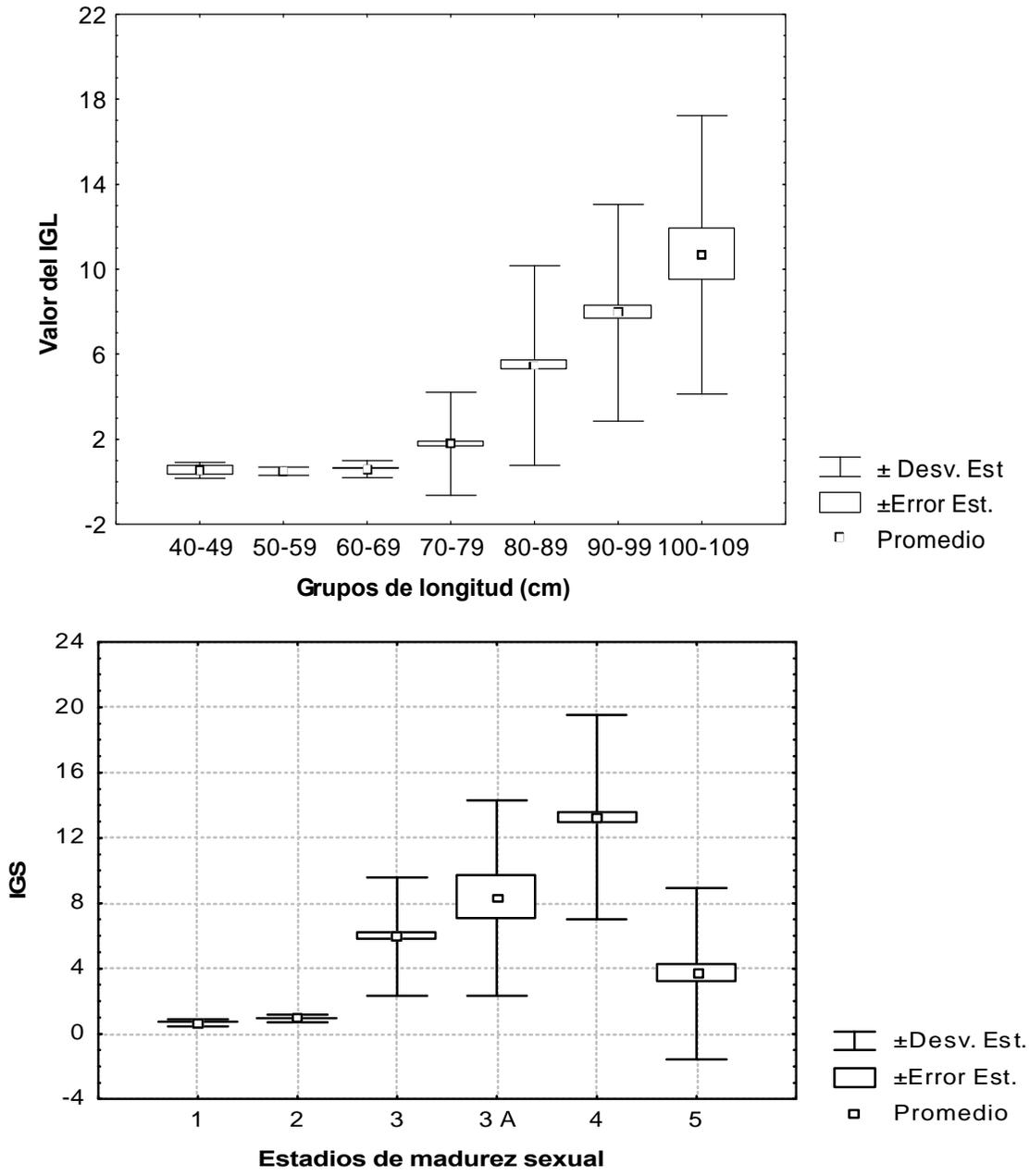


Figura 19. Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) e índice gonádico por longitud (IGL) más la desviación estándar, en hembras de merluza del sur por grupos de longitud total.

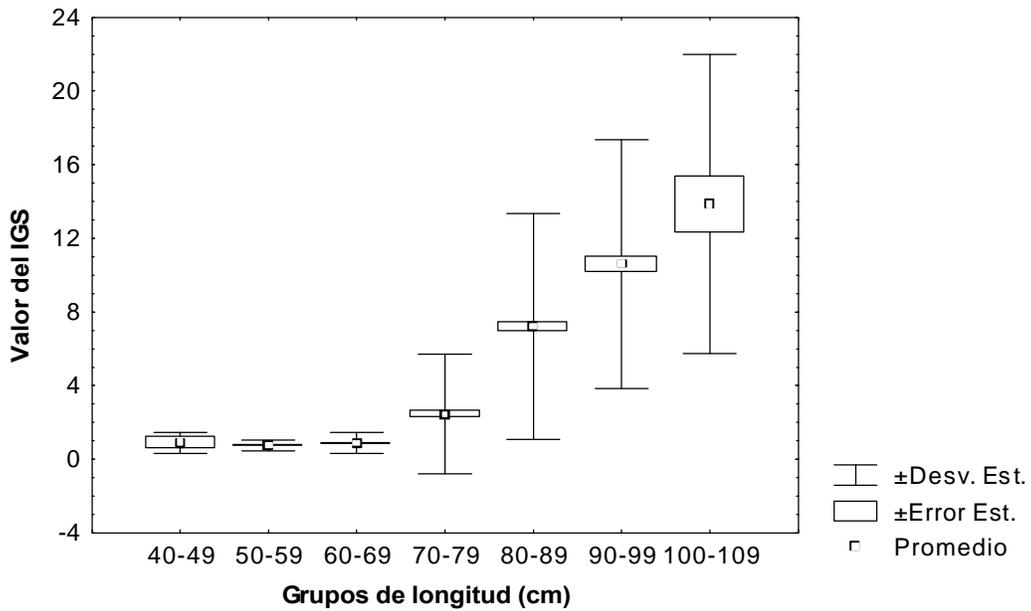


Figura 20. Valor del índice gonadosomático más la desviación estándar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza del sur.

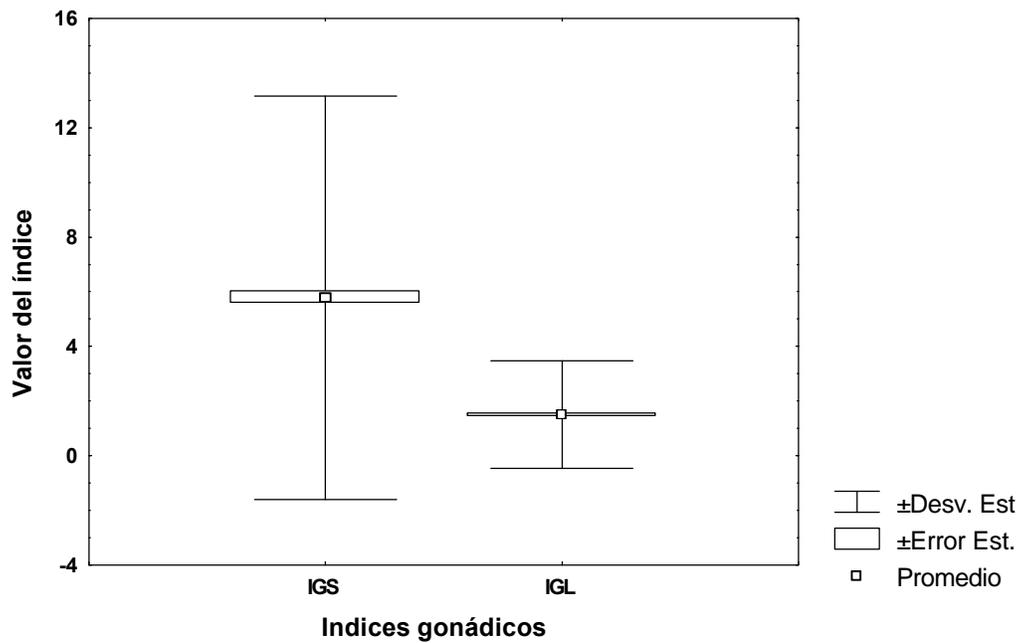


Figura 21. Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) e índice gonádico por longitud (IGL) más la desviación estándar en la merluza de cola.

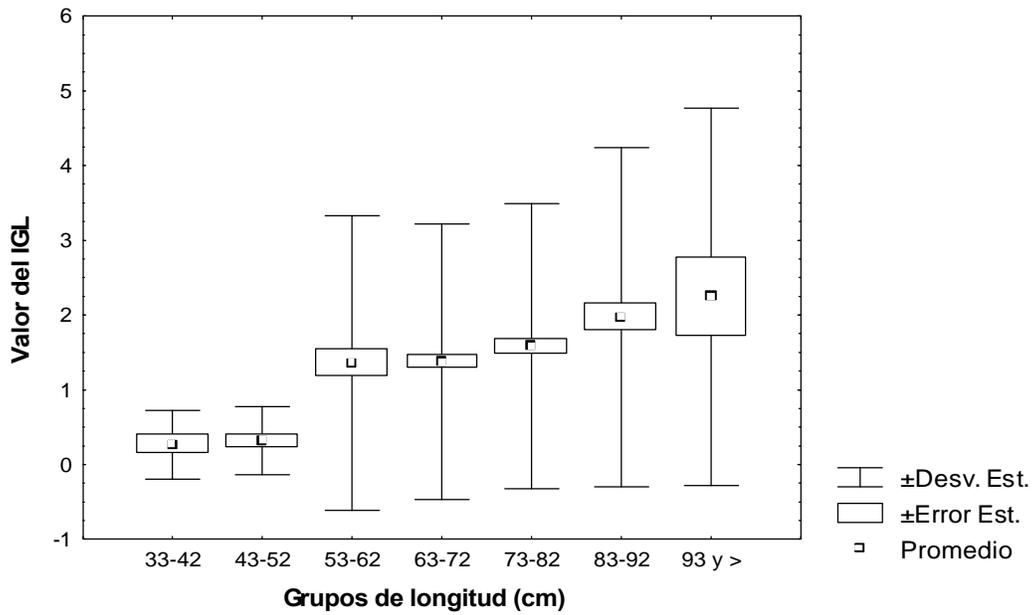
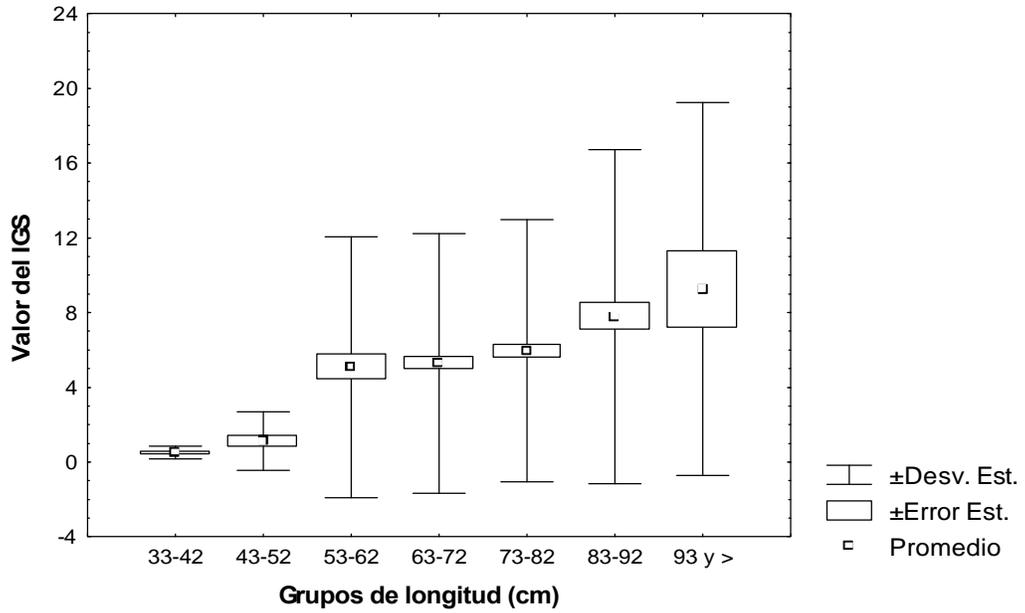


Figura 22. Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) e índice gonádico por longitud (IGL) más la desviación estándar, en hembras de merluza de cola por grupos de longitud total.

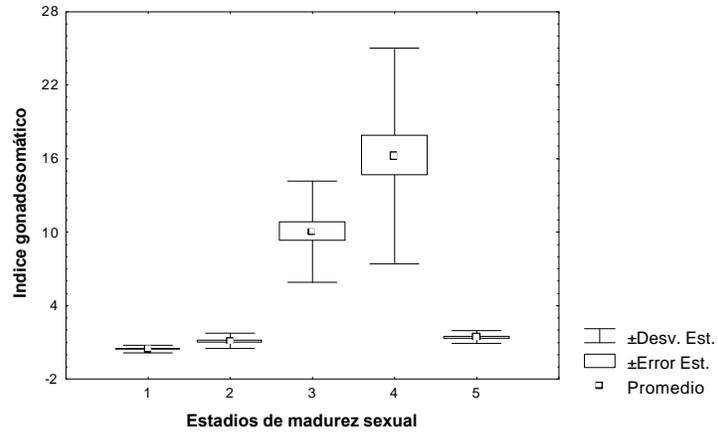


Figura 23. Valor del índice gonadosomático más la desviación estándar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza de cola.

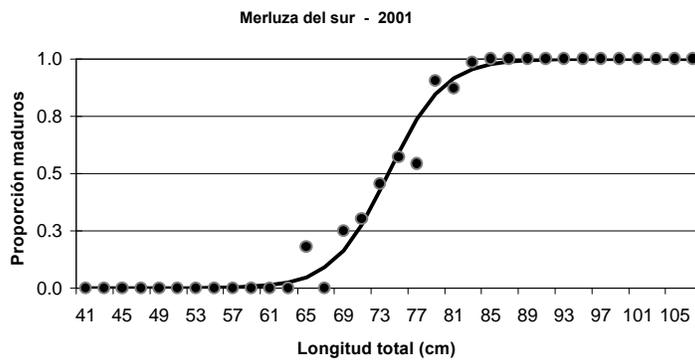


Figura 24. Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Merluccius australis*.

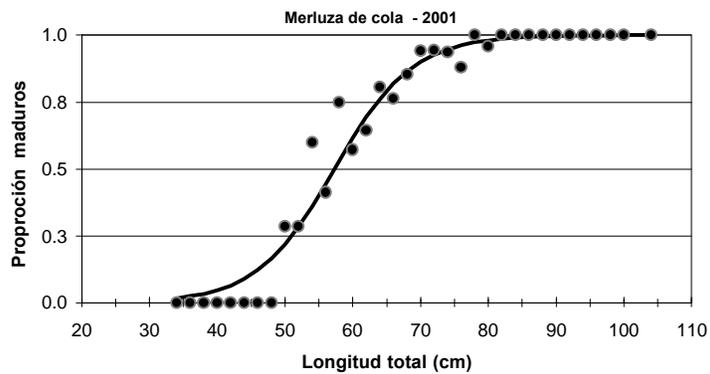


Figura 25. Ojiva de madurez sexual de la merluza cola *Macruronus magellanicus*.

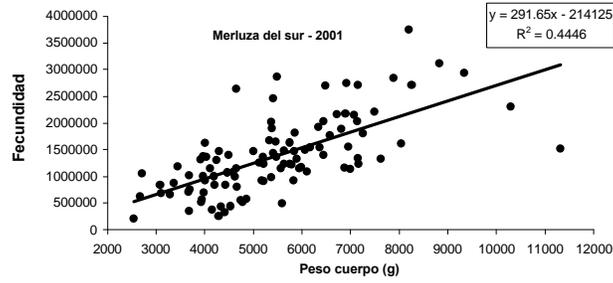


Figura 26. Relación entre la fecundidad modal y peso de merluza del sur.

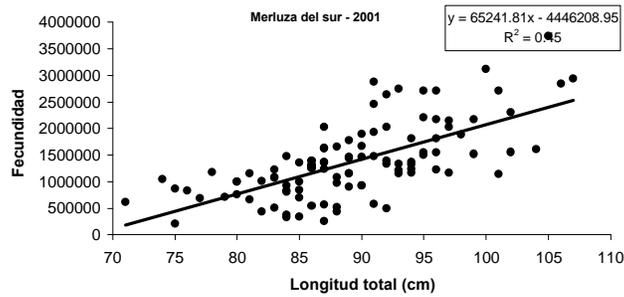


Figura 27. Relación entre la fecundidad modal y la longitud de merluza del sur.

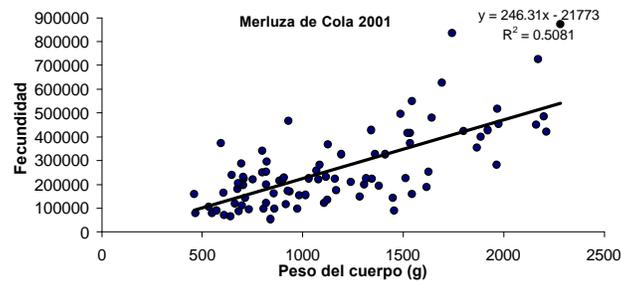


Figura 28. Relación entre la fecundidad modal y el peso de la merluza de cola.

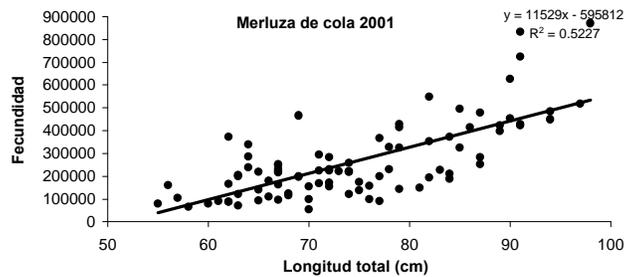
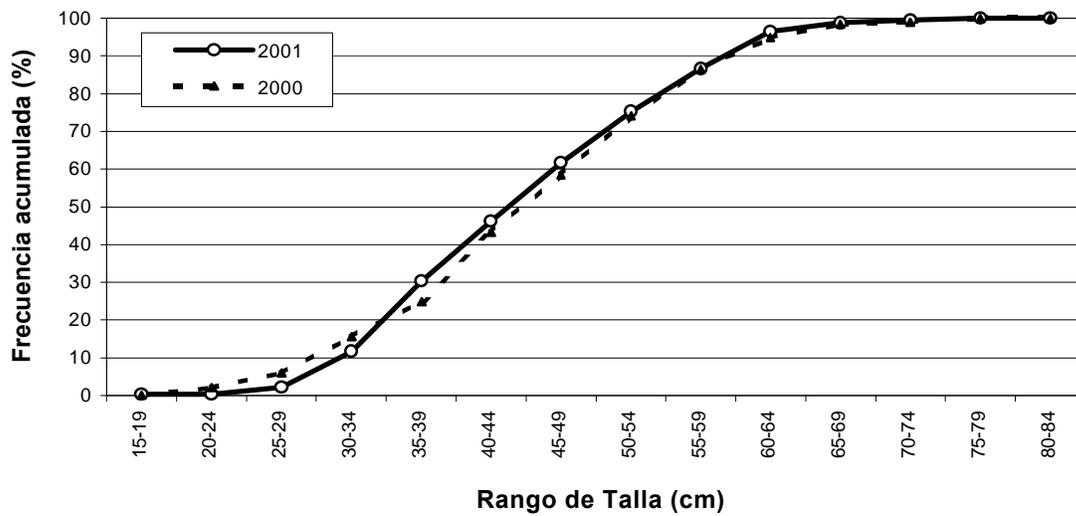
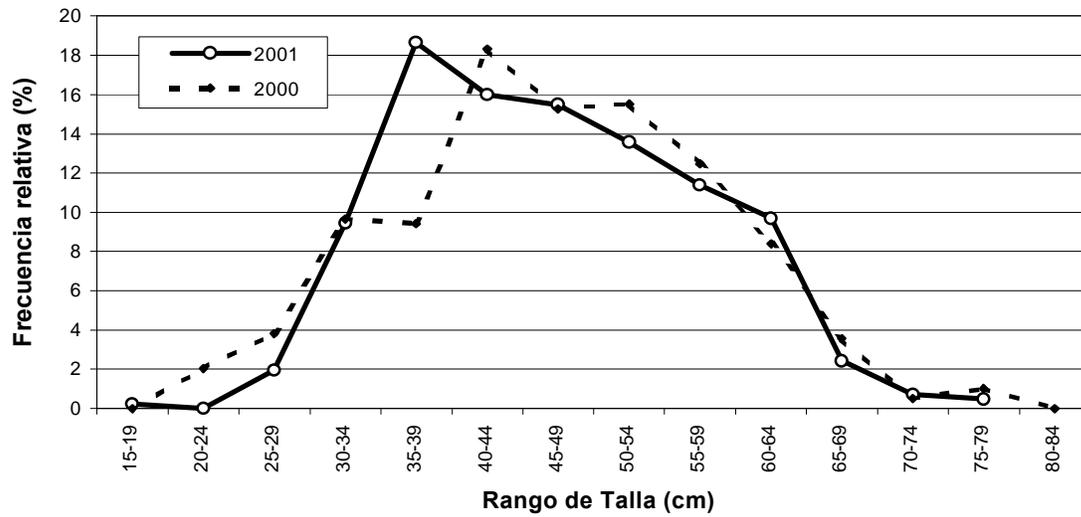


Figura 29. Relación entre la fecundidad modal y longitud en la merluza de cola.



Estadísticos	2000	2001
n	393	433
Prom. (cm)	46.3	48.4
Mín. (cm)	21	16
Máx. (cm)	78	75

Figura 30 Frecuencia relativa y acumulada del tamaño de la presa merluza de cola registrada en los muestreos de estómago de merluza del sur para el año 2000 y 2001.

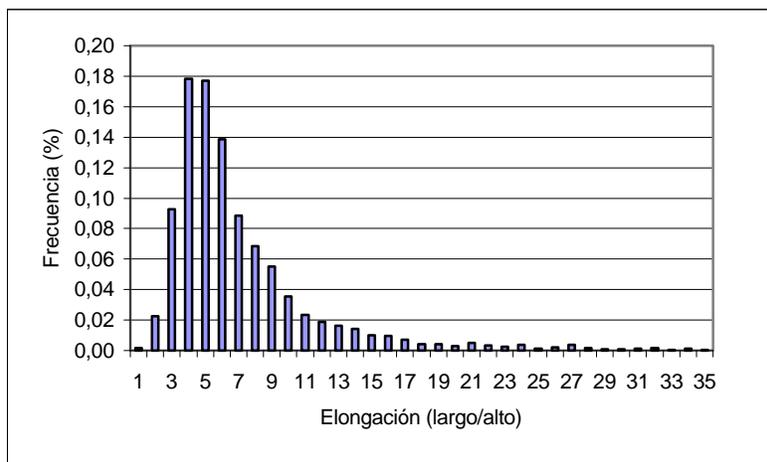


Figura 31. Distribución de frecuencia del descriptor Elongación

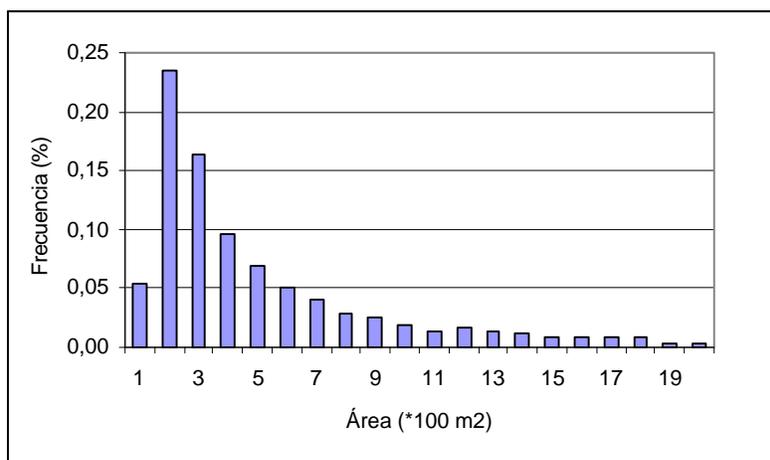


Figura 32. Distribución de frecuencia del descriptor Área de cardúmenes

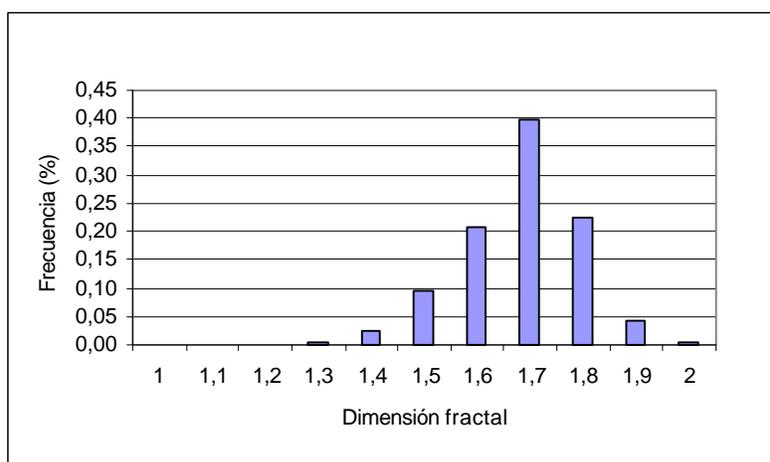


Figura 33. Distribución de frecuencia del descriptor Dimensión Fractal

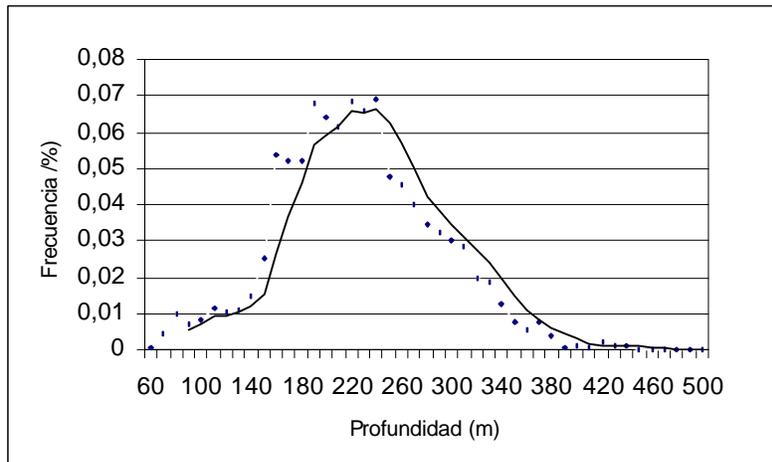


Figura 34. Distribución de frecuencia de profundidad de cardúmenes

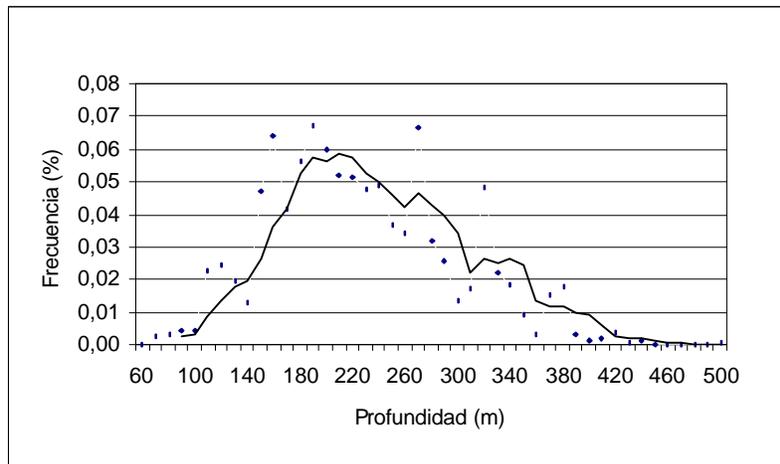


Figura 35. Distribución de frecuencia de la densidad (t/mn^2)

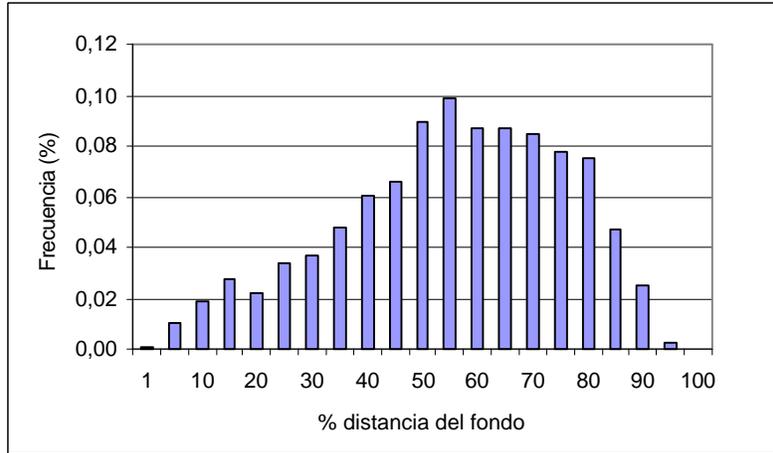


Figura 36. Distribución de frecuencia del descriptor Índice de Altura

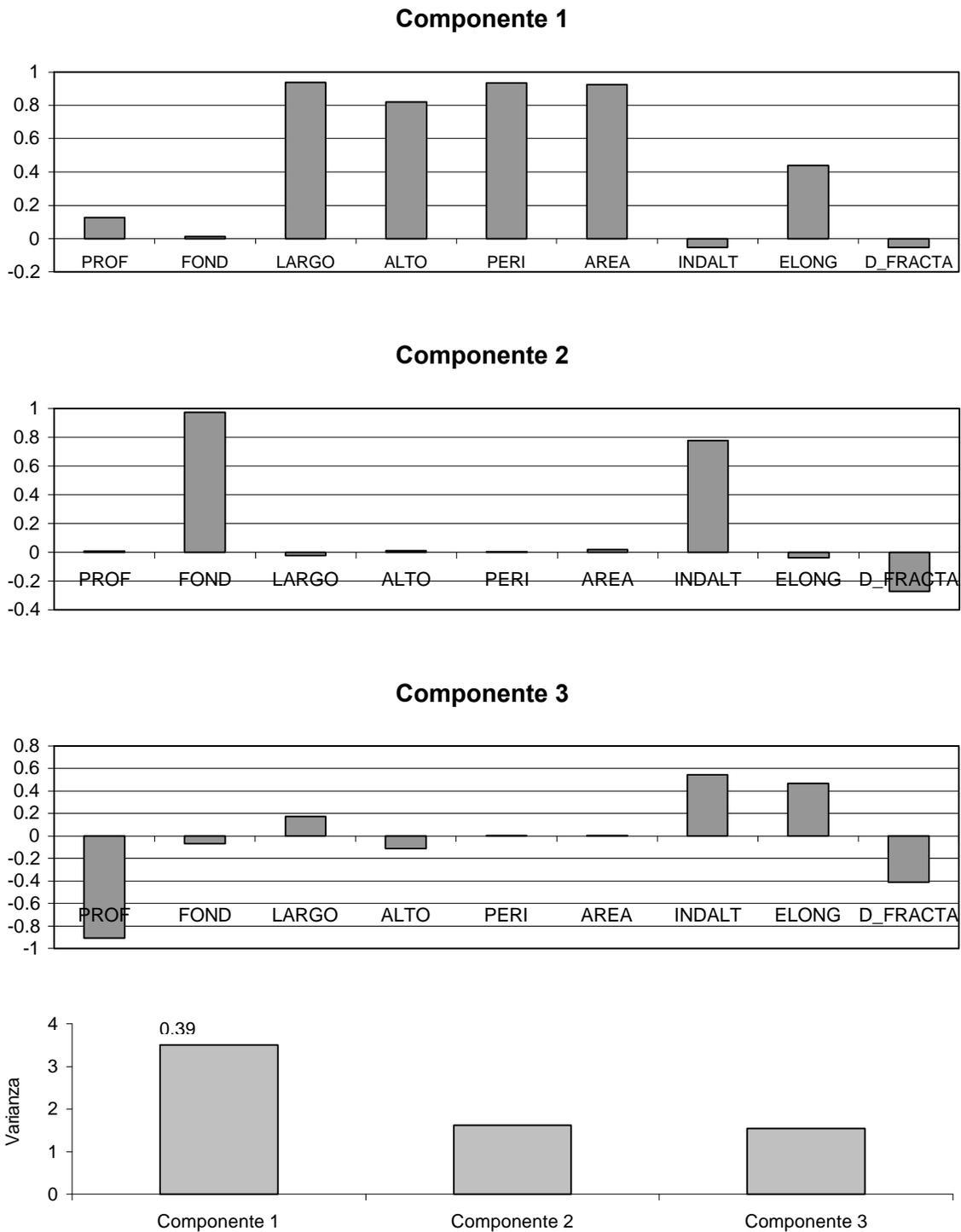


Figura 37. **a)** Componentes de carga de los componentes principales y **b)** Proporción acumulada de la variabilidad explicada por cada componente principal.

T A B L A S

TABLA 1.

Calibración del sistema de ecointegración Simrad ES-60. B/F Unzen.

Localización: Bahía de Concepción (08-08-2001)			Estado de mar : Calma		
Profundidad del fondo: 38 m			Profundidad de la esfera : 18 m		
2 way beam angle: -20,7 dB			Angle sensitivity: 21,9 dB		
3 dB angle: 7 °					
Ganancia TS (dB)			Ganancia SV (dB)		
Longitud de pulso (ms)			Longitud de pulso (ms)		
0,3	1,0	3,0	0,3	1,0	3,0
	27,3	27,34		27,3	27,34

TABLA 2.

Estimados de biomasa, varianza y límites de confianza de la biomasa de merluza del sur y merluza de cola.

Especie	Biomasa (t)	Varianza (10^6)	Límites de confianza (t)	
Merluza del sur	100.326	152	76.161	124.491
Merluza de cola	574.415	7528	404.357	744.473

TABLA 3

Parámetros de la relación peso - longitud de merluza del sur y merluza de cola, crucero de investigación, 2001.

Sexo	Parámetros	Zona Norte	
		Merluza del Sur	Merluza de Cola
Machos	a	0.0039485 (0,0020456 - 0,0058514)	0.0020126 (0,0011347 - 0,0028904)
	b	3.1291731 (3,0190430 - 3,2393032)	3.0659876 (2,9646589 - 3,1673163)
	N	506	330
	r²	0.875	0.924
Hembras	a	0.0011741 (0,0006776 - 0,0016706)	0.0027915 (0,0018809 - 0,0037021)
	b	3.4320952 (3,3378934 - 3,5262969)	2.9949581 (2,9205592 - 3,0693570)
	N	987	1025
	r²	0.875	0.872

TABLA 4

Estadística de la talla de merluza del sur por área y rango de profundidad de red (m). Crucero B/F Unzen (ago.- sep., 2001).

		Talla							Propor. Sexual	
		Mín. (cm)	Máx. (cm)	Prom. (cm)	Desv. Est. (cm)	Núm. Ind.	< 70 cm (%)	< 72 cm (%)	Macho (%)	Hembra (%)
Total área	Macho	40	99	73	7.3	2800	22.9	34.0	42.6	57.4
	Hembra	40	112	80	10.3	3767	15.0	20.5		
	Total	40	112	77	9.6	6567	18.4	26.3		
Area 1 Guafo 42°-44°29' S	Macho	51	83	70	6.7	66	40.9	50.0	19.1	80.9
	Hembra	52	103	78	11.4	280	22.9	28.2		
	Total	51	103	77	11.1	346	26.3	32.4		
Area 2 Guablín 44°30'-45°29' S	Macho	40	91	71	8.9	595	27.7	36.8	37.5	62.5
	Hembra	40	112	79	11.7	993	16.7	20.1		
	Total	40	113	76	11.4	1588	20.8	26.4		
Area 3 Taitao 45°30'-47°29' S	Macho	46	99	74	6.6	2153	21.0	32.8	46.0	54.0
	Hembra	46	107	80	9.6	2530	13.5	19.8		
	Total	46	107	77	8.8	4683	17.0	25.8		
Rango Prof. Prom. Red (m)										
100-199 m	Macho	61	89	76	7.0	35	28.6	34.3	26.7	73.3
	Hembra	51	99	81	9.4	96	11.5	14.6		
	Total	51	99	80	9.1	131	16.0	19.8		
200-299 m	Macho	50	98	74	6.8	1587	23.3	35.5	43.8	56.2
	Hembra	46	106	80	9.1	2037	11.9	18.9		
	Total	46	106	77	8.7	3624	16.9	26.2		
300-399 m	Macho	40	90	71	7.9	414	31.9	40.3	42.7	57.3
	Hembra	40	106	75	11.5	556	32.6	38.3		
	Total	40	106	73	10.3	970	32.3	39.2		

TABLA 5

Estadística de la talla de merluza de cola por área y rango de profundidad de red (m). Crucero B/F Unzen (ago. – sept., 2001).

		Talla						Propor. Sexual	
		Mín. (cm)	Máx. (cm)	Prom. (cm)	Desv. Est. (cm)	Núm. Ind.	< 55 cm (%)	Macho (%)	Hembra (%)
Total área	Macho	24	104	61	12,2	3943	28,5	35,7	64,3
	Hembra	24	109	66	13,1	7112	20,6		
	Total	24	109	64	13,0	11056	23,4		
Area 1 Guafo 42°-44°29' S	Macho	24	94	58	15,7	560	51,3	23,6	76,4
	Hembra	31	98	65	15,3	1809	31,3		
	Total	24	98	63	15,7	2369	36,0		
Area 2 Guablín 44°30'-45°29' S	Macho	31	97	56	14,3	763	49,4	33,4	66,6
	Hembra	30	103	63	14,0	1522	27,5		
	Total	30	103	61	14,5	2285	34,8		
Area 3 Taitao 45°30'-47°29' S	Macho	33	104	63	9,8	2623	17,5	41,0	59,0
	Hembra	24	109	67	11,3	3782	12,6		
	Total	24	109	66	10,9	6405	14,6		
Rango Prof. Prom. Red (m)									
100-199 m	Macho	40	80	62	7,1	133	15,0	55,9	44,1
	Hembra	42	95	67	11,1	105	15,2		
	Total	40	95	64	9,5	238	15,1		
200-299 m	Macho	31	104	64	10,7	2295	18,3	37,1	62,9
	Hembra	24	109	68	11,4	3889	11,7		
	Total	24	109	67	11,3	6184	14,1		
300-399 m	Macho	26	97	61	12,2	830	31,2	41,3	58,7
	Hembra	35	104	64	14,3	1181	29,8		
	Total	26	104	63	13,5	2011	30,4		

TABLA 8

Abundancia por grupos de edad y desviación estandar, merluza del sur. Crucero de evaluación 2001.

GE	Machos		Hembras	
	Número	s.d.	Número	s.d.
I				
II				
III	0	0	1,803	875
IV	0	0	5,281	4,082
V	21,102	6,383	6,843	4,163
VI	120,469	40,999	69,574	20,022
VII	123,000	43,184	216,757	46,456
VIII	556,536	86,028	628,823	90,598
IX	441,745	87,770	867,652	117,683
X	641,832	115,084	1,038,765	131,618
XI	1,037,702	140,916	1,599,041	158,202
XII	1,408,232	204,420	1,985,814	178,121
XIII	1,474,171	207,332	1,733,368	164,402
XIV	2,051,428	234,042	2,119,445	177,779
XV	1,754,028	210,581	1,990,749	159,099
XVI	799,640	130,159	1,301,877	135,611
XVII	590,727	109,446	994,315	116,293
XVIII	261,985	64,863	346,718	70,918
XIX	102,624	34,480	241,896	57,699
XX	28,727	13,586	70,253	27,256
XXI	4,385	4,332	75,985	31,770
XXII	0	0	39,948	21,055
XXIII	0	0	21,953	18,228
XXV+	0	0	4,875	2,361

TABLA 11

Abundancia por grupos de edad y desviación estándar, merluza de cola. Crucero de evaluación 2001.

GE	Machos		Hembras	
	Número	s.d.	Número	s.d.
I	8,953	3,170	0	0
II	5,347,897	1,693,095	12,443,380	3,762,720
III	28,173,778	3,477,846	31,916,292	4,588,501
IV	15,390,988	2,947,131	19,528,863	4,240,978
V	32,749,522	4,254,693	48,389,750	4,877,820
VI	46,398,608	4,760,265	68,071,799	5,475,320
VII	44,706,921	4,683,948	57,450,521	5,235,484
VIII	31,551,080	4,032,964	51,332,194	4,951,355
IX	18,296,715	3,167,157	47,369,367	4,665,706
X	7,268,031	2,113,799	27,806,409	3,512,122
XI	4,285,903	1,727,724	25,420,223	3,329,681
XII	966,327	659,174	9,811,466	2,119,365
XIII	418,871	378,250	7,723,943	1,845,574
XIV	34,140	16,473	5,507,981	1,593,583
XV	0	0	4,016,384	1,285,417
XVI	0	0	2,606,841	911,350
XVII	0	0	3,772,051	1,272,207
XVIII	0	0	1,627,448	840,083
XIX	0	0	0	0
XX	0	0	213,123	215,807

TABLA 12

Valores promedio del índice gonadosomático (IGS) y del índice gonádico por longitud (IGL) por grupo de longitud total (LT) en hembras de merluza del sur, *Merluccius australis*, en agosto de 2001 (desviación estándar entre paréntesis).

Grupo de LT (cm)	IGS	IGL
40-49	0,9 (0,58)	0,5 (0,38)
50-59	0,7 (0,30)	0,5 (0,20)
60-69	0,9 (0,56)	0,6 (0,40)
70-79	2,4 (3,16)	1,8 (2,37)
80-89	7,0 (6,07)	5,3 (4,63)
90-99	11,0 (6,60)	8,3 (5,04)
100-109	13,9 (8,34)	10,5 (6,65)

TABLA 13

Valores promedio del índice gonadosomático (IGS) y del índice gonádico por longitud (IGL) por grupo de longitud total (LT) en hembras de merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2001 (desviación estándar entre paréntesis).

Grupo de LT (cm)	IGS	IGL
33-42	0,50 (0,34)	0,27 (0,46)
43-52	1,11 (1,59)	0,32 (0,46)
53-62	5,44 (7,23)	1,45 (2,04)
63-72	5,61 (7,21)	1,47 (1,92)
73-82	6,31 (7,17)	1,68 (1,95)
83 – 92	8,44 (9,26)	2,14 (2,34)
93 y >	10,69 (10,72)	2,6 (2,73)

Tabla 14

Parámetros del ajuste a un modelo logístico ($y=1/(1+\exp(b_0 + b_1*LT))$) para estimar la talla 50% de primera madurez sexual de merluza del sur y merluza de cola.

Merluza de sur				
	Valor	Error est.	Valor t	Talla 50% (cm):
b ₀	21,59	1,70	12,66	74,05
b ₁	-0,29	0,023	-12,68	
Merluza de cola				
	Valor	Error est.	Valor t	Talla 50% (cm):
b ₀	10,7741	1,07259	10,045	56,72
b ₁	-0,1899	0,01880	-10,1019	

TABLA 15

Estimaciones de fecundidad modal promedio y fecundidad relativa promedio de merluza del sur y merluza de cola.

Especie	Fecundidad modal (Nº de ovocitos)	Desviación estándar	Fecundidad relativa (Nº de ovocitos/gr)	Desviación estándar
M. del sur	1.488.547	796.327	262	96
M. de cola	272.913	173.201	239	97

TABLA 16

Importancia en la captura total y representatividad en los lances de pesca de las especies componentes de la fauna acompañante de merluza común. Evaluación directa de la abundancia de merluza común. Julio y agosto 2001.

Nombre científico	Especie	% de la captura total	Número de lances	% del número de lances
<i>Merluccius australis</i>	Merluza el sur	29.357	74	93
<i>Micromesistius australis</i>	Merluza de tres aletas	0.008	3	4
<i>Macruronus magellanicus</i>	Merluza de cola	70.390	80	100
<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio dorado	0.055	15	19
<i>Brama australis</i>	Reineta	0.002	2	3
<i>Seriolella punctata</i>	Cojinoba moteada	0.150	13	16
<i>Seriolella caerulea</i>	Cojinoba del sur	0.012	3	4
	Otros	0.027	5	6

TABLA 17

Resultado análisis contenido estomacal de merluza del sur. Crucero de investigación agosto y septiembre, 2001.

Estado del estómago (a bordo) por área								
	N área 1		N área 2		N área 3		Total áreas	
		%		%		%		%
Vacio	63	36.84	189	50.94	558	60.00	810	55.03
Evaginado	3	1.75	11	2.96	14	1.51	28	1.90
Con contenido	105	61.40	171	46.09	358	38.49	634	43.07
Total	171	100.00	371	100.00	930	100.00	1472	100.00
Estadísticos de la muestra de merluza del sur por área								
	Area 1		Area 2		Area 3		Total áreas	
Talla mínima (cm)	52		40		47		40	
Talla máxima (cm)	103		106		107		106	
Talla promedio (cm)	75.47		80.49		80.67		80.02	
Estado de repleción (a bordo) por área								
	N área 1		N área 2		N área 3		Total áreas	
		%		%		%		%
Semilleno	30	28.57	46	26.90	104	29.05	180	28.39
Lleno	37	35.24	75	43.86	126	35.20	238	37.54
Distendido	38	36.19	50	29.24	128	35.75	216	34.07
Total	105	100	171	100	358	100	634	100
	N área 1	%	N área 2	%	N área 3	%	Total áreas	%
Nº estómagos analizados en laboratorio	105	16.6	171	27.0	358	56.5	634	

Nota : Area 1 Guafo 42° - 44° 29'
 Area 2 Guablín 44°30' - 45° 29'
 Area 3 Taitao 45°30' - 47° 29'

TABLA 18

Indicadores del contenido estomacal de merluza del sur por área. Crucero de investigación agosto y septiembre, 2001.

NUMERICO (n)								
ITEM presa	AREA 1		AREA 2		AREA 3		TOTAL AREA	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Mer.de Cola	161	81.73	232	62.37	422	76.45	815	73.36
Restos de peces	21	10.66	46	12.37	55	9.96	122	10.98
Restos de crustaceos	7	3.55	69	18.55	24	4.35	100	9.00
Mer. tres aletas	4	2.03	6	1.61	11	1.99	21	1.89
Salpa (Thaliacea)	1	0.51	9	2.42	18	3.26	28	2.52
Pasiphaea doffleini	2	1.02	1	0.27	11	1.99	14	1.26
Mictofidos		0.00	8	2.15	3	0.54	11	0.99
Loligo sp.	1	0.51	1	0.27	5	0.91	7	0.63
Jibia					3	0.54	3	0.27
Total	197	99.49	372	99.73	552	98.55	1111	100
GRAVIMETRICO (peso en gramos)								
ITEM presa	AREA 1		AREA 2		AREA 3		TOTAL AREAS	
	peso (g)	%	peso (g)	%	peso (g)	%	peso (g)	%
Mer.de Cola	27961	94.93	46382	90.92	106144	95.03	180487	93.92
Restos de peces	709	2.41	3268	6.41	2375	2.13	6352	3.31
Restos de crustaceos	3	0.01	10	0.02	24	0.02	37	0.02
Mer. tres aletas	775	2.63	1314	2.58	3122	2.79	5211	2.71
Salpa (Thaliacea)	2	0.01	20	0.04	14	0.01	36	0.02
Pasiphaea doffleini	4	0.01	3	0.01	10	0.01	17	0.01
Mictofidos		0.00	16	0.031	11	0.01	27	0.01
Loligo sp.	57	0.19	1	0.002	57	0.05	115	0.06
Jibia		0.00		0.000	167	0.15	167	0.09
Total	29454	100	51013	100	111700	100	192167	100
FRECUENCIA								
ITEM presa	AREA 1		AREA 2		AREA 3		TOTAL AREAS	
	frec	%	frec	%	frec	%	n	%
Mer.de Cola	80	76.19	144	84.21	293	81.84	517	81.55
Restos de peces	20	19.05	43	25.15	56	15.64	119	18.77
Restos de crustaceos	5	4.76	9	5.26	11	3.07	25	3.94
Mer. tres aletas	4	3.81	5	2.92	10	2.79	19	3.00
Salpa (Thaliacea)	1	0.95	5	2.92	3	0.84	9	1.42
Pasiphaea doffleini	1	0.95	1	0.58	6	1.68	8	1.26
Mictofidos		0.00	5	2.92	3	0.84	8	1.26
Loligo sp.	1	0.95	1	0.58	4	1.12	6	0.95
Jibia					3	0.84	3	0.47
Total	112		213		389		714	
Total estom analizados	105		171		358		634	

Nota : Area 1 Guafó 42° - 44° 29'
 Area 2 Guamblín 44°30' - 45° 29'
 Area 3 Taitao 45°30' - 47° 29'

TABLA 19

Indice de Importancia Relativa (IRI) para la merluza del sur. Crucero de investigación agosto y septiembre, 2001.

ITEM PRESAS	IRI % Area 1	IRI % Area 2	IRI % Area 3	IRI % Area Total
Mer.de Cola	97.9210	95.5838	98.4269	97.6801
Restos de peces	1.8108	3.4977	1.3274	1.9155
Restos de crustaceos	0.1235	0.7248	0.0943	0.2536
Mer. tres aletas	0.1292	0.0907	0.0938	0.0988
Salpa (Thaliacea)	0.0036	0.0533	0.0193	0.0257
Pasiphaea doffleini	0.0071	0.0012	0.0236	0.0114
Mictofidos		0.0473	0.0033	0.0090
Loligo sp.	0.0049	0.0012	0.0075	0.0047
Jibia			0.0041	0.0012
TOTAL %	100	100	100	100

Nota : Area 1 Guafo 42° - 44° 29'

Area 2 Guablín 44°30' - 45° 29'

Area 3 Taitao 45°30' - 47° 29'

TABLA 20

Indicador del contenido estomacal de merluza del sur por rango de talla. Crucero de investigación agosto y septiembre, 2001.

Item presa	40-49		50-59		60-69		70-79		80-89		90-99		100-109		Total general	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Mde Cola			6	30.00	53	49.07	192	74.42	292	83.43	183	75.93	12	66.67	738	73.65
Restos de peces	1	14.29	8	40.00	29	26.85	35	13.57	41	11.71	34	14.11	3	16.67	151	15.07
Restos de Crustaceos	2	28.57	4	20.00	11	10.19	8	3.10	2	0.57	3	1.24			30	2.99
Mtres aletas			1	5.00	7	6.48	9	3.49	7	2.00	12	4.98	2	11.11	38	3.79
Salpa					1	0.93	1	0.39	4	1.14	4	1.66	1	5.56	11	1.10
Camaron	3	42.86			3	2.78	7	2.71	2	0.57					15	1.50
Mictofidos			1	5.00	3	2.78	3	1.16			2	0.83			9	0.90
Calamar					1	0.93	2	0.78	1	0.29	3	1.24			7	0.70
Jibia	1	14.29					1	0.39	1	0.29					3	0.30
Total general	7	100	20	100	108	100	258	100	350	100	241	100	18	100	1002	100

TABLA 21

Resultados análisis contenido estomacal de merluza de cola. Crucero de investigación agosto y septiembre, 2001.

Estado del estómago (a bordo) por área												
	n área 1		n área 2		n área 3		n área 4		n área 5		Total áreas	%
Vacio	264	73	248	69	495	75	10	13			1017	60
evaginado	17	5	65	18	84	13			36	15	202	12
Con contenido	67	19	38	11	53	8					158	9
Sin Información	12	3	9	3	27	4	65	87	198	85	311	18
Total	360	100	360	100	659	100	75	100	234	100	1688	100

Estadísticos de la muestra de merluza de cola por área						
	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5	Total áreas
Talla Mínima (cm)	38	38	33	54	36	33
Talla Máxima (cm)	98	103	104	88	107	107
Talla Promedio (cm)	74	69	70	68	72	71

Estado de repleción (a bordo) por área												
	n área 1		n área 2		n área 3		n área 4		n área 5		Total áreas	%
Semilleno	61	17	35	10	46	7					142	10
Lleno	5	1	2	1	6	1					13	1
Distendido					1	0.15					1	0.07
Sin Información	294	82	322	90	607	92	75	100	234	100	1223	89
Total	360	100	359	100	660	100	75	100	234	100	1379	100

N° estómagos analizados en laboratorio												
	n área 1		n área 2		n área 3		n área 4		n área 5		Total áreas	%
Vacios	15	24	7	23	6	12	47	87	33	56	108	42
Con contenido	47	76	23	77	45	88	7	13	26	44	148	58
Total en laboratorio	62	100	30	100	51	100	54	100	59	100	256	100

Nota: Area 1 42°00' - 49°29' S. Guamblin
 Area 2 44°30' - 45°29' S. Guafo
 Area 3 45°30' - 47°29' S. Taitao
 Area 4 47°30' - 48°59' S. G. Penas - Ladrillero
 Area 5 49°00' - 51°00' S. Trinidad - Concepción

TABLA 22

Indicadores del contenido estomacal de merluza de cola por área. Crucero de investigación agosto y septiembre, 2001.

NUMERICO (n)												
ITEM Presa	AREA 1		AREA 2		AREA 3		AREA 4		AREA 5		TOTAL AREA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Salpa (Thaliacea)	26	45.61	16	57.14	22	35.48	3	42.86	10	38.46	77	42.78
Restos de crustáceos	9	15.79	2	7.14	15	24.19			2	7.69	28	15.56
Mictófidios	5	8.77	6	21.43	7	11.29					18	10.00
Restos de peces	1	1.75			4	6.45	2	28.57	7	26.92	14	7.78
Euphausia mucronata	8	14.04			2	3.23					10	5.56
Pasiphaea doffleini	4	7.02			6	9.68					10	5.56
Mer. de cola	3	5.26	1	3.57	1	1.61	1	14.29	3	11.54	9	5.00
Ctenophora		0.00	1	3.57	2	3.23	1	14.29			4	2.22
Hyperiididae (Amphipoda)	1	1.75	2	7.14	1	1.61					4	2.22
Diaphus sp. (mictófidio)					1	1.61			2	7.69	3	1.67
Mer. de 3 aletas					1	1.61			1	3.85	2	1.11
Siphonophora									1	3.85	1	0.56
Total	57	100	28	100	62	100	7	100	26	100	180	100

GRAVIMETRICO (peso en gramos)												
ITEM Presa	AREA 1		AREA 2		AREA 3		AREA 4		AREA 5		TOTAL AREA	
	peso (g)	%	peso (g)	%								
Salpa (Thaliacea)	484.40	59.33	454.80	82.45	383.50	53.21	71.40	49.58	360.20	43.01	1,754.30	57.14
Restos de crustáceos	3.40	0.42	2.00	0.36	31.00	4.30			17.10	2.04	53.50	1.74
Mictófidios	21.10	2.58	23.40	4.24	117.60	16.32					162.10	5.28
Restos de peces	38.00	4.65			55.90	7.76	42.30	29.38	27.10	3.24	163.30	5.32
Euphausia mucronata	8.30	1.02			1.30	0.18					9.60	0.31
Pasiphaea doffleini	4.90	0.60			49.40	6.85					54.30	1.77
Mer. de cola	255.00	31.23	70.30	12.74	33.30	4.62	30.00	20.83	209.40	25.00	598.00	19.48
Ctenophora			1.00	0.18	18.10	2.51	0.30	0.21			19.40	0.63
Hyperiididae (Amphipoda)	1.30	0.16	0.11	0.02	0.10	0.01					1.51	0.05
Diaphus sp. (mictófidio)					28.30	3.93			20.95	2.50	49.25	1.60
Mer. de 3 aletas					2.20	0.31			141.80	16.93	144.00	4.69
Siphonophora									61.00	7.28	61.00	1.99
Total	816.40	100	551.61	100	720.70	100	144.00	100	837.55	100	3,070.26	100

FRECUENCIA												
ITEM Presa	AREA 1		AREA 2		AREA 3		AREA 4		AREA 5		TOTAL AREA	
	frec	%	frec	%								
Salpa (Thaliacea)	25	44.64	16	57.14	22	36.07	3	42.86	10	38.46	76	42.70
Restos de crustáceos	9	16.07	2	7.14	15	24.59			2	7.69	28	15.73
Mictófidios	5	8.93	6	21.43	6	9.84					17	9.55
Restos de peces	1	1.79			4	6.56	2	28.57	7	26.92	14	7.87
Euphausia mucronata	8	14.29			2	3.28					10	5.62
Pasiphaea doffleini	4	7.14			6	9.84					10	5.62
Mer. de cola	3	5.36	1	3.57	1	1.64	1	14.29	3	11.54	9	5.06
Ctenophora		0.00	1	3.57	2	3.28	1	14.29			4	2.25
Hyperiididae (Amphipoda)	1	1.79	2	7.14	1	1.64					4	2.25
Diaphus sp. (mictófidio)					1	1.64			2	7.69	3	1.69
Mer. de 3 aletas					1	1.64			1	3.85	2	1.12
Siphonophora									1	3.85	1	0.56
Total	56	100	28	100	61	100	7	100	26	100	178	100

Nota: Area 1 42° - 49°29' S. Guamblin
 Area 2 44°30' - 45°29' S. Guafo
 Area 3 45°30' - 47°29' S. Taitao
 Area 4 47°30' - 48°59' S. G. Penas + Ladrillero
 Area 5 49° - 51° S. Trinidad - Concepción

TABLA 23

Indice de Importancia Relativa (IRI) para merluza de cola. Crucero de investigación agosto y septiembre, 2001.

ITEM PRESAS	IRI % AREA 1	IRI % AREA 2	IRI % AREA 3	IRI % AREA 4	IRI % AREA 5	IRI % TOTAL AREA
Salpa (Thaliacea)	84.771	91.652	71.372	62.625	67.487	85.152
Restos de crustáceos	4.713	0.616	15.634		1.613	5.431
Mictófidos	1.835	6.320	6.059			2.913
Restos de peces	0.207		2.079	26.171	17.488	2.056
Euphausia mucronata	3.891		0.249			0.658
Pasiphaea doffleini	0.985		3.628			0.821
Mer. de cola	3.538	0.670	0.228	7.931	9.081	2.470
Ctenophora		0.154	0.420	3.273		0.128
Hyperiidæ (Amphipoda)	0.062	0.588	0.060			0.102
Diaphus sp. (mictófidó)			0.203		1.689	0.110
Mer. de 3 aletas			0.070		1.721	0.130
Siphonophora					0.922	0.029
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota: Area 1 42° - 49°29' S. Guamblin
 Area 2 44°30' - 45°29' S. Guafo
 Area 3 45°30' - 47°29' S. Taitao
 Area 4 47°30' - 48°59' S. G. Penas - Ladrillero
 Area 5 49° - 51° S. Trinidad - Concepción

TABLA 24

Indicador del contenido estomacal de merluza de cola por rango de talla. Crucero de investigación agosto y septiembre, 2001.

ITEM Presa	NUMERICO (n)										TOTAL AREA							
	30-39		40-49		50-59		60-69		70-79				80-89		90-99		100-109	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Salpa (Thaliacea)	1	16.67			3	30.00	19	37.25	27	50.94	18	54.55	8	50.00	1	50.00	77	42.78
Restos de crustáceos	3	50.00	4	44.44	1	10.00	10	19.61	6	11.32	3	9.09	1	6.25			28	15.56
Mictófidos			3	33.33	2	20.00	7	13.73	4	7.55	2	6.06					18	10.00
Restos de peces	1	16.67					5	9.80	6	11.32	1	3.03	1	6.25			14	7.78
Euphausia mucronata			1	11.11	1	10.00	4	7.84	2	3.77	1	3.03	1	6.25			10	5.56
Pasiphaea doffleini	1	16.67			3	30.00	2	3.92	3	5.66	1	3.03					10	5.56
Mer. de cola							2	3.92			3	9.09	4	25.00			9	5.00
Ctenophora			1	11.11					2	3.77	1	3.03					4	2.22
Hyperiidæ (Amphipoda)							1	1.96	2	3.77	1	3.03					4	2.22
Diaphus sp. (mictófidó)							1	1.96	1	1.89	1	3.03					3	1.67
Mer. de 3 aletas											1	3.03	1	6.25			2	1.11
Siphonophora															1	50.00	1	0.56
Total	6	100	9	100	10	100	51	100	53	100	33	100	16	100	2	100	180	100

TABLA 25

Valores promedios, máximo y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de merluza de cola y merluza del sur.

Descriptor	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest
Largo (m)	181	8.651	40	434
Alto (m)	23	321	9	23
Perimetro (m)	1.610	212.532	115	8.069
Area (m ²)	3.201	546.647	49	25.684
Sa	704	76.675	24	2.481
Profundidad Cardumen (m)	217	492	51	62
Profundidad Fondo (m)	532	1.457	216	246
Indice Altura	52,68	94,58	0,53	20
Elongación	6,90	92,13	0,63	6
Dimensión Fractal	1,63	1,96	1,15	0,11

Tabla 26

Desviación estándar y proporción de la variabilidad explicada

Componente principal	Desviación estándar	Proporción de la variabilidad (%)	
		Absoluta	Acumulada
Componente 1	3,5	39	39
Componente 2	1,6	19	58
Componente 3	1,5	17	75

TABLA 27

Fecundidad modal promedio estimadas para merluza del sur en diversos estudios.

Año	Promedio	Fuente
1991	1.616.930	Balbontín y Bravo (1993).
1994	709.840	Balbontín <i>et al.</i> (1994).
1996	1.320.675	Balbontín (1996).
2000	2.373.530	Balbontín (2001).
2001	1.383.316	Presente estudio

A N E X O S

A N E X O 1

**Personal participante por
objetivo y actividad**

ANEXO 2

PERSONAL PARTICIPANTE POR OBJETIVO ESPECIFICO Y ACTIVIDAD

Objetivo 3.1 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio.

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo V.	285	180	110	85	660
Marcos Espejo V.	285	96		0	381
Ignacio Payá C.			12		12
Hernán Miranda P.		48	24		72
José Córdova M.		48	24		72
María Angela Barbieri		24	12	24	60
Patricio Gálvez G.		48			48
Manuel Rojas G.	295	119			404

Objetivo 3.2 Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial, latitudinal y batimétrica.

PLAN DE ASIGNACION DE PERSONAL (HH) OBJETIVO 3.2

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Vilma Oieda C.	12	100	120	50	282
Renato Céspedes M.	180	24	80	80	364
Ignacio Payá C.			24		24
Sergio Lillo V.			4		4
Juan Olivares C.		150			150
Luis Adasme M.	295	100	40	5	440
Héctor Hidalgo		400			400
Patricio Gálvez G.		48			48
Iván Céspedes M.		570			570
Claudio Vera P.	285				285
Luis Contreras C.	285				285
Oscar Ñacul P.	285				285

Objetivo 3.3 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de identificación.

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Fernando Balbontín		30	170	70	270
Ricardo Bravo		40	150	45	235
Luis Ossa		410	90	30	530
Felipe Paredes		410	90	40	540
Luis Rodríguez		180	70	20	270
Sergio Lillo V.	10	4	8	4	26
Renato Céspedes	4	0	4	4	12

Objetivo 3.4 Identificar y determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la pesquería de merluza del sur y merluza de cola, a partir de los lances de pesca de identificación.

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo V.			6	6	12
Alvaro Saavedra G.		48	12	12	72

Objetivo 3.5 Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza del sur y merluza de cola en el área de estudio.

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo V.		12	12	12	36
Renato Céspedes M.		24	72	40	136
Luis Adasme M.		110	96	40	246
Claudio Vera P.		380			380

Objetivo 3.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza del sur y merluza de cola.

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo V.		8	24	10	32
María A. Barbieri B.			6	6	12
Alvaro Saavedra G.		193	132	48	349
Manuel Rojas G.	48	56			104
Patricio Gálvez G.		72			72



**Sección Documentación,
Difusión y Biblioteca**

**IFOP
Valparaíso**