



**INFORME
FINAL
CORREGIDO**

**Proyecto FIP
N° 2005-06**

**Evaluación
hidroacústica
stock parental
merluza de tres
aletas en su unidad
de pesquería,
Año 2005**



**MARZO
2007**



**INFORME FINAL
CORREGIDO**

FIP N° 2005-06

**Evaluación hidroacústica
del stock parental de
merluza de tres aletas en
su unidad de pesquería,
año 2005**

• Marzo, 2007 •



REQUIRENTE

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, FIP

Presidente del Fondo:

Carlos Hernández Salas

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División de Investigación Pesquera:

Mauricio Braun Alegría

Directora Ejecutiva:

Vivian Montecino Banderet



AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Pesquera EMDEPES junto a la oficialidad y tripulación del B/F UNZEN por su voluntad y excelente disposición para sacar adelante este proyecto



JEFE DE PROYECTO

ÁLVARO SAAVEDRA GODOY

AUTORES

ÁLVARO SAAVEDRA G.
VICTOR CORREA C.
RENATO CÉSPEDES M.
VILMA OJEDA C.
LUIS ADASME M.
EDUARDO DÍAZ R.
JORGE OLIVA L.
PATRICIA ROJAS Z.

COLABORADORES

LUIS CONTRERAS C.
OSCAR NANCUL P.



RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio (FIP 2005-06), tiene como objetivo, evaluar el stock de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) a través del método hidroacústico, entre las latitudes 47° y 51° S.

Como parte del proyecto, se realizó entre el 13 y el 22 de agosto de 2005 a bordo del B/F "UNZEN" un crucero de prospección orientado a evaluar mediante un método de evaluación directa (evaluación acústica) su biomasa, abundancia y distribución, estimar la importancia relativa de la fauna acompañante, condiciones reproductivas y tróficas del stock y realizar un análisis de las agregaciones detectadas durante el crucero. Durante el estudio se realizaron 41 lances de pesca de reconocimiento (23 positivos) y 49 transectas acústicas.

La distribución espacial de la merluza de tres aletas estuvo limitada entre las latitudes 47°50'S y 51°00'S, con las principales concentraciones en el centro del área de estudio ubicándose el centro de gravedad (CG) en los 48°46'S, no detectándose recurso al norte de los 47°50'S. Como es normal en este recurso, se presentó en agregaciones muy concentradas dentro del área de estudio lo que se refleja en el alto valor del índice de Gini que resultó en 0,97.

Los resultados muestran que la merluza de tres aletas se distribuyó asociada al borde de la plataforma y talud continental, con una biomasa estimada en 173.876 toneladas con un intervalo de confianza que abarca entre 129.764 y 217.989 toneladas, con un CV del 15,4%. La composición por sexo de la biomasa comprendió un 47% de machos (82.312 t) y 53% de hembras (91.564 t).

La abundancia de merluza de tres aletas se estimó en 179 millones de ejemplares, de los cuales 93 millones correspondieron a machos (52%) y 86 millones a hembras (48%). La fracción parental (≥ 36 cm) alcanzó un total de 178 millones de individuos (99,6%).

El muestreo de longitud de merluza de tres aletas proveniente de las capturas de los lances de pesca de identificación efectuados en el crucero, registró en total 3.917 ejemplares. En los cinco años de cruceros, la estructura de talla de la población desovante de merluza de tres aletas ha sido principalmente adulta, manteniéndose relativamente estable en una moda principal entre los 50 y 65 cm, con leve predominio de los machos (52%) respecto de las hembras, y escasa presencia de juveniles (0,3%). La moda principal entre 50 y 65 cm corresponde a la fracción adulta migratoria que llega al área a desovar.



El stock de merluza de tres aletas evaluado, presentó una estructura etárea comprendida entre los 2 y 27 años, compuesto principalmente por los grupos de edad (GE) VII a XVII, los que constituyen el 70% de la abundancia del stock. Dentro de esta fracción el GE de mayor aporte corresponde al GE XVI y la moda secundaria se observa en los adultos mas jóvenes del GE VII.

El análisis microscópico y macroscópico (IGS), indicó que durante el período de estudio, la merluza de tres aletas se encontró en pleno proceso reproductivo, con un aporte importante de hembras en actividad de desove, sin mostrar evidencias que indiquen una disminución de la intensidad reproductiva.

La fecundidad total osciló entre 71.771 y 1.245.209 ovocitos, con un promedio de 593.968 ovocitos (d.e. 274.507). La fecundidad relativa promedio fue de 534 ovocitos por gramo de peso corporal (d.e. 164), con un mínimo de 165 y un máximo de 913 ovocitos.

La captura obtenida durante el estudio, estuvo compuesta principalmente por merluza de tres aletas (83,1%), merluza de cola (15,3%) y merluza del sur (1,3%), contribuyendo estos tres recursos con el 99,7% de la captura total, mientras que la fracción restante estuvo compuesta por cojinoba azul (*Seriolela punctata*), reineta (*Brama australis*) y jibia (*Dosidicus gigas*) alcanzando estas especies en conjunto un 0,3% de la captura.

Las agregaciones de merluza de tres aletas presentaron una relación significativa entre su morfometría y su respuesta acústica, observándose agregaciones de alta densidad, no registrándose diferencias morfométricas significativas en sentido latitudinal. Se observa además una disminución en el tamaño promedio de las agregaciones en la serie de años 2003-2005.

La dieta principal de merluza de tres aletas durante agosto de 2005 estuvo compuesta por tres especies de eufáusidos, *Euphausia vallentini*, *Thysanoessa gregaria* y *Nematoscelis megalops* que en conjunto obtuvieron un %IIR del 65,65%; seguido de restos de peces, presumiblemente peces pequeños luminiscentes de género *Maurolicus* identificados en investigaciones anteriores (17,50% IIR). Estos antecedentes, más los registrados en los cruceros de investigación de la serie de años 2001-2004; caracterizan a merluza de tres aletas como planctófaga tipo carcinófaga, seguido de características ictiófaga; y que en particular presenta una estrategia alimentaria especialista siendo los eufáusidos su presa preferida, cabe señalar que durante el año 2005 se registró el mismo comportamiento alimentario descrito para los años anteriores.



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO.....	i
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
3. ANTECEDENTES	2
4. METODOLOGÍA.....	7
4.1 Área y período de estudio	7
4.2 Equipos	7
4.2.1 Embarcación	7
4.2.2 Sistema de ecointegración	8
4.2.3 Redes de pesca	9
4.3 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio.....	10
4.3.1 Diseño de muestreo	10
4.3.2 Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas	12
4.3.3 Información acústica	14
4.3.4 Relación TS utilizada y coeficiente de integración en número (Cn) y peso (Cb)	14
4.3.5 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)....	18
4.3.6 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa	20
4.3.7 Estimación del coeficiente d error (%) y coeficiente de variación (CV)	24
4.3.8 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas	24
4.4 Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.....	27
4.4.1 Muestreo a bordo	27
4.4.2 Composición de tallas y proporción sexual.....	27
4.4.3 Estimación de la abundancia por grupo de edad	29
4.4.4 Estimación de pesos promedios por grupo de edad	31



4.5	Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificaci3n.....	32
4.5.1	Trabajo a bordo.....	32
4.5.2	Procesamiento de muestras.....	33
4.6	Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas	37
4.6.1	Toma y procedimiento de los datos	37
4.6.2	An3lisis de los datos.....	39
4.7	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en zona de estudio.....	39
4.7.1	Descriptoros morfol3gicos y batim3tricos	41
4.7.2	An3lisis de los datos.....	42
4.8	Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio	43
5.	RESULTADOS.....	48
5.1	Calibraci3n del sistema de eointegraci3n.....	48
5.1.1.	Lances de pesca y comportamiento de la red de arrastre	48
5.2	Determinar la biomasa, abundancia y la distribuci3n del stock desovante en el 3rea de estudio	48
5.2.1	Biomasa y abundancia	48
5.2.2	Distribuci3n espacial del stock de merluza de tres aletas.....	49
5.2.3	An3lisis de incertidumbre.....	51
5.3	Estimar la composici3n de tallas, edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial y batim3trica.....	52
5.3.1	Composici3n de tallas y proporci3n sexual.....	52
5.3.2	Estructura de edades del stock	55
5.4	Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificaci3n.....	57
5.4.1	3ndice gonadosom3tico.....	57
5.4.2	An3lisis macrosc3pico.....	58
5.4.3	An3lisis microsc3pico	59
5.4.4	Ojiva de madurez	61
5.4.5	Fecundidad	62



5.5	Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante de la pesquería de tres aletas, a partir de los lances de pesca de identificaci3n	62
5.5.1	Proporci3n de captura	62
5.5.2	Distribuci3n espacial de la captura	63
5.5.3	Presencia espacial de la captura en base a los lances de identificaci3n	63
5.5.4	Distribuci3n de frecuencia de talla de merluza de cola como especie principal de la fauna acompa1ante	64
5.6	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas	65
5.6.1	Resultados generales agregaciones merluza de tres aletas	65
5.6.2	Resultados an1lisis componentes principales	69
5.7	Determinar la composici3n de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio	71
5.8	Taller de difusi3n y discusi3n metodol3gica	73
5.8.1	Presentaci3n del proyecto	74
5.8.2	Panel de discusi3n	74
5.8.3	Asistentes al taller	77
6.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	78
7.	CONCLUSIONES	86
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS

Anexo 1. Taller de entrega de resultados, FIP N° 2005-06.

Anexo 2. Personal Participante por actividad y objetivo específico.

Anexo 3. Base de Datos FIP N° 2005-06.

Anexo 4. informe em formato pdf



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Rendimientos mensuales (t/h) de merluza de tres aletas. (1993-2004) zona sur exterior (47°S-57°S).
- Tabla 2.** Calibración del sistema de ecointegración Simrad ES60. B/F “UNZEN”
- Tabla 3.** Escala macroscópica para determinar estadios de madurez sexual de machos de merluza de tres aletas
- Tabla 4.** Escala macroscópica para determinar estadios de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas
- Tabla 5.** Caracterización histomorfológica de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas (Pájaro y Macchi, 2001 (modificada)).
- Tabla 6.** Posición y captura en peso de los lances de identificación merluza de tres aletas
- Tabla 7.** Posición y captura en número de los lances de identificación merluza de tres aletas
- Tabla 8.** Estimados de Biomasa y abundancia según métodos de Hansen, Kish, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2005
- Tabla 9.** Área, y S_A promedio y varianza estimados según métodos de Hansen, Kish, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2005
- Tabla 10.** X^2 crítico y X^2 calculado para las tres áreas en el test de DHG
- Tabla 11.** Estimados de abundancia, biomasa y S_A promedios para las tres zonas y área de estudio
- Tabla 12.** Parámetros de la relación peso-longitud de merluza de tres aletas, crucero de evaluación agosto del 2005.
- Tabla 13.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos. Crucero agosto del 2005.
- Tabla 14.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras. Crucero agosto del 2005.



- Tabla 15.** Parámetros del variograma para merluza de tres aletas, agosto 2005
- Tabla 16.** Estadística básica de la talla de merluza de tres aletas por área y rango de profundidad (promedio relinga superior). B/F Unzen (agosto, 2005).
- Tabla 17.** Pesos promedios de merluza de tres aletas en el crucero de evaluación 2005.
- Tabla 18.** Proporción de estadios de madurez sexual ponderado a la captura del lance en merluza de tres aletas para el período de estudio
- Tabla 19.** Registro de proporción de hembras maduras por tamaño del total analizadas en el crucero de 2005 y los cruceros 2001 al 2005, para el ajuste de la ojiva de madurez.
- Tabla 20.** Proporción de captura (%) y Frecuencia de ocurrencia obtenida en los lances de pesca de identificación.
- Tabla 21.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas.
- Tabla 22.** Valores promedio, y desviación estándar de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2003-2005.
- Tabla 23.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, según latitud.
- Tabla 24.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por latitud (datos normalizados).
- Tabla 25.** Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas según rango de fondo.
- Tabla 26.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por latitud (datos normalizados).



- Tabla 27.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por rango de sexo (datos normalizados).
- Tabla 28.** Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).
- Tabla 29.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes.
- Tabla 30.** Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales.
- Tabla 31.** Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas analizados. B/C A. Molina (agosto 2005).
- Tabla 32.** Indicadores del contenido estomacal de merluza de tres aletas por área y total. B/C A. Molina (agosto 2005).
- Tabla 33.** Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas por área y total. B/C A. Molina (agosto 2005).
- Tabla 34.** Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas para los cinco cruceros de investigación entre 2001 y 2005.
- Tabla 35.** Frecuencia de estados de digestión (%) de Eufáusidos según la hora del día en estómagos de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (agosto 2005).
- Tabla 36.** Indicador coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (agosto 2005).



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Buque factoría UNZEN.
- Figura 2.** Sistema eointegración SIMRAD ES60.
- Figura 3.** Buque UNZEN, a) diagrama posición esfera de calibración, b) ubicación varas en la borda, c) esfera cobre en el centro del haz .
- Figura 4.** Plano de red de arrastre de mediagua utilizada en los lances de pesca de identificación.
- Figura 5.** Distribución de las transectas de muestreo acústico y lances de pesca de identificación en el área de estudio.
- Figura 6.** Inspección de ecogramas.
- Figura 7a.** Agregación tipo estrato de merluza de tres aletas (Lance 7).
- Figura 7b.** Agregación densa de merluza de tres aletas.
- Figura 7c.** Agregación poco densa de merluza de tres aletas.
- Figura 8.** División de la zona de estudio en tres áreas
- Figura 9.** Limpieza de ecogramas para detección de ecotrazos
- Figura 10.** Descriptores morfológicos y batimétricos de una agregación.
- Figura 11.** Distribución espacial de merluza de tres aletas, agosto del 2005.
- Figura 12.** Agregación de merluza de tres aletas en sentido paralelo a la costa.
- Figura 13.** Agregación de merluza de tres aletas en sentido perpendicular a la costa.
- Figura 14.** Variograma distribución merluza de tres aletas, agosto 2005.
- Figura 15.** Distribución batimétrica de la merluza de tres aletas. Agosto del 2005.



- Figura 16.** Curvas de Lorenz estimadas para los años 2001-2005.
- Figura 17.** Correlograma por noche de prospección
- Figura 18.** Distribución de talla de la captura de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por área de pesca y sexo. B/F Unzen (agosto, 2005).
- Figura 19.** Distribución de talla de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por área y rango de profundidad. B/F Unzen (agosto, 2005).
- Figura 20.** Distribución de talla de merluza de tres aletas registrada para el crucero B/F Unzen y la flota arrastrera surimera (agosto, 2005).
- Figura 21.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por sexo para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005. (B/F Unzen agosto-septiembre 2001; B/F Unzen julio 2002; B/C Abate Molina agosto 2003 y B/C Abate Molina septiembre 2004; BF Unzen agosto 2005, respectivamente).
- Figura 22.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por áreas para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005. (B/F Unzen agosto-septiembre 2001; B/F Unzen julio 2002; B/C Abate Molina agosto 2003; B/C Abate Molina septiembre 2004; B/F Unzen agosto 2005, respectivamente).
- Figura 23.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por profundidad para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005. (B/F Unzen agosto-septiembre 2001; B/F Unzen julio 2002; B/C Abate Molina agosto 2003; B/C Abate Molina septiembre 2004, B/F Unzen agosto 2005, respectivamente).
- Figura 24.** **a)** Distribución de frecuencia de tallas del muestreo de longitudes observadas v/s las muestras colectadas para el estudio de edad, para machos y hembras en los cruceros de investigación 2003, 2004 y 2005. **b)** Frecuencia de tallas de merluza de tres aletas, crucero 2003, 2004 y 2005 ponderada en base a captura de los lances, por sexo y clase de talla
- Figura 25.** Dispersión de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Crucero de investigación 2003,2004 y 2005



- Figura 26.** Comparación de las funciones peso-longitud estimadas por sexo (M=macho, H=hembras) y representación de los parámetros a y b de esta relación en el período 2002-2005.
- Figura 27.** Estructura de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas. A en porcentaje, B en número. Período 2001-2005. Barras vacías corresponde a pesquería, barra achuradas a cruceros de investigación.
- Figura 28.** Distribución por clase de talla y por GE de la abundancia registrada en los cruceros de evaluación de merluza de tres aletas. Período 2001-2005.
- Figura 29.** Evolución diaria del índice gonadosomático en la merluza de tres aletas, recolectadas del 15 al 22 de agosto de 2005
- Figura 30.** Incidencia de estadios de madurez macroscópicos en machos, recolectados del 15 al 22 de agosto de 2005.
- Figura 31.** Incidencia de estadios de madurez macroscópicos en hembras, recolectadas del 15 al 22 de agosto de 2005.
- Figura 32.** Incidencia de estadios de madurez microscópicos en hembras de merluza de tres aletas, recolectadas del 15 al 22 de agosto del 2005.
- Figura 33.** Evolución diaria de frecuencia de EMS microscópicos en hembras de merluza tres aletas, desde el 15 al 22 de agosto de 2005.
- Figura 34.** Frecuencia de estadios de madurez microscópicos por grupo de longitud en hembras de merluza de tres aletas.
- Figura 35.** Valor promedio del índice gonadosomático más la desviación estándar para cada EMS microscópico (EMS II: sin datos).
- Figura 36.** Ojiva de madurez sexual para hembras de merluza de tres aletas, recolectadas durante crucero de evaluación de 2001 a 2005 (datos observados 2005; 2001 al 2005; ajuste).
- Figura 37.** Relación entre el tamaño y la fecundidad total en la merluza de tres aletas. Agosto 2005.



- Figura 38.** Relación entre el peso corporal y la fecundidad total en la merluza de tres aletas. Agosto 2005.
- Figura 39.** Proporción de captura obtenida en los lances de pesca de identificación
- Figura 40.** Distribución latitudinal de la composición de captura obtenida en los lances de pesca de identificación.
- Figura 41.** Distribución en profundidad de la composición de captura obtenida en los lances de pesca de identificación.
- Figura 42.** Distribución espacial de los lances con captura y sin captura en latitud y profundidad de las principales especies capturadas en los lances de pesca de identificación.
- Figura 43.** Proporción de captura de las principales especies capturadas en los cruceros de investigación (2001-2005).
- Figura 44.** Frecuencia de ocurrencia de las especies capturadas en los lances de pesca de identificación.
- Figura 45.** Distribución de tallas de merluza de cola total y por sexo para la zona Ladrillero.
- Figura 46.** Distribución de tallas de merluza de cola total y por sexo para la zona de Concepción.
- Figura 47.** Distribución de tallas de merluza de cola total y por sexo para la zona de Taitao.
- Figura 48.** Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor largo de agregaciones.
- Figura 49.** Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor alto de agregaciones.
- Figura 50.** Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor elongación de agregaciones.
- Figura 51.** Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor perímetro de agregaciones.



- Figura 52.** Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor área de agregaciones.
- Figura 53.** Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor dimensión fractal.
- Figura 54.** Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor profundidad de agregaciones.
- Figura 55.** Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor profundidad del fondo.
- Figura 56.** Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor índice de altura.
- Figura 57.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según latitud.
- Figura 58.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según latitud.
- Figura 59.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según subzona.
- Figura 60.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según rango de fondo.
- Figura 61.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según rango de fondo.
- Figura 62.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones e índice de altura según rango de fondo.
- Figura 63.** Valor promedio e intervalo de confianza del porcentaje de machos en las agregaciones según rango de fondo.
- Figura 64.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos largo, alto y elongación según rango de sexo.



- Figura 65.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos perímetro, área y dimensión fractal según rango de sexo.
- Figura 66.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, fondo e índice de altura según rango de sexo.
- Figura 67.** Porcentaje de variabilidad explicada por cada uno de los componentes.
- Figura 68.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes.
- Figura 69.** Relación potencial entre $\ln(S_A)$ y \ln del valor del componente morfométrico (VCM).
- Figura 70.** Distribución del Indicador de abundancia específica (P_i) *versus* el indicador de frecuencia (%) de la dieta de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (agosto 2005).
- Figura 71.** Distribución del indicador a) numérico, b) frecuencia y c) gravimétrico de la dieta de merluza de tres aletas. B/I A. Molina (agosto 2005).

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Taller de entrega de resultados, FIP 2005-06.
- Anexo 2.** Personal Participante por actividad y objetivo específico.
- Anexo 3.** Base de Datos FIP N° 2005-06.



1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas en el período de máxima actividad reproductiva, a través del método hidroacústico, en la zona comprendida entre la latitud 47°00' S. y 51°00' S.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1** Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio.
- 2.2** Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.
- 2.3** Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación.
- 2.4** Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas en el área y período de estudio.
- 2.5** Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio.
- 2.6.1** Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio.



3. ANTECEDENTES

La merluza de tres aletas (*Micromesistius australis* Norman, 1937) es un recurso euribático de gran movilidad asociado a la plataforma y talud continental de la región sur austral de Chile y Argentina, y alrededor de las islas Malvinas, Orcadas del sur, Shetland del sur y Georgias del sur.

Su distribución geográfica en el Océano Atlántico ha sido referida entre las latitudes 38°00'S a 55°00'S en invierno y desde los 42°00'S a 55°00'S en verano, en profundidades de 80 a 800 m en aguas próximas al talud continental. Perrotta (1982) señala que durante la temporada estival la distribución de la merluza de tres aletas se extiende hacia el extremo meridional del mar de Scotia entre las islas Georgias y Shetland del sur, asociada a un desplazamiento de carácter trófico del recurso el cual se alimentaría en esa área durante el primer trimestre del año. En el Océano Pacífico suroriental, Avilés y Aguayo (1979) sitúan su distribución entre las latitudes 42°26'S a 57°00'S y Lillo *et al.* (1993) informan que su presencia está asociada a la plataforma y talud continental en un rango de profundidad de 130 a 800 metros.

Lillo *et al.*, 1994 postulan un esquema de dinámica espacial que asocia la presencia de este recurso en el Pacífico suroriental a un pulso migratorio de carácter reproductivo, el cual ingresa al sector chileno a fines del segundo trimestre proveniente del sector Atlántico. Este pulso se desplaza en dirección general norte asociado a la plataforma y talud continental, hacia un área de desove localizada entre las latitudes 47°00'S a 51°00'S donde se concentra desde mediados de julio a septiembre, retornando luego hacia el sur abandonando el sector Pacífico a mediados de noviembre.

En lo que respecta a su proceso reproductivo, la merluza de tres aletas presenta un desarrollo ovárico de tipo sincrónico, con un solo grupo modal de ovocitos que maduran para ser desovados en tandas sucesivas en corto tiempo (450 -1.125 micras), sin que se registre un proceso continuo de reclutamiento desde el stock de ovocitos maduros en reserva, características que la identifican como un desovador parcial con fecundidad anual determinada (Lillo *et al.*, 2002, Macchi y Pajaro, 1999). La merluza de tres aletas comienza a desovar a una talla de 31 cm (2 años) y sobre 45 cm de longitud la totalidad de las hembras se encuentran maduras (Lillo *et al.*, 2004, Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2002).

El proceso de desove en el Pacífico se lleva a cabo entre mediados de julio y septiembre (Lillo *et al.*, 1993; Córdova y Céspedes, 1997; Lillo y Céspedes,



1998; Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004). A este respecto, los datos recolectados señalan que en promedio la mayor actividad reproductiva se localiza en el bimestre agosto-septiembre, con sobre el 50% de las hembras en proceso de desove activo. En cambio, en septiembre el 73% mostraba gónadas en regresión y hacia octubre y noviembre, junto a los ejemplares con gónadas en regresión se observaron hembras inmaduras, pero ninguna en proceso de desove. En el Atlántico suroccidental, el desove anual se produce entre agosto y septiembre, prolongándose ocasionalmente hasta noviembre (Sánchez *et al.*, 1986; Macchi y Pajaro, 1999)

La talla media de madurez sexual ($L_{50\%}$) de hembras en el Pacífico suroriental ha sido estimada en 38,4 cm (Balbontín y Lillo, 1999) y en 36 cm por Córdova *et al.* (2003). Sánchez *et al.* (1986) estimaron para el Atlántico Sudoccidental, la talla media de madurez en 35,4 cm para machos y 38,01 cm para hembras, mientras que Macchi y Pájaro (1999) señalan un valor sustantivamente menor de 30,8 centímetros.

Los niveles de biomasa de merluza de tres aletas, que se han estimado en alrededor de 180 mil toneladas en el Pacífico suroriental, sugieren que este recurso es un componente importante en el ecosistema demersal sur austral, por una parte como consumidor de zooplancton y por otro como integrante de la dieta de otras especies demersales o cetáceos. Con respecto a lo anterior, Pool *et al.* (1997) señalan que la merluza de tres aletas forma parte de la dieta de la merluza del sur y congrio dorado al sur de la latitud 47°S.

En Chile, la explotación comercial de la merluza de tres aletas se inicia con el desarrollo a mediados de la década del 70 de la pesquería demersal sur austral, orientada a la captura de merluza del sur y congrio dorado, y donde la merluza de tres aletas formaba parte de su fauna acompañante. En el período 1981-1992, los desembarques de merluza de tres aletas variaron entre 2.000 y 5.000 toneladas anuales, obteniéndose las mayores capturas durante el tercer trimestre (Sernapesca, 1990, 1998), sin embargo a partir de 1993 y conjuntamente con el inicio de proyectos de pesca de investigación orientadas al desarrollo de su pesquería, las capturas se han elevado a niveles que han fluctuado entre 29 y 33 mil toneladas los últimos años (Sernapesca 2004), las que se efectúan mayoritariamente en el área y período de desove de esta especie.

Aunque la merluza de tres aletas está presente durante todo el año, se han observado fuertes variaciones en su distribución y rendimientos de pesca. Giakoni (1992), señala la ausencia en diciembre de merluza de tres aletas al norte de la latitud 52°00'S, mientras Lillo y Paillamán (1996), Córdova y



Céspedes (1997) y Lillo y Céspedes (1998), señalan variaciones estacionales en la distribución de la merluza de tres aletas estimada a partir de las áreas de operación de un buque en actividades de Pesca de Investigación, con un límite septentrional localizado al norte de la latitud 47°00'S en invierno y 52°00'S en verano.

En lo que respecta a la localización de las áreas de pesca, tanto en el sector Atlántico como Pacífico las mayores capturas se efectúan entre el segundo y tercer trimestre, esto es, cuando el recurso se dirige hacia su área de desove. Wohler y Marí (1996), señalan que las principales áreas de pesca de la flota argentina se localizan en un área restringida ubicadas al este y noreste de las islas de los Estados, obteniéndose las mayores capturas en el bimestre mayo-junio cuando grandes concentraciones de merluza de tres aletas cruzan en las cercanías del banco Burdwood en dirección a su área de desove en las cercanías de las islas Malvinas (Madirolas *et al.*, 1997). Mientras que en Chile se producen cuando el recurso se desplaza hacia el área comprendida entre los 47°S y 51°S, donde ocurre su proceso de desove (Lillo y Céspedes, 1998).

En este escenario, las variaciones estacionales en la distribución y biomasa de la merluza de tres aletas, que son dependientes de la fase de desarrollo del proceso migratorio, ejercen una clara influencia sobre los rendimientos de pesca del recurso objetivo. Al respecto, Giakoni (1992) estimó para la primera quincena de diciembre de 1992 rendimientos promedios de merluza de tres aletas de 3,2 t·h⁻¹, mientras Lillo y Paillamán (1996) estimaron para el período diciembre de 1994 a abril de 1995 rendimientos de pesca que fluctuaron entre 0,7 y 4,5 t·h⁻¹. En el período julio-noviembre los rendimientos de pesca han presentado un fuerte aumento, fluctuando desde 8 t/h (noviembre de 1998 y 2000) a 137 t/h (julio de 1997), mientras que en el resto de los años los valores máximos promedios han fluctuado entre 43 y 81 t/h. Un elemento común, lo constituye la baja en los rendimientos de pesca en el período octubre y noviembre, (Lillo *et al.*, 1993, Córdova y Céspedes, 1997, Lillo y Céspedes, 1998; Céspedes *et al.*, 2003) (**Tabla 1**).

En lo relativo a la biomasa de la merluza de tres aletas, dos evaluaciones directas realizadas mediante métodos acústicos el año 1993 para la zona comprendida entre las latitudes 47°S a 57°S, señalan valores de 186 mil toneladas en junio y 66 mil toneladas en noviembre, es decir, una disminución de la biomasa del 65% entre ambos períodos, hecho también atribuido al proceso migratorio del recurso (Lillo *et al.*, 1993). Las evaluaciones directas mediante métodos acústicos durante el período reproductivo realizados durante 2001 y 2002, han resultado en biomasas en torno a las 200 mil toneladas, bordeando las 180 mil toneladas el 2003 y sufriendo una merma considerable el



2004 alcanzando las 84.000 toneladas, situación atribuible este último año al período de realización del crucero, ya que el recurso se encontró en una condición de post-desove y muy disminuido físicamente.

La estructura etárea de las capturas de *M. australis* en la zona sur austral está compuesta por ejemplares pertenecientes a GE 2 hasta el GE 20+. Esta especie presenta una tasa de crecimiento notablemente lento después de la edad 7 (Ojeda *et al.*, 1998), lo que se traduce que en un estrecho rango de tallas ($\approx 46-60$ cm) esté contenida una gran variedad de edades, dentro de las cuales aparecen algunas clases anuales fuertes que permiten ser seguidas claramente de un año a otro (Lillo *et al.*, 2003).

La presencia de un gran número de edades ha sido también observada en algunos sectores de su distribución en Nueva Zelanda (Russello; 1994, 1995), aunque en otros se encontraron fracciones del stock segregados por talla y edad (Spak, 1975).

M. australis es clasificada como perteneciente al grupo de desovadores parciales con fecundidad determinada, con un sólo desove anual que se produce en el bimestre agosto-septiembre prolongándose ocasionalmente hasta noviembre en el Atlántico (Sánchez *et al.*, 1986 y Macchi *et al.*, 2004). En el Pacífico suroriental, sobre la base de estimaciones del índice gonadosomático (IGS) y el análisis de los estadios de madurez macroscópicos como microscópicos, se ha registrado que esta especie experimenta un activo proceso reproductivo en el bimestre agosto-septiembre, con valores de fecundidad promedios que han variado entre 386.831 y 733.540 ovocitos, en tanto que su fecundidad relativa promedio ha fluctuado entre 392 y 703 ovocitos (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003 y Lillo *et al.*, 2004). A este respecto, los datos recolectados señalan que la mayor actividad reproductiva se localiza en el bimestre agosto-septiembre con sobre el 50% de las hembras en proceso de desove activo, en cambio, hacia octubre y noviembre junto a los ejemplares con gónadas en regresión se observaron hembras inmaduras, pero ninguna en proceso de desove.

En lo que respecta al comportamiento alimentario de *M. australis*, esta presenta características zooplanctófagas del tipo carcinófago, siendo sus presas en primer lugar crustáceos pelágicos (eufáusidos) y en segundo lugar pequeños peces (mictófidios) (Otero, 1977, Pool, *et al.*, 1997; Lillo *et al.*, 2003). Por otra parte, Pool *et al.*, (1997) señalan que la *M. australis* forma parte de la dieta de *Merluccius australis* y *Genypterus blacodes*, pero sin alcanzar los niveles de importancia que representa *Macruronus magellanicus*, situación también observada por Lillo *et al.* (2002; 2003).



Una característica de los estudios de la dieta de merluza de *M. australis* es la baja proporción de estómagos con algún tipo contenido (<27%), situación que ha sido atribuida a la rápida digestión de presas con cuerpos frágiles como son las especies del zooplancton (Pool *et al.*, 1997).

Esta pesquería declarada en régimen de plena explotación el año 2000 por la autoridad pesquera, se encuentra bajo la medida de administración llamada Límite Máximo de Captura por Armador, requiriéndose en consecuencia de antecedentes que permitan establecer los niveles de capturas totales permisibles o biológicamente aceptables. En este contexto, en la conveniencia de mantener una línea de investigación de la biomasa del stock desovante del recurso, el Consejo de Investigación Pesquera incluyó un proyecto de evaluación directa de la merluza de tres aletas en el programa de investigaciones correspondiente al año 2005, del que se presenta su informe final.



4. METODOLOGÍA

4.1 Área y período de estudio

Los términos básicos de referencia del proyecto, señalaban “se deberá realizar un crucero de evaluación hidroacústica en los principales focos de desove de merluza de tres aletas detectados en las regiones X y XI”.

Los antecedentes disponibles, que provienen de datos obtenidos a partir de 1993, señalan la presencia de concentraciones del recurso objetivo en la zona comprendida entre las latitudes 47° y 51°S. Estas concentraciones estarían asociadas a un proceso reproductivo que alcanza su máxima actividad entre fines de julio, agosto y primera quincena de septiembre.

El crucero de prospección se efectuó en el período comprendido desde el 13 al 22 de Agosto, en el área comprendida entre las latitudes 47° y 51°S.

Para determinar el área prospectada se utilizó el software Surfer 8.0. En él se digitalizaron los puntos de inicio y fin de la totalidad de las transectas realizadas durante el crucero. Luego los puntos digitalizados, inicialmente expresados en grados y minutos de longitud y latitud, se convirtieron a millas náuticas a través de su proyección en coordenadas mercator. Posteriormente se construyó una grilla equivalente al área rectangular mínima que contuviera el polígono de la zona en estudio. Sobre esta grilla se blanqueó el polígono formado por los puntos iniciales y finales de las transectas. A la cual se le aplicó la función Volumen, la cual entrega un reporte completo, incluyendo el área plana encerrada, expresada en millas náuticas cuadradas.

En el caso de la utilización del software EVA2, se utilizó el área entregada por dicho programa en unidades de grados cuadrados, los cuales fueron transformados a millas náuticas cuadradas de acuerdo a su correspondiente corrección por el coseno de la latitud media de la forma

$$\text{Área} = \text{Area}_{\text{grados}} * 3600 * \cos(\text{Lat}^{\circ}\text{S}) \text{ mn}^2$$

4.2 Equipos

4.2.1 Embarcación

Para efectuar el estudio, el Instituto de Fomento Pesquero efectuó un llamado a participar a las empresas que operan buques arrastreros en la pesquería demersal



sur austral. De lo anterior se obtuvo respuesta positiva de la empresa de Desarrollo Pesquero (EMDEPES), quien manifest3 su inter3 en participar con el B/F “UNZEN”, nave de 85 metros de eslora, 15 m de manga, TRG de 2.591 toneladas y con una potencia en el motor principal de 4.347 HP encontr3ndose altamente capacitada para operar en la zona de estudio (**Fig.1**).

4.2.2 Sistema de ecointegraci3n

El B/F “UNZEN” cuenta con un ecosonda marca Simrad modelo ES60 con un transductor ES38B (Split-beam transducer) de frecuencia de 38 Khz, el cual permiti3 almacenar los archivos para su posterior proceso (**Fig. 2**). Este ecosonda fue configurado para transmitir a una potencia de 2000 W con una duraci3n del pulso (medio) de 1,024 ms. La ganancia por defecto (de f3brica) fue de 26,5 dB, debiendo corregirse durante el post-proceso de los datos con la nueva ganancia establecida en la calibraci3n, mientras que el coeficiente de absorci3n nominal fue de 9,75 dB/km. El nivel m3nimo de detecci3n fue de -65 dB.

Adicionalmente se le instal3 el programa SonarData Echolog[®] versi3n 2.10.51 para la toma de datos y el software Echoview[®] (versi3n 3.00.81.34) que permiti3 procesar y manejar en una fase inicial los archivos ac3sticos a bordo y posteriormente en tierra en un post-proceso. Como respaldo a la informaci3n de los archivos base, se conect3 un disco duro externo de 120 Gb de capacidad, directamente al computador del ES60.

El sistema de ecointegraci3n, fue calibrado de acuerdo al procedimiento propuesto por Foote *et al.*, (1987) y recomendado por el fabricante (Simrad, 1991). Este consiste en ubicar en el eje del haz ac3stico una esfera de cobre de 60 mm de di3metro de fuerza de blanco conocida ($TS_{(esf)} = -33,6 \text{ dB re } 1 \text{ m}^2$) (**Fig. 3**), la cual fue ubicada a una profundidad de 15 m bajo el transductor.

La estimaci3n de la ganancia en modo TS ($TS_{(gain)}$), se efectu3 mediante un proceso, donde se estim3 la semidiferencia entre el valor de la respuesta ac3stica del blanco est3ndar ($TS_{(medido)}$) y el valor de referencia ($TS_{(esf)}$) y se aplic3 como factor de correcci3n a la ganancia en modo TS en uso (TS_0).

$$TS_{(gain)} = TS_0 + \frac{TS_{medido} - TS_{(esf)}}{2}$$

El ajuste de las ganancias en modo de ecointegraci3n ($SV_{(gain)}$), se efectua tambi3n mediante la aplicaci3n de un factor de correcci3n a la ganancia actual de integraci3n ($SV_{(gain)}(0)$). Este factor se calcul3 como la raz3n logar3tmica entre la



integración medida del blanco estándar ($S_A(\text{medido})$) y su integración teórica ($S_A(\text{esf})$) mediante el siguiente procedimiento:

$$S_{A(\text{esf})} = \frac{4 * \pi * \sigma_{bs} * (1852)^2}{\psi * r^2}$$

$$SV_{(\text{gain})} = SV_{(\text{gain})}(0) + \frac{10 * \log \frac{S_A(\text{medido})}{S_A(\text{esf})}}{2}$$

donde:

- σ_{bs} = sección dispersante de la esfera.
- $\sigma_{bs} = 10^{TS(\text{esf})/10}$
- r = profundidad de la esfera (m)
- ψ = ángulo equivalente del haz acústico
- $S_{A(\text{esf})}$ = integración teórica del blanco estándar
- $S_{A(\text{medido})}$ = integración medida del blanco estándar
- $SV_{(\text{gain})}$ = ganancia en modo de integración ajustada
- $SV_{(\text{gain})}(0)$ = ganancia en modo de integración a corregir.

El ángulo equivalente es una medida del patrón del haz acústico, también llamado ángulo de reverberación del transductor, corresponde al ángulo que produciría la misma ecointegración que el transductor, cuando los blancos están aleatoriamente distribuidos en el haz (MacLennan y Simmonds, 1992).

Del proceso y análisis de los datos se estableció que la nueva ganancia del equipo era de 26,9 dB (**Tabla 2**), pero cabe destacar que este tipo de ecosondas no permite cambiar los valores ingresados por la fábrica. Por lo tanto, esta ganancia no se puede reemplazar por la anterior de 26,50 dB sino que ésta se tomó en cuenta al momento de procesar los datos almacenados con este equipo. Para lo anterior se utilizó la opción del software Sonardata Echoview® que permite aplicar una corrección a la ganancia del equipo (*Variable properties/Calibration/Apply calibration correction*) ya sea en la toma de datos o en el post-proceso como fue el caso.

4.2.3 Redes de pesca

Los lances de pesca de identificación fueron realizados con una red de arrastre de mediagua, ésta correspondió a un modelo de uso normal en la pesquería de la merluza de tres aletas (**Fig. 4**). Sin embargo, considerando que el objetivo de los



lances de pesca de identificación era obtener capturas que representen la estructura del recurso objetivo en el mayor rango de tallas, el copo de la red fue armado con una cubierta interior (calcetín) de 50 mm de tamaño de malla.

4.3. Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio

4.3.1 Diseño de muestreo

Asumiendo aleatoriedad en la distribución del recurso con respecto a la localización de la primera transecta, el muestreo de tipo sistemático ha sido considerado como el más adecuado para estudios orientados a estimar la abundancia, precisión y distribución de un recurso (Simmonds y Fryer (1996), Simmonds (1996), MacLennan y Simmonds (1992), Shotton y Bazigos (1984). Además, Simmonds *et al.* (1991), señalan que una evaluación directa de un recurso pesquero debe considerar además la disponibilidad espacio-temporal del stock y que éste debería estar dentro de un área definida por un período determinado y, en lo posible en condiciones monoespecíficas.

Teniendo en cuenta que durante el período y área del estudio, los antecedentes indicaban que la concentración reproductiva del recurso presentaba una estrecha distribución longitudinal, se efectuó de acuerdo a lo propuesto en la oferta técnica, un muestreo de tipo sistemático con transectas de muestreo equidistantes y perpendiculares al sentido general de la costa, lo que permite disminuir la varianza del estimador cuando los datos presentan un gradiente de densidad en el sentido de las transectas, como también, obtener información adecuada sobre la distribución espacial de los recursos (MacLennan and Simmonds, 1992).

Dadas las condiciones de tiempo en la zona y a fin de minimizar la pérdida de información acústica por el movimiento de cabeceo y balance del buque, las transectas se hicieron en sentido oeste-este, mientras que las intertransectas fueron en sentido diagonal, permitiendo de esta manera además, considerando la topología del fondo, con una plataforma continental estrecha y un talud abrupto, cubrir de manera mas completo el sector.

Durante el crucero se realizaron 49 transectas con una separación entre ellas de cinco millas náuticas, que cubrieron longitudinalmente desde el veril de los cien a 1.000 metros de profundidad (**Fig 5**).



La prospección acústica se realizó en período nocturno a fin de detectar el recurso lo más separado del fondo posible, realizándose los lances de identificación a la mañana siguiente en el área recorrida y donde se detectaron agregaciones durante la noche.

Durante el período de prospección se cubrió en promedio 5,5 transectas por noche (con sus respectivas intertransectas), resultando en un avance de 22,5 mn por día de prospección. A fin de explorar la existencia de tendencias temporales y espaciales en las observaciones, durante los períodos de prospecciones nocturnas (noches), se procedió a agrupar las observaciones (S_A) de las transectas e intertransectas por “noche” de prospección, considerándose para esto el período entre las 20:00 hrs y las 06:00 del día siguiente

Lo anterior se determinó mediante la construcción de correlogramas, lo cual permite visualizar y cuantificar la existencia de macroestructuras en datos acústicos (Barbieri, 1981; Barbieri y Córdova, 1986, Córdova *et al.*, 1995). El correlograma fue determinado mediante la expresión:

$$R_0 = \frac{n_i * \sum_{i=1}^{n-k} (Y_i - \bar{Y}_i)(Y_{i+1} - \bar{Y}_i)}{(n_i - k) \sum_{i=1}^{n_i} (Y_i - \bar{Y}_i)^2}$$

donde,

- k = orden de autocorrelación
- Y_i = densidad de la noche i-ésima
- \bar{Y}_i = densidad media de las “n” noches de prospección.
- n_i = número de la noche “i” en la prospección.
- n = número total de noches en la prospección



4.3.2 Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas

La identificación de los ecotrazos correspondientes a la merluza de tres aletas, se realizó mediante la inspección visual de los ecogramas, para lo cual se utilizó el software SonarData Echoview® fijándose un umbral mínimo de detección (S_v) de -65 dB. El procedimiento utilizado es el considerado estándar (Simmonds *et al.*, 1991) constando de los siguientes pasos (**Fig. 6**):

- 1) Definición de líneas de superficie y línea de fondo en el ecograma, las cuales limitaron las zonas de integración superior e inferiormente en el ecograma.
- 2) Revisión y edición de la línea de fondo, la cual fue corregida en las zonas en que hubo pérdida de señal, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confundía con señales de agregaciones muy cercanas a éste, corrigiendo la señal por zona muerta. Esta corrección de la señal de fondo generó un límite inferior para el área de integración.
- 3) Revisión y edición de la línea de superficie, la cual debió ser generada a una profundidad tal que evite que la turbulencia o burbujas generadas por el casco del buque sean incorporadas como ruido a la integración, ésta línea se ubicó 3 metros bajo el transductor.
- 4) Definición de regiones a integrar, donde se integraron positivamente las regiones dentro de cada IBM (Intervalo Básico de Muestreo de 0,5 millas náuticas de extensión). La delineación de la región a integrar fue de tipo manual, encerrando convenientemente en la región el ecotrazo detectado para su posterior integración. Esta identificación estuvo basada específicamente en la información resultante de los lances de identificación mediante proximidad directa, es así que al norte de la latitud 47°50'S, consecuentemente con la información extraída de los lances de identificación, en donde no se capturó merluza de tres aletas, no existe asignación de ecotrazos para esa zona, asumiéndose la ausencia de ecos no atribuibles a especies muestreadas en la red. Este procedimiento permite acotar la asignación de los ecotrazos a especies presentes en la captura. Es importante mencionar que la merluza de tres aletas fue dominante en los lances de identificación (>80%). De este modo la asignación de los ecotrazos de esta especie tuvo una alta certeza, minimizando la fuente de eventual error en que pudiera incurrirse por este concepto. Los ecotrazos excluidos de las regiones señaladas, no fueron considerados en la ecointegración, siendo innecesario aplicar factores de corrección al eventual sesgo en la evolución.

La asignación de las unidades de ecointegración, se realizó mediante el método propuesto por Bodholt (1991), que plantea que la contribución a la integración



($S_{A(i)}$) de una especie "i" a la integración total ($S_{A(t)}$) del intervalo básico de muestreo es proporcional a su participación en la captura en número (w_i) de las "j" especies participantes en el lance y su coeficiente de dispersión acústico (σ).

$$S_{A(i)} = \frac{w_i * \bar{\sigma}_i}{\sum (w_j * \bar{\sigma}_j)} * S_{A(t)}$$

En este caso en particular y dada la característica monoespecífica de la mayoría de los lances exitosos de merluza de tres aletas, se consideró la proporción en número como asignador de la proporción de S_A para merluza de tres aletas, aplicándose para esta especie su coeficiente de dispersión acústico. En el caso de los lances con captura multiespecífica se consideró las relaciones de TS de las especies recurrentes utilizando las relaciones descritas para merluza del sur por Lillo *et al* (1996) y para hoki (*Macruronus novaezelandiae*) por Do y Surti (1993), mientras que para reineta se utilizó la relación para peces fisóstomos (Foote 1987). Para cojinoba del sur y dada la falta de información para esta especie se optó por replicar la relación utilizada para merluza austral:

Merluza de cola: $20 * \text{Log}(L) - 72,7$ (dB)
Merluza austral: $20 * \text{Log}(L) - 68,1$ (dB)
Reineta: $20 * \text{Log}(L) - 71,9$ (dB)

En cada región se asignaron la talla y peso de las especies participantes medidos en los correspondientes lances asociados. En aquellos casos en que sólo se midió el peso y número de la captura de la fauna acompañante a merluza de tres aletas, se utilizó el peso promedio de la especie y la relación longitud-peso para deducir la talla. Esta relación fue derivada de los muestreos biológicos del crucero (para reineta y cojinoba del sur) y de información del crucero de evaluación de merluza de cola y merluza austral 2005 efectuada en el mismo buque con fecha inmediatamente anterior. Los valores de talla media (peso medio) pueden ser estimados directamente de la relación entre el número de individuos y peso de la captura por lance y especie (sección 5.1.1.).

Merluza de cola: $W = 0,0026 * L^{3,0169}$
Merluza austral: $W = 0,0018 * L^{3,3061}$
Cojinoba del sur: $W = 0,0190 * L^{2,9276}$
Reineta: $W = 0,0286 * L^{2,8388}$

La asignación de la proporción de merluza de tres aletas y de las especies recurrentes de cada lance se realizó al área inmediatamente vecina a éste, lo que dado el gran nivel de cobertura de los lances de identificación, permitió obtener



valores de proporción para toda el área de estudio. La incertidumbre generada por la asignación de TS de las especies recurrentes, si bien no se puede obviar, dado el carácter monoespecífico de las capturas de merluza de tres aletas se puede considerar de bajo nivel. Respecto a la incertidumbre respecto a la resolución temporal de las especies recurrentes, dado el período relativamente corto de tiempo entre la prospección y la ejecución del lance se puede considerar también reducida.

Posibles ajustes debido a diferencias entre coeficientes de absorción estimado y nominal no se aplican, debido principalmente a que no se monitoreó la temperatura de la columna de agua ni la salinidad, utilizándose las que por defecto reporta el equipo.

Durante el crucero se efectuaron 41 lances de pesca orientados a la identificación de ecotrazos, cubriendo la totalidad del área prospectada, cuyo despliegue espacial se entrega en la **Figura 5**.

4.3.3 Información acústica

La prospección acústica nocturna, se llevó a cabo en forma continua durante la navegación, discretizando la información en Intervalos Básicos de Muestreo (I.B.M.) de 0,5 mn. (Barbieri et al., 1998). La información acústica está representada por el valor de densidad promedio detectada en cada I.B.M. a lo largo de la transecta, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada (SA) y los valores de intensidad de blanco (TS), detectados dentro de los límites de integración de las I.B.M.'s.

4.3.4 Relación TS utilizada y coeficiente de ecointegración en número (C_n) y peso (C_b)

- **Relación TS**

Aún cuando la obtención de los datos de fuerza de blanco se ha efectuado en todos los cruceros de prospección acústica a la fecha, los resultados obtenidos en estudios anteriores no han sido confiables, debido al comportamiento altamente gregario de *M. australis*, resultando que en los lances de pesca “limpia” (100% merluza de tres aletas) la distribución del recurso no es la óptima para la detección de blancos individuales, por cuanto el recurso se presenta de preferencia en agregaciones tipo estrato o muy agregado (**Fig. 7a, 7b y 7c**). Esta característica particular del recurso no cumple con las condiciones establecidas como recomendable para mediciones de TS (ICES, 1999, 2001). Es así que a fin de mantener una consecuencia con evaluaciones anteriores de merluza de tres aletas, es que se utilizó la relación señalada por (Lillo *et al.*, 1996) para *Merluccius gayi* e igual a:



$$\overline{TS} = 20 * \log(talla) - 68,5 \quad (dB)$$

Sin perjuicio de lo anterior y a modo de comparación se utilizó la relación señalada para ***Micromesistius poutassou*** por Monstad (1992), que es empleada en las evaluaciones de ***Micromesistius australis*** en Nueva Zelandia (Hanchet, 2000) y Argentina (Madirolas *et al.*, 1997), y que corresponde a:

$$\overline{TS} = 21,7 * \log(talla) - 72,8 \quad (dB)$$

Esto a modo comparativo ya que sin desestimar esta última relación ella debería ser considerada con precaución, pues Hanchet (2000), señala que la relación de fuerza de blanco propuesta por Monstad (1992) sobreestimaría la biomasa en niveles del 30%. En este escenario las estimaciones mediante métodos hidroacústicos de la biomasa de la fracción desovante del stock de merluza de tres aletas deben ser consideradas como un indicador del tamaño del stock, mientras no se tenga una relación TS-talla de la especie objetivo, actividad difícil de efectuar debido a su comportamiento gregario (Lillo *et al.*, 2004)

Finalmente se incorpora además la relación estimada por Godø *et al.* (2002) y Heino *et al.* (2003) los que en experimentos de medición de TS efectuadas sobre ***Micromesistius poutassou***, obtuvieron sólo un resultado confiable que les permitió estimar la relación:

$$\overline{TS} = 20 * \log(talla) - 64 \quad (dB)$$

Se debe considerar que la aplicación de esta relación significaba una reducción del 75% de la biomasa estimada por dichos autores, por lo que en ambos estudios se recomienda tomar con cautela los resultados hasta efectuar nuevas mediciones.

Básicamente estas son las razones por la que se mantiene como base la aplicación de la relación estimada para merluza común en la evaluación de merluza de tres aletas, debiendo considerarse los estimados como una abundancia y biomasa relativa.

Respecto a la estimación de la TS media a partir de los datos de talla, a fin de determinar la existencia de diferencias significativas en las distribuciones de frecuencia de talla en áreas diferenciadas latitudinalmente (en una estrecha franja longitudinal) y que fueron definidas de acuerdo a concentraciones diferenciadas visualmente de merluza de tres aletas, denominadas: Área norte



(47°47,5S–48°59,2S), 3rea centro (49°21,9S–43°33,5S) y 3rea sur (49°50,6S–50°52,6S), se aplic3 la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG) (Miranda, 1998), la cual corresponde a una prueba estadística que permite establecer la similitud o diferencia estadística entre distribuciones multinomiales. El procedimiento considera el planteamiento de la hip3tesis que supone que las distribuciones provienen de una misma poblaci3n. Atendiendo a la homogeneidad postulada entre estas distribuciones, la hip3tesis nula (**H₀**) se plantea como

H_0 : Las estructura de tallas de las zonas son iguales o las zonas tienen una misma estructura de tallas.

La DHG considera una estadística, de prueba basada en una variable aleatoria con distribuci3n χ^2 , la que bajo el supuesto de que la hip3tesis nula es verdadera, esta se distribuye como una distribuci3n χ^2 central.

Bajo este predicamento o supuesto la estadística de prueba hace uso de una distribuci3n multinomial o estructura de tallas de referencia, la que se asume como te3rica:

$$H_0 : \vec{P}_1 = \vec{P}_2 = \dots = \vec{P}_Z = \vec{P}_p$$
$$H_1 : \vec{P}_z \neq \vec{P}_{z'}, z \neq z'; z = 1, 2, 3, \dots, Z$$

Hip3tesis que pueden ser planteadas de manera equivalente como sigue:

$$H_0 : P_{1k} = P_{2k} = \dots = P_{Zk} = P_{pk} \quad \forall k = 1, 2, 3, \dots, k \wedge \forall z = 1, 2, 3, \dots, z$$
$$H_1 : P_{zk} \neq P_{z'k}, z \neq z'; z, z' = 1, 2, 3, \dots, Z$$

Como se dijera anteriormente, la estadística de prueba a utilizar, se basa en una distribuci3n χ^2 la cual esta dada por la siguiente expresi3n:

$$\chi_{z(k-1)}^2 = \sum_{k=1}^K \frac{[n_{zk} - n_z \hat{P}_{pk}]^2}{n_z \hat{P}_{pk}}; z = 1, 2, \dots, Z$$

Esta estadística se distribuye como una distribuci3n chi-cuadrado con $k-1$ grados de libertad, dando cuenta de cuan similar es el n3mero de ejemplares observado de talla “k” dentro de cada zona con respecto a lo que se esperarí3 observar bajo



el supuesto de verdad de la hipótesis nula. Si la hipótesis nula es verdadera, esperaríamos que el valor de esta estadística en cada una de las zonas debiera ser igual a cero. Entonces su aporte a las diferencias observadas en la totalidad de las zonas examinadas independientemente podemos adicionarlas (teorema) como sigue:

$$\chi_b^2 = \sum_{z=1}^{z=Z} \chi_{z(K-1)}^2 = \sum_{z=1}^{z=Z} \sum_{k=1}^K \frac{[n_{zk} - n_z \hat{P}_{pk}]^2}{n_z \hat{P}_{pk}};$$

Luego la estadística de prueba esta dada por la relación:

$$\chi_{DH}^2 = \left\{ \sum_{z=1}^{z=Z} \chi_{z(K-1)}^2 - \chi_p^2 \right\} \sim \chi_{((Z-1)(K-1))}^2$$

Donde:

$$\chi_p^2 = \sum_{k=1}^K \frac{[n_k - n \hat{P}_{pk}]^2}{n \hat{P}_{pk}} \sim \chi_{(K-1)}^2$$

$$n_k = \sum_{z=1}^{z=Z} n_{zk} \quad , \quad n = \sum_{z=1}^{z=Z} \sum_{k=1}^K n_{zk}$$

Como criterio de decisión respecto de la hipótesis nula (**H₀**), esta es rechazada si el valor observado de la estadística de prueba $\chi_{DH}^2 > \chi_{c(Z-1)(K-1)}^2$, a un nivel de significación preestablecido $\alpha = \alpha_0 = (0.05)$.

De acuerdo a lo anterior, la estimación de la TS media a partir de los datos de talla, se realizó a partir de la distribución de frecuencia ponderada de talla asignada para toda el área de estudio, ya que la DHG determinó que no existían diferencias significativas entre las distribuciones de frecuencia de talla entre lances asociados a áreas de distribución.

- **Coeficiente de ecointegración**

El coeficiente de ecointegración en número (C_n) referido a un S_A se calculó según:



$$C_n = (4\pi x 10^{\frac{TS}{10}})^{-1}$$

El coeficiente de eointegraci3n en peso (C_b) se calcul3 segun:

$$C_b = \frac{(4\pi x 10^{\frac{TS_{kg}}{10}})^{-1}}{1000}$$

donde $TS_{kg} = TS - 10 * \text{Log}(w_{prom}/1000)$

4.3.5. Estimaci3n de la abundancia (en nmero) y la biomasa (en peso)

La abundancia y biomasa de merluza de tres aletas en el rea de estudio se estim3 segun:

$$\hat{A}_k = a \hat{C}_{nk} \hat{R}_k$$

$$\hat{A}_T = \sum_k \hat{A}_k$$

$$\hat{B}_k = \hat{A}_k w_k$$

$$\hat{B}_T = \sum_k \hat{B}_k$$

donde :

- \hat{A}_k = abundancia a la talla k (en nmero).
- a = rea prospectada (mn^2).
- \hat{C}_{nk} = coeficiente de eointegraci3n a la talla k ($n/mn^2/S_a$)
- w_{kj} = peso promedio a la talla k, expresado en (t).
- $\hat{A}_T; \hat{B}_T$ = abundancia y biomasa total.
- P_k = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca agrupados en el rea de estudio.
- \hat{R}_k = estimador de raz3n a la talla k.

Siendo:

$$\hat{R}_k = \hat{R} P_k$$

Donde \hat{R} se obtuvo de acuerdo a los siguientes m3todos



- **Hansen y Wolter**

El estimador de razón (\hat{R}) de las lecturas acústicas del ecointegrador (S_a^t) por IBM correspondiente a los métodos de Hansen *et al.* (1953) y Wolter (1985) se calcula según:

$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

donde:

- n = número de transectas de la muestra
- X_i = densidad de la transecta i-ésima.
- Y_i = número de IBM. en la transecta i-ésima.

- **Bootstrap**

El estimador de \hat{R} según el método Bootstrap se calcula según:

$$\bar{\hat{R}} = \sum_{i=1}^G \frac{\hat{R}_i}{G}$$

siendo \hat{R} un estimador de razón obtenido de la i-ésima muestra de tamaño n seleccionado con reposición de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

- **VARIABLES REGIONALIZADAS**

Otro estimador de biomasa utilizado, corresponde al propuesto por Petitgas (1991) el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución del recurso y estima su densidad (Z), que es equivalente a la razón \hat{R} , sólo en dicha área (V) mediante la expresión:

$$Z_v = \frac{1}{V} \int Z(x) dx$$

Z_v es un estimador de la media ponderada de las muestras de las lecturas acústicas, sin embargo, en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular, y donde cada una de ellas tiene igual área de influencia, el estimador de Z_v se calcula como la media aritmética de los datos de S_A por intervalo básico de muestreo.



La lectura acústica del ecointegrador por ESDU corresponde a la expresión:

$$S_a = 4\pi S_v R_o^2 (1852m/mn)^2 (r_2 - r_1)$$

donde :

- S_v = coeficiente volumétrico de dispersión (m^2/m^2).
- R_o = profundidad de referencia del blanco (m).
- r_2, r_1 = límites superior e inferior de la ecointegración ó de los estratos programados (m).
- 1.852 = factor de transformación de m a mn.

4.3.6. Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determinó según:

$$\hat{V}(\hat{A}_k) = a^2 \left[\hat{V}(\hat{C}_{nk}) \hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{C}_{nk}^2 - \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{V}(\hat{C}_{nk}) \right]$$

$$\hat{V}(\hat{R}_k) = \hat{V}(P_k) \hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k) P_k^2 - \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{V}(\hat{R}_k)$$

La varianza de la biomasa se calcula según:

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

La varianza del coeficiente de ecointegración en número (\hat{C}_{nk}) se determinó según:

$$\hat{V}(\hat{C}_{nk}) = (4\pi)^{-2} (10)^{-2(0,1\overline{TS}_k+1)} \ln^2(10) \hat{V}(\overline{TS}_k)$$

Donde:

$$\hat{V}(\overline{TS}_k) = \hat{V}(\hat{\alpha}) + \log^2(L_k) \hat{V}(\hat{\beta}) + 2 \log L_k \text{cov}(\hat{\alpha}, \hat{\beta})$$

Siendo:

- α y β = coeficientes de la regresión TS-L.
- L_k = longitud a la talla k.

Para diseños sistemáticos como el propuesto en esta evaluación, donde se considera un único punto de arranque para la muestra, no es posible obtener un estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Sin embargo, hay un amplio conjunto de estimadores aproximados que pueden ser usados con resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la población en estudio no presenta periodicidad en relación a la selección de la muestra sistemática. En este contexto, se obtienen al menos tres estimadores alternativos de varianza de la razón.



- **Conglomerado de tamaño desiguales (Hansen et al., 1953)**

$$\hat{V}_1(\hat{R}) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{ny} (s_x^2 + \hat{R}^2 s_y^2 - 2\hat{R} s_{xy})$$

donde, N es el número total de transectas en el área, y

$$s_{xy} = \sum_i^n \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

$$s_x^2 = s_{xx} \quad ; \quad s_y^2 = s_{yy}$$

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad ; \quad \bar{y} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{n}$$

donde, el intervalo de confianza $1 - \alpha$ para la abundancia \hat{A} o la biomasa \hat{B} está dado por la expresión:

$$\left(\hat{B} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})} \quad ; \quad \hat{B} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})}\right)$$

- **Estratos agrupados (Wolter, 1985)**

$$\hat{V}_2(\hat{R}) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{n} \frac{\hat{R}^2}{(n-1)} (s_x^2 + s_y^2 - 2 s_{xy})$$

donde:

$$s_{xy} = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(x_i - x_{i+1})(y_i - y_{i+1})}{\bar{x} \bar{y}}$$

$$s_x^2 = s_{xx} \quad ; \quad s_y^2 = s_{yy}$$

donde, el intervalo de confianza $(1 - \alpha)$ para la abundancia \hat{A} o la biomasa \hat{B} está dado por la expresión:

$$\left(\hat{B} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})} \quad ; \quad \hat{B} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})}\right)$$



- **Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)**

$$\hat{V}_3(\hat{R}) = \frac{1}{(G-1)} = \sum_{i=1}^G (\hat{R}_i - \bar{\hat{R}})^2$$

Donde:

$$\bar{\hat{R}} = \sum_{i=1}^G \frac{\hat{R}_i}{G}$$

Siendo \hat{R} un estimador de razón obtenido de la i-ésima muestra de tamaño n seleccionado con reposición de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

El intervalo de confianza $(1-\alpha)$ para la abundancia \hat{A} o la biomasa \hat{B} se encuentra dado por el método Percentil Corregido (BC).

$$(\hat{F}^{-1} \{ \phi(2 Z_0) \})$$

Donde \hat{F}^{-1} es la función inversa de la distribución acumulada de $\hat{F}(\hat{R})$, definida por:

$$\hat{F}(\hat{R}) = Prob(\hat{R}_x - \hat{R})$$

y donde,

$$Z_0 = \phi^{-1}(\hat{F}(\hat{R}))$$

siendo f^{-1} la función inversa de la distribución normal estándar y Z_α es el percentil superior de una normal estándar.

- **Método de las variables regionalizadas**

Un cuarto estimador de varianza utilizado corresponde al propuesto por Matheron (1971), para datos geográficamente correlacionados mediante la ecuación:

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

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

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



$$\bar{\gamma}(S,V) = \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \int_V \gamma(x_{\alpha} - y) dy$$
$$\bar{\gamma}(V,V) = \frac{1}{V^2} \int_V dx \int_V \gamma(x - y) dy$$

Donde V es el 3rea de distribuci3n del recurso, (α, β) los 3ndices de los intervalos b3sicos de muestreos y n el n3mero de muestras en V .

La varianza σ_e es entonces la diferencia entre la integral doble de la funci3n de estructura $(\bar{\gamma}(S,V))$ y sus dos aproximaciones discretas sobre la grilla de muestreo $(\bar{\gamma}(S,V)$ y $\bar{\gamma}(S,S)$), de los cuales estos 3ltimos no pueden ser calculados sin recurrir a un modelo de variograma.

La varianza σ_e depende de la estructura espacial a trav3s de tres factores geom3tricos; de la geometr3a del campo para $\bar{\gamma}(V,V)$; de la disposici3n entre los intervalos b3sicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S,S)$ y de la posici3n de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S,V)$ (Petitgas y Prampart, 1993).

Para la obtenci3n de los estimadores geoestad3sticos, se utiliz3 el software EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997)

Adicionalmente se procedi3 a determinar estimaciones de abundancia y biomasa por el m3todo geoestad3stico (kriging) en las 3 3reas definidas anteriormente, en las cuales se observaron los principales focos de densidades de merluza de tres aletas, teniendo especial cuidado en no dejar fuera alguna observaci3n ac3stica, a fin de comparar fehacientemente los resultados en estas 3reas con los estimados obtenidos en el proceso aplicado a toda el 3rea de evaluaci3n. Las 3reas estuvieron delimitadas latitudinalmente por:

3rea norte: 47°47,5S – 48°59,2S (200,8 mn²)
3rea centro: 49°21,9S – 43°33,5S (30,4 mn²)
3rea sur: 49°50,6S – 50°52,6S (119,8 mn²)

Lo anterior en una estrecha franja longitudinal (**Fig. 8**), posteriormente se asoci3 a ellas el n3mero de lances que se efectu3 en cada zona determin3ndose su distribuci3n de frecuencias respectivamente ponderadas para ser ingresadas en la base de datos y aplicarles el Test DGH a fin de determinar si exist3an diferencias significativas entre zonas.



4.3.7. Estimaci3n del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variaci3n (CV)

Con el objeto de disponer de una medida de la precisi3n alcanzada en el estimado de biomasa, se utiliza el porcentaje de error y coeficiente de variaci3n.

Porcentaje de error:

$$E(\%) = \frac{t(1 - \frac{\alpha}{2}) \sqrt{\hat{V}(\hat{B})}}{\hat{B}} 100$$

donde:

- $\hat{V}(\hat{B})$ = varianza de la abundancia 3 biomasa
- \hat{B} = Abundancia o biomasa
- t = test de Student
- α = nivel de significaci3n.

Coeficiente de variaci3n:

$$CV = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{B})}}{\hat{B}}$$

4.3.8 Distribuci3n espacial del stock de merluza de tres aletas

La distribuci3n espacial de la merluza de tres aletas en el 3rea prospectada, se estim3 a partir de los datos de densidades locales estimadas a partir de la informaci3n ac3stica y de los lances de pesca de identificaci3n. Se presenta como una carta de contornos, en donde estos representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo ver de manera clara las 3reas de mayor concentraci3n de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992).

En el mapeo de las densidades de la merluza de tres aletas, se consideraron aspectos relacionadas con la t3cnica geoestadística, (uso de los semivariogramas) herramienta analítica que permite determinar la existencia de estructuras espaciales tales como: tamaño, direcci3n y tipo de estructura (An3nimo, 1991; Pelletier y Parma, 1994; Maynou *et al.*, 1998). Los datos, son interpretados como una representaci3n muestral de un proceso aleatorio dentro del 3rea de estudio, a trav3s de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales $(Z(x_i) - Z(x_i+h))^2$ como funci3n de su distancia h , definida mediante la ecuaci3n:

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



El supuesto 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:

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

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

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

Modelo esférico:

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

Modelo exponencial:

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

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

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

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

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



donde H es el n3mero de intervalos en que la distancia entre puntos de muestreo fue discretizada. Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo a $N(h_i)$, que es el n3mero de pares de datos utilizados para estimar $\hat{\gamma}(h_i)$ y al inverso de $\gamma(h_i)^2$. Lo anterior, tiene la propiedad de aumentar la ponderaci3n de los puntos cercanos al origen del variograma, permitiendo obtener un buen ajuste en las cercan3as de su origen y disminuir la ponderaci3n de los puntos m3s distantes (Cressie, 1993; Maravelias *et al.*, 1996).

Se estim3 el centro de gravedad (CG_i) y la inercia (I) como indicadores de la posici3n media y la dispersi3n media de la distribuci3n de la merluza de tres aletas en el 3rea de estudio como (Bez y Fernandes, 2002):

$$CG_i = \frac{\int x_i * z(x_i) dx}{\int z(x_i) dx} \qquad I = \frac{(x_i - CG_i)^2 * z(x_i) dx}{\int z(x_i) dx}$$

Donde x_i representa la posici3n latitudinal y longitudinal de la muestra y $z(x_i)$ la densidad local en la posici3n geogr3fica " i ".

El grado de concentraci3n en la distribuci3n de la biomasa de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio, se estim3 a partir de la curva de Lorenz y el 3ndice de Gini (Myers y Cadigan, 1995). La curva de Lorenz es un m3todo gr3fico para representar el grado de concentraci3n de la distribuci3n, represent3ndose en el eje de la abcisa la proporci3n acumulada del 3rea y en el eje de la ordenada la proporci3n acumulada de la biomasa. Si el recurso se distribuyera homog3neamente, la curva de Lorenz ser3a una recta desde el origen (funci3n identidad) y curva si el recurso presenta alg3n grado de concentraci3n.

El 3ndice (δ) de Gini, es un indicador num3rico relacionado a la curva de Lorenz y se estima como el doble del 3rea comprendida entre la funci3n identidad y la curva de Lorenz. Este 3ndice puede fluctuar entre 0 (distribuci3n homog3nea) a valores cercano a 1 (alta concentraci3n).



4.4 Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica

4.4.1 Muestreo a bordo

La estimación de la estructura de tallas y la proporción sexual de merluza de tres aletas fue realizada a partir de los muestreos biológicos provenientes 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 la especie. En los casos que las capturas fueron escasas, se censó toda la captura. Esta actividad de muestreo biológico consistió básicamente en registrar los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posición, profundidad y captura), y los datos del muestreo biológico, como: talla, sexo, estado de madurez sexual macroscópico (según escala de madurez sexual, IFOP, 1985), extracción de otolitos almacenados en sobres, y recolección de estómagos y gónadas, los cuales fueron almacenados (en una solución formaldehído al 10%), para posterior análisis en laboratorio. Se utilizó un diseño de muestreo bi-etápico, donde la unidad de muestreo primario correspondió al lance de pesca y la unidad de segunda etapa a una submuestra (azar) de ejemplares de la captura del lance, pasando a constituir ésta la unidad de análisis.

4.4.2 Composición de tallas y proporción sexual

Para la estimación de la composición de longitud 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. Las distribuciones de tallas obtenidas fueron representadas de forma gráfica, y apoyados también con distribuciones de tallas acumuladas.

Estimador de la estructura de talla de la captura por sexo (\hat{P}_k) y su varianza ($\hat{V}(\hat{P}_k)$)

$$\hat{P}_k = \sum_{j=1}^m \frac{Y_j}{Y_0} \cdot \hat{P}_{jk}$$

donde,

$$\hat{V}[\hat{P}_k] = \left[1 - \frac{m}{M}\right] \frac{1}{m(m-1)} \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{Y}^2} [\hat{P}_{jk} - \hat{P}_k]^2 + \frac{1}{Mm} \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{Y}^2} \left[1 - \frac{n_j}{N_j}\right] \frac{1}{n_j - 1} \hat{P}_{jk} [1 - \hat{P}_{jk}]$$



$$\hat{P}_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j} \quad ; \quad Y_0 = \sum_{j=1}^m Y_j \quad , \quad \hat{Y} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m Y_j$$

Notación:

Índices:

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

VARIABLES Y PARÁMETROS:

- n = Número de ejemplares en la muestra.
- Y = Captura en peso.
- m = Número de lances muestreados.
- \hat{P}_k = Estimador de la proporción a la talla.
- \hat{P}_s = Estimador de la proporción sexual en la captura.

Estimador de la talla promedio (\hat{l}) y su varianza ($\hat{V}(\hat{l})$)

$$E(l) = \hat{l} = \sum_{k=1}^K l_k \hat{P}_k \quad ; \quad \hat{V}(\hat{l}) = \sum_{k=1}^K l_k^2 \hat{V}(\hat{P}_k)$$

Estimador de la proporción sexual (\hat{P}_s) y su varianza $\hat{V}[\hat{P}_s]$

$$\hat{P}_s = \sum_{j=1}^m \frac{Y_j}{Y_0} \cdot \hat{P}_{js}$$

$$\hat{V}[\hat{P}_s] = \left[1 - \frac{m}{M}\right] \frac{1}{m(m-1)} \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{Y}^2} [\hat{P}_{js} - \hat{P}_s]^2 + \frac{1}{Mm} \sum_{j=1}^m \frac{Y_j^2}{\hat{Y}^2} \left[1 - \frac{n_j}{N_j}\right] \frac{1}{n_j - 1} \hat{P}_{js} [1 - \hat{P}_{js}]$$

Donde,

$$\hat{P}_{js} = \frac{n_{js}}{n_j} \quad ; \quad Y_0 = \sum_{j=1}^m Y_j \quad ; \quad \hat{Y} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m Y_j$$



El an3lisis de las estructuras de tallas y la proporci3n sexual fue tratado de forma georreferencial, en sentido latitudinal y profundidad, seg3n los mismos estratos espaciales empleados en proyectos similares de evaluaci3n hidroac3stica en la especie efectuados entre el 2001 y 2004 (FIP 2001-20, FIP 2002-20, FIP 2003-10, FIP 2004-8). Para efectos de an3lisis espacial fue empleada la subdivisi3n latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2002) y C3rdova *et al.* (2003), la cual consiste en dividir el 3rea de estudio en 3 3reas: 3rea 1 entre 45°30' y 47°29' S. denominada Taitao; 3rea 2 entre 47°30' y 48°59' S. denominada Golfo Penas-Ladrillero; y 3rea 3 entre 49° y 51° S. denominada Trinidad-Concepci3n.

4.4.3. Estimaci3n de la abundancia por grupo de edad

Para la determinaci3n de edad se dedic3 la primera etapa para realizar lecturas de concordancia, que consisten en analizar en forma paralela las mismas muestras con los distintos analistas que trabajan en diferentes estudios de la edad en este mismo recurso. Esta es una etapa que requiere un particular esfuerzo en compartir an3lisis y relecturas de muestras a fin de asegurar que los criterios de discriminaci3n de anillos de crecimiento, tanto secundarios como de caracter3sticas anuales, se mantenga en el tiempo y a trav3s de los diferentes estudios.

4.4.3.1 Claves edad - talla y tama3o de muestra

Las claves edad - talla son matrices que hist3ricamente se han procesado con intervalo de clase de 2 cm, el cual es adecuado para el rango de tallas que las sustenta. Permiten clasificar los individuos seg3n su grupo de edad (GE) y calcular adem3s la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos.

La asignaci3n de los GE comprende a todos los peces nacidos en un mismo a3o (clase anual); corresponde a un n3mero entero de a3os y se basa en el n3mero de anillos observado en la estructura, el tipo de borde y la 3poca del a3o en que se obtuvo la muestra. Se emplea una fecha arbitraria de nacimiento, la cual, en el caso de las pesquer3as chilenas es el primero de enero, brindando facilidad en la identificaci3n de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado restando al a3o de la captura el GE asignado.

La clave edad - talla, cuenta con la clasificaci3n de las lecturas de cada otolito por grupo de edad y de ello se estima cada probabilidad seg3n:

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



donde:

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

4.4.3.2 Asignación de la abundancia por grupo de edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud (N_j), se asignan a las diferentes edades según una clave talla-edad. Esta clave, generada a partir de la información del crucero, indica las probabilidades de que un individuo de una determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades.

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_j , se obtiene la proporción con que participa cada GE en la captura.

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

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

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

Puede estimarse su varianza (Southward, 1976) mediante:



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

Donde:

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

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

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

4.4.4 Estimación de pesos promedios 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:

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

La ecuación anterior permite expresar el peso promedio de un grupo, en términos de los parámetros (media y varianza) de la distribución normal de sus longitudes.



4.5 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación.

4.5.1 Trabajo a bordo

Para evaluar la condición reproductiva del stock de merluza de tres aletas, se recopilaban hembras de cada uno de los lances realizados durante el crucero de prospección asociado a la fase del proyecto, logrando una adecuada cobertura espacial. Las muestras fueron seleccionadas en forma aleatoria, dado que éstas debieron permitir estimar una serie de indicadores como es la proporción de estadios de madurez, el índice gonadosomático, además de la fecundidad y la ojiva de madurez.

En cada lance de identificación con captura de merluza de tres aletas se realizó un muestreo al azar de 30 ejemplares como mínimo, atendiendo al comportamiento que presenta el índice de error en la proporción de estados de madurez, donde un incremento de este número al interior del lance no contribuye a un aumento significativo de la precisión de la estimación, registrándose un total de 1.477 ejemplares muestreados.

A cada ejemplar se le registró la longitud total, el peso total y peso eviscerado con una balanza de precisión de 10 g. En el caso de las hembras, a 15 ejemplares por lance se les extrajeron los ovarios, los que fueron pesados (0,1 g) e inmediatamente fijados en formalina al 10% tamponada (introducidos completamente en el fijador), previa asignación del estado de madurez sexual mediante criterios macroscópicos, según la escala de madurez específica de merluza (IFOP, 1985) que consta de los estadios descritos en las **Tablas 3 y 4**. La fijación es una etapa esencial de la técnica histológica, siendo de gran importancia la velocidad de penetración del fijador en los diversos tejidos para conservarlo lo más parecido al estado vivo y protegerlo de la autólisis y del ataque bacteriano y evitando las distorsiones y retracciones que sobrepasen los límites compatibles con la obtención de cortes (Santander *et al.*, 1984 y Hunter, 1985).



4.5.2 Procesamiento de muestras

4.5.2.1 Estadio de madurez sexual (EMS)

Las lecturas macroscópicas de la madurez sexual, asignadas durante el procesamiento biológico a bordo, se corroboraron en el laboratorio mediante un examen microscópico de los ovarios fijados de acuerdo al diagnóstico morfohistológico del parénquima gonadal, en base a los criterios básicos señalados por Wallace y Selman (1981); Selman y Wallace (1989) para peces teleósteos y los descritos por Hunter y Macewicz (1985), apoyado además de una escala microscópica apreciativa de la madurez sexual específica para merluza de tres aletas reportada por Córdova *et al.* (2003) (**Tabla 5**). El método microscópico se basa en la observación interna de la gónada y resulta necesario para confirmar las apreciaciones macroscópicas del grado de madurez, dado que permite obtener una información precisa y detallada de las distintas transformaciones morfológicas que acontecen durante el ciclo de maduración sexual.

4.5.2.1.1 Estimación de Estadios de Madurez en la captura

El diseño de muestreo para estimar la proporción de estadios de madurez corresponde a un muestreo aleatorio bietápico, donde las unidades de primera etapa corresponden a los lances y de segunda etapa a la selección de ejemplares al interior del lance.

Estimador de la proporción de estadios de madurez

$$\hat{P}_{EM} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{Y_0} \cdot \hat{P}_{EMi}$$

donde,

$$\hat{P}_{EMi} = \frac{n_{EMi}^*}{n_i^*} \quad Y_0 = \sum_{i=1}^n y_i$$

Estimador de la varianza del estimador \hat{P}_{EM}

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



Si se realiza un censo de lances, la primera componente de la varianza es igual a cero.

4.5.2.2 Estimación del índice gonadosomático (IGS)

Se obtuvo el índice gonadosomático, como una proporción del desarrollo (peso) de la gónada (W_g) con respecto al peso corporal (W). El indicador se estimó como un promedio ponderado de los índices por lance, donde el ponderador corresponde a la captura de la especie en cada lance.

- **Estimador del índice gonadosomático**

$$IGS = \sum_{j=1}^m \frac{Y_j}{Y_0} IGS_j$$

donde

$$IGS_j = \sum_{i=1}^{n_j} IGS_{ij} / n_j ; \quad IGS_{ij} = \frac{W_{g_{ij}}}{W_{ij}} 100$$

- **Estimador de la varianza del estimador del IGS**

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

donde

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

- **Variable biológica índice gonadosomático**

A modo de evaluar el aporte del lance al estimado del índice gonadosomático de la fracción adulta en el período de estudio, los valores promedios de cada lance fueron ponderados por la captura correspondiente, indicando un estimado de IGS de 13,0 (d.s.= 0,32) en los machos y de 13,8 (d.s.= 0,42) en las hembras, valores que se asemejan al valor promedio obtenido por sexo en los lances con mayores capturas, situación que pesó en el proceso de estimación de IGS promedio para toda la zona de estudio.



4.5.2.3 Estimaci3n de la ojiva de madurez

Se consideraron los diagn3sticos histol3gicos del estadio de madurez del ovario para la clasificaci3n de individuos maduros e inmaduros, teniendo como criterio el inicio de los procesos de vitelog3nesis. Seg3n la escala apreciativa propuesta, se clasificaron como sexualmente maduras las hembras en EMS 2, 3, 4, 5 y 6 y como inmaduras, aquellas en EMS 1.

Considerando que un ejemplar puede estar maduro o inmaduro, los datos de madurez sexual poseen una distribuci3n binomial. Los datos fueron ajustados a un modelo log3stico de madurez mediante el m3todo de m3xima verosimilitud, ya que el tama1o de muestra de cada grupo de talla es considerado expl3citamente en la funci3n de m3xima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988).

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

donde $m(l)$ es la fracci3n de individuos maduros en funci3n de la talla, l es la talla (longitud total) y β , α_1 , α_2 son los par3metros que representan la as3ntota, la posici3n y la pendiente, respectivamente. El par3metro β fue prefijado como igual a 1, bas3ndose en los antecedentes que indican que a medida que los ejemplares crecen, la fracci3n de individuos maduros se aproxima a 1.

La funci3n log de m3xima verosimilitud corresponde a:

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

donde h es la variable dicot3mica que representa la condici3n de madurez ($h=1$) o inmadurez ($h=0$) y la sumatoria es a trav3s de todas las longitudes.

4.5.2.4 Estimaci3n de la fecundidad

La fecundidad total se estim3 de acuerdo al m3todo gravim3trico descrito por Hunter y Goldberg (1980), Santander et al. (1984) y Hunter et al. (1985). Para este efecto se analizaron al menos 100 ejemplares para alcanzar un nivel de error del 10% en la estimaci3n de la fecundidad promedio. En el caso de la anchoveta de California, una muestra de 50 a 60 peces permite estimar la fecundidad con un coeficiente de variaci3n inferior a 0,05 (Hunter et al., 1985).

Para la estimaci3n de la fecundidad se consideraron s3lo ovarios intactos y en un estado avanzado de desarrollo, los que fueron sometidos a un examen histol3gico de tal manera de descartar aquellos con indicio de desove (fol3culos postovulatorios) o atresia folicular.



En el cálculo de fecundidad se aplicó el método de la moda más avanzada, donde secciones de tejido ovárico preservados en solución Gilson fueron pesados con una precisión de 0,1 mg y los ovocitos disgregados del estroma se separaron por clase de tamaño a través de una batería de tamices, con un rango de 250 a 2000 micras, con un arrastre de agua en un sistema de vibración. Los registros del número de ovocitos retenidos en cada malla se utilizaron para la identificación de los diferentes grupos modales.

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

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

Donde la fecundidad promedio y su varianza corresponde a:

$$\hat{\bar{F}} = \frac{\sum_{j=1}^{n^*} \hat{F}_j}{n^*}$$
$$\hat{V}(\hat{\bar{F}}) = \frac{\sum_{j=1}^{n^*} (\hat{F}_j - \hat{\bar{F}})^2}{n^* (n^* - 1)}$$

\hat{F}_j = Fecundidad total de la hembra j.

H_{jv} = Número de ovocitos en la submuestra v del ovario de la hembra j.

W_{jv} = Peso de la submuestra v del ovario de la hembra j.

PG_j = Peso del ovario de la hembra j.

v = Número de submuestras del ovario

n^* = Número de hembras analizadas.

La estimación de la fecundidad media poblacional, representativa del total de la población de hembras maduras, requiere del ajuste de un modelo que explique los datos de la fecundidad total en función de un parámetro corporal (peso, talla). En merluza de tres aletas la relación entre la fecundidad modal con el peso corporal y



la longitud total de las hembras se ha ajustado a un modelo de regresi3n lineal simple (Lillo *et al.*, 2002; C3rdova *et al.*, 2003 y Lillo *et al.*, 2004):

$$\hat{F}_j = \alpha + \beta W_j$$

4.6 Determinar la importancia relativa de la fauna acompa~ante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas.

4.6.1 Toma y procesamiento de los datos

En el dise~o a emplear para determinar la importancia relativa de la fauna acompa~ante, se consider3 como unidad muestral el lance de pesca. La informaci3n b3sica que caracteriz3 el muestreo fue el peso de las especies en kilogramos, adem3s de la informaci3n que caracteriz3 el muestreo como el n3mero del lance, posici3n geogr3fica, hora de inicio y t3rmino, fecha y profundidad del lance.

En el dise~o se contempl3 la realizaci3n de un censo de lances, al interior de los cuales se tom3 una muestra aleatoria de la captura, cuyo tama~o estaba en funci3n a la cantidad extraída. Para esto, al momento de traspasar la pesca desde la red al pozo, se extrajeron muestras en cajas de 30 kg y su n3mero vari3 de acuerdo a la siguiente escala de captura.

Intervalo Captura (kg)	N3mero cajas
< 2000	3
2000 - 6000	4
6000 - 17000	5
> 17000	6

Cada caja fue pesada y posteriormente identificada y en la cual se separaron todas las especies presentes (incluyendo la especie objetivo), para proceder al pesaje de cada grupo de ejemplares de la misma especie. Se debe consignar la dificultad pr3ctica de realizar dicho pesaje en el buque factoría debido a falta de espacio (limita el n3mero de cajas a muestrear) y tiempo disponible, por lo que se limit3 el n3mero m3ximo de cajas a 6.

Para la estimaci3n de la proporci3n de especie se us3 el siguiente estimador:

a) Estimador de la proporci3n de especie

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



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

donde:

C_j : Captura total en el lance j .

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

M : Número total de lances en el viaje.

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

donde C_j se estimó a partir de la observación directa de la captura en los pozos de pesca, los cuales se encuentran debidamente cubiertos en peso por el Armador del buque.

La expresión para el estimador de la varianza del estimador p_e , está dada por:

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

Donde

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

Lo anterior permitió determinar la importancia relativa global para el área de estudio de la fauna acompañante. Posteriormente se agruparon los lances por rango de profundidad y posición latitudinal a fin de describir y analizar la presencia de las especies según estas categorías (método gráfico).



4.6.2 Análisis de los datos

Se efectuó un análisis descriptivo orientado a determinar el aporte porcentual en peso de las especies que componen la fauna acompañante del recurso *M. australis*, destacando que se efectuaron descripciones en términos de rango de profundidad, posición latitudinal y en forma global, respecto de la captura total obtenida y de la captura de la especie objetivo, además de la captura de las especies que componen la fauna acompañante.

Para determinar el aporte porcentual en peso de cada especie respecto del total de la captura de *M. australis*, se agrupó la fauna acompañante por especie en rangos batimétricos y después se aplicó el mismo protocolo, pero esta vez separados por latitud. Durante esta clasificación se utilizaron planillas de cálculo Excel y tablas dinámicas.

Para estimar la importancia relativa de las especies, se consideró revisar el registro del volumen de captura específico y efectuar la determinación de la importancia relativa (en peso) de las especies que constituyen su fauna acompañante. La importancia relativa se determinó en términos de la contribución a la captura total y en relación a la especie objetivo. En aquellos lances en que la captura del recurso objetivo fue secundaria, los datos fueron considerados en forma separada, esto debido a que los registros históricos señalan que la fracción parental de *M. australis* generalmente conforma agregaciones de características monoespecíficas (Lillo *et al.*, 2002).

Además para la principal especie de la fauna acompañante, que en este caso correspondió a la merluza de cola se realizó un análisis descriptivo de la distribución de su estructura de tallas la cual fue separada por región, tanto para machos como para hembras.

4.7 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio.

La caracterización de las agregaciones de merluza de tres aletas, se efectuó mediante el uso de descriptores que se estimaron a partir de observaciones acústicas verticales realizadas durante la prospección acústica, lances de pesca y navegaciones realizadas durante el crucero de evaluación mediante el sistema de eointegración Simrad ES-60. Estos datos fueron posteriormente procesados mediante el programa Sonardata Echoview[®], obteniéndose un total de 136 registros de ecotrazos correspondientes a merluza de tres aletas.



Definiendo un ecotrazo como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño, es decir, muestras contiguas tanto a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) como desde el pulso anterior (continuidad horizontal), la resolución horizontal corresponderá a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical sobre el mismo pulso, a la distancia relativa correspondiente a la semilongitud del pulso.

- **Procedimiento de detección y de asignación de ecotrazos de merluza de tres aletas**

Es similar al procedimiento del numeral 4.3.2. con diferencias en el delineamiento del contorno de la región y en la asignación de los S_A , siendo éste el siguiente:

- 1) Definición de líneas de superficie y línea de fondo en el ecograma, las cuales limitaron las zonas de detección superior e inferior en el ecograma.
- 2) Revisión y edición de la línea de fondo, la cual fue corregida en las zonas en que hubo pérdida de señal, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confundía con señales de agregaciones muy cercanas a éste, corrigiendo la señal por zona muerta. Esta corrección de la señal de fondo generó un límite inferior para el área de integración y detección.
- 3) Revisión y edición de la línea de superficie, la cual debió ser generada a una profundidad tal que evite que la turbulencia o burbujas generadas por el casco del buque sean incorporadas como ruido a la integración, ésta línea se ubicó 3 metros bajo el transductor. En todo caso este factor no fue relevante dada la profundidad media en que se encontraba el recurso
- 4) Limpieza del ecograma, este proceso consistió en definir regiones del tipo “bad regions”, las cuales fueron excluidas de la detección e integración de los ecotrazos seleccionados y correspondieron a zonas con ruido acústico y fuera del contorno de éstos, de tal forma de delinear el borde de la señal acústica (**Fig 9**).
- 5) Una vez limpio el ecograma se enmarcarco el ecotrazo seleccionado dentro de una región (rectangular) y se procedió a la detección automática de agregaciones, delineándose de esta forma el contorno de ésta. Los parámetros de detección fueron variables y dependieron de cada ecotrazo en particular, ya que en ocasiones un parámetro estandar provoca cortes en la agregación.



- 6) Asignación de S_A : A fin de asignar correctamente los S_A a los ecotrazos detectados y que sobrepasaban el largo de la IBM (0,5 mn), se procedió a exportar dos tipos de archivos. Uno con “regiones” y otro con “regiones y celdas (IBM’s)”, debiendo efectuar un cruzamiento a fin de asignar a cada “región” la sumatoria de los S_A (PRC_NASC) que esta región generaba en cada celda o IBM.

4.7.1 Descriptores morfológicos y batimétricos

Se utilizaron descriptores que se pueden clasificar en dos tipos: morfológicos que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones, y batimétricos que definen su posición en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Freón *et al.* 1996). Dentro de los descriptores morfológicos estimados para las agregaciones se encuentran: el área transversal, altura, largo, elongación y perímetro, mientras que de tipo batimétrico se consideraron la profundidad del fondo, profundidad media de agregaciones e índice de altura (**Fig. 10**).

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

$$Se = d_j * e$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

4.7.2 Análisis de los datos

Las agregaciones con su morfología y batimetría asociada se referenciaron considerando su posición latitudinal. Se aplicó una logaritmización a los datos que no presentaban una distribución normal. Lo anterior fue testeado mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra, la cual compara la función de distribución acumulada observada de una variable con una distribución teórica determinada (la normal en este caso). La Z de Kolmogorov-Smirnov se calcula a partir de la diferencia mayor (en valor absoluto) entre las funciones de distribución acumuladas teórica y observada. Esta prueba de bondad de ajuste contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución normal.

Posterior a la normalización, se aplicó un análisis de varianza de los diferentes vectores a fin de determinar la existencia de diferencias significativas entre los valores promedios de los descriptores en sentido latitudinal.

Se realizó un análisis de los descriptores de acuerdo a rangos de fondo (rangos de 100 metros), incluyendo es este caso una comparación de proporción sexual de las agregaciones por rango de fondo.

Posteriormente las agregaciones fueron clasificadas de acuerdo a la proporción sexual preponderante. Para lo anterior se clasificó con rango 1 a las agregaciones con una participación sobre el 66% de machos, rango 2 a las agregaciones con



participaci3n sobre un 66% de hembras y rango 0 a las agregaciones entre estas dos categorías, lo anterior a fin de analizar posibles diferencias en sus característicás morfométricas y batimétricas, analizando estadísticamente la presencia de diferencias significativas entre éstas.

El hecho de encontrarse sobre el 90% de los ejemplares en estado de madurez sexual 3 y 3a (pr3ximo al desove o desovante), impidi3 realizar alg3n tipo de análisis con este factor.

Luego, los datos fueron analizados mediante la aplicaci3n del análisis de componentes principales (ACP). Este m3todo permite resumir la informaci3n contenida en la matriz de datos y permitir una representaci3n visual o geom3trica de la informaci3n (Rencher, 1995), preservando las característicás de la observaci3n original.

Se redujo la dimensionalidad del problema obteniéndose nuevas variables que fueron expresadas como combinaci3n lineal de las variables originales. Para el logro de lo anterior, se utiliz3 la matriz de correlaciones como matriz de entrada, dándole de esta forma la misma relevancia a todas las variables, desestimando de esta forma las unidades en que son trabajadas las diferentes variables.

Se aplic3 el criterio de selecci3n de Kaiser, el cual califica a los componentes cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), para determinar los componentes que fueron seleccionados como principales para su posterior interpretaci3n.

Finalmente y tomando como base la matriz de correlaciones de las variables originales con el primer componente principal, se determin3 una relaci3n potencial entre el valor de este componente y el correspondiente valor de la respuesta acústica de la agregaci3n, a fin de determinar una relaci3n entre el tamaño de la agregaci3n y su valor observado de S_a , a fin de ser testeado en futuras prospecciones.

4.8 Determinar la composici3n de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio.

Los est3magos estudiados fueron obtenidos a partir de los muestreos biol3gicos de merluza de tres aletas (*M. australis*) efectuados a los ejemplares capturados en los lances de pesca de identificaci3n (Lillo *et al.*, 2005), donde se efectuaron 41 lances de pesca de identificaci3n. Las muestras de ejemplares fueron tomadas al azar y se registr3 la informaci3n del lance de pesca (fecha, n3mero del lance, y posici3n)



Para efectos de análisis, la unidad muestral es el pez, que se asume independiente y aleatoria, pudiéndose considerar alternativamente el lance como tal, pero dado que el número de estómagos con contenido fue obtenido del muestreo en 21 lances, los que se distribuyeron en dos zonas de pesca, 13 de los cuales se efectuaron en la zona de Golfo de Penas-Ladrillero y 8 en la zona de Trinidad-Concepción (lo que corresponde a alrededor de un tercio del total de los lances) y dentro de los cuales sólo dos de ellos presentaron un número relativamente aceptable de estómagos para ser considerados en un análisis, se optó por la primera opción. Por otro lado el número de estómagos obtenidos por lance es altamente irregular lo que lo hace poco confiable en un análisis de este tipo.

En los muestreos realizados se colectaron estómagos de merluza de tres aletas, los cuales fueron etiquetados y almacenados, para su posterior análisis en laboratorio. Durante el muestreo también se registró el estado del estómago, clasificándose como vacío, evaginado y con contenido. Antes de realizar el procesamiento o análisis del contenido estomacal, los estómagos fueron puestos en bandejas durante 24 horas para eliminar el exceso de solución preservante. Posteriormente, cada estómago se identificó en un registro indicando el número de la etiqueta, luego fueron pesados (gramos), extrayéndose posteriormente el contenido estomacal y pesándose individualmente. Las presas contenidas en los estómagos fueron identificadas (al menor nivel taxonómico posible y observado bajo lupa), contadas y pesadas (peso húmedo con 0,01 gramo de precisión). El estado de digestión de las presas se clasificó según la siguiente escala:

- **Digerido:** el contenido se compone de restos de presas digeridas, sin posibilidad de identificar bien la presa.
- **Semidigerido:** se puede identificar la presa ya que no se ha desarmado y mantiene su forma. En el caso de peces pueden conservar algunos restos de piel.
- **Entero:** el contenido muestra rasgos de digestión, pero la presa está entera. En el caso de peces la piel ha perdido su tonalidad, las aletas muestran estado de digestión (pérdida de tejido).
- **Frescos:** las presas muestran muy pequeños rasgos de digestión, permanecen enteras y su piel sana, e incluso con escamas.

Esta información permitió explorar alguna relación de la alimentación con la hora del lance de pesca; por ejemplo una mayor proporción (porcentual) de estómagos con estados frescos y enteros podría indicar una condición activa de alimentación de merluza de tres aletas. Por otro lado, en los casos posibles, en los peces presas fueron medidos en longitud total. Información que fue traspasada archivo computacional para su procesamiento y análisis.



Para llevar a cabo el análisis de las muestras estomacales en laboratorio se emplearon diversos elementos, como pinzas, tijeras, bisturí, agujas de disección, placas petri, frascos, lupa estereoscópica, balanzas (0,01 g precisión), y claves taxonómicas pertinentes para plancton, crustáceos, moluscos y peces (Retamal, 1981, 1994; Boltovskoy, 1999; Wisner, 1974; Nakamura, 1986; Kawaguchi y Shimizu, 1978; Palma y Kaiser, 1993; Whitehead *et al.*, 1986; Pinkas *et al.*, 1971; Paulin *et al.*, 1989).

En los peces presas con avanzado estado de digestión se prestó atención a su forma, hocico, aletas, cola, musculatura, color de piel, escamas y otolitos. Mientras, en crustáceos se observó diversas características, como por ejemplo forma del caparazón, apéndices, ojos y tamaño de los ojos. Por último, cuando no fue posible identificar, éstas fueron identificadas como restos según la respectiva taxa más elevada; por ejemplo restos de peces y restos de crustáceos.

En el análisis del contenido estomacal fueron empleados descriptores cuantitativos propuestos por Hyslop (1980), que a continuación se describe:

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

La importancia relativa de cada taxón de presa se determinó mediante un índice combinado, denominado Índice de Importancia Relativa estandarizado a 100% (%IIR) propuesto por Cortés (1997), el cual es una modificación al IIR descrito por Pinkas *et al.* (1971, *vide* Berg, 1979). Una de las principales ventajas de emplear el IIR estandarizado es que permite y facilita la comparación entre estudios dietarios y se estima como:

$$\%IIR = 100IIR_i / \sum_i^n IIR_i$$
$$IIR_i = [(\%N_i + \%P_i) \cdot \%F_i]$$

donde,



- N : Porcentaje del número de presas de cada taxón encontrado en los estómagos analizados de la especie objetivo.
P : Porcentaje del peso de las presas de cada taxón, expresado en forma porcentual respecto del peso total de todos los taxa de presa.
F : Porcentaje de la frecuencia de aparición de cada taxón presa, expresado en forma porcentual.
I : ítem presa $i = 1, 2, \dots, n$

El análisis del contenido estomacal de merluza de tres aletas fue georreferenciado al lance y para efectos de análisis espacial fue empleada la subdivisión latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2002 y 2004) y Córdova *et al.* (2003), la cual consiste en dividir el área de estudio en 3 áreas: Área 1 denominada Taitao ($45^{\circ}30'-47^{\circ}29'LS$); Área 2 denominada Golfo Penas-Ladrillero ($47^{\circ}30'-48^{\circ}59'LS$) y Área 3 denominada Trinidad-Concepción ($49^{\circ}-51^{\circ}LS$). Esta subdivisión también fue empleada en el análisis de la composición de talla de merluza de tres aletas (Lillo *et al.* 2005).

A fin de poner a prueba la hipótesis de ausencia de diferencias de dieta entre zonas y de diferencia de actividad alimentaria entre periodos del día, se emplea el Estadístico de Concordancia de Kendall Tau para medir la asociación entre dos clasificaciones o k muestras relacionadas (Gibbons, 1976)

$$T = \frac{4U}{n(n-1)} - 1$$

donde:

T = coeficiente Tau

U = numero de pares de números de orden que aparece en orden natural,

n pares de observaciones

$$W = \left(\frac{12S}{k^2 n(n^2 - 1)} \right)$$

W = coeficiente de concordancia de Kendall

S = desviación

k = conjunto de rankings

Esta información fue complementada con la información de dieta registrada (IIR) para la especie en estudios de años anteriores, proveniente de proyectos similares.

También fueron efectuadas exploraciones con otros indicadores alimentarios relacionados con aspectos ecológicos. Como por ejemplo, tratar de dilucidar la



estrategia alimentaria empleada por la merluza de tres aletas y as3 establecer si es una especie con estrategia especialista o generalista. Aspecto que est3 relacionado con la amplitud del nicho (Amundsen *et al.*, 1996). Para ello, se emplear3 el siguiente indicador:

$$P_i = \left(\frac{\sum S_i}{\sum S_{ij}} \right) \cdot 100$$

Donde,

P_i : Abundancia espec3fica de la presa i .

S_i : Contenido estomacal (peso) compuesto por la presa i .

S_{ij} : Contenido total de los est3magos en que la presa i estuvo presente.

Este an3lisis est3 basado en una representaci3n gr3fica de dos dimensiones de la abundancia espec3fica de la presa y la frecuencia de ocurrencia para cada 3tem presa de la muestra (Amundsen *et al.*, 1996). Cort3s (1997), describe otro m3todo que consiste en representar en tres dimensiones los tres indicadores anteriormente se3alados, %F, %N y %P, lo que permitir3a identificar la importancia de las presas dominante versus las raras y la estrategia alimentaria (generalista y especialista). Un depredador con alta diversidad en la dieta ser3a generalista; mientras una baja diversidad ser3a un especialista. En esta misma l3nea, se explor3 el Coeficiente Dietario de Hureau ($Q = \%P * \%N$), que tambi3n permite identificar la importancia de las presas Hyslop (1980).



5. RESULTADOS

5.1 Calibración del sistema de ecointegración

La calibración acústica del sistema de ecointegración se realizó en Puerto Chacabuco. Los resultados obtenidos se entregan en la Tabla 2. La nueva ganancia se estimó en 26,9 dB.

5.1.1 Lances de pesca y comportamiento de la red de arrastre

Se realizó un total de 41 lances de pesca de identificación en el área de estudio, de los cuales 23 resultaron con muestras de merluza de tres aletas. De éstos el 70% presentó capturas sobre el 90% de participación de merluza de tres aletas en peso y un 65% sobre el 80 % de participación en número. El resumen operacional y de composición de captura en peso y número se entregan en la Tabla 6 y 7, respectivamente.

Durante el transcurso de los lances de pesca, el desempeño del sistema de pesca fue monitoreado mediante una sonda acústica de red, lo que permitió un seguimiento continuo de su desarrollo vertical (altura de red). Los valores de altura de red medidos en un rango de profundidades de 85 a 401 metros, fluctuaron entre los 31 y 76 metros de altura con un valor promedio de 55 metros.

5.2 Determinar la biomasa, abundancia y la distribución del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio

5.2.1 Biomasa y abundancia

Producto de la cuestionable legitimidad del uso de la relación de fuerza de blanco utilizada en este estudio y que corresponde a la determinada por Lillo *et al.* (1996) para merluza común, es que se debe considerar estos resultados como una estimación relativa de la abundancia. Los estimados se realizaron sobre una única área de estudio que comprendió entre las latitudes 47°S y 51°S

La abundancia total varió entre 177,403 y 178,796 millones de ejemplares según el método aplicado, siendo los mayores con el método de Bootstrap y el geoestadístico, aun así la diferencia no alcanzó al 1% entre métodos (**Tabla 8**).

La biomasa total varió entre 172.522 y 173.876 toneladas y al igual que en el caso anterior los mayores valores se obtuvieron con el método Bootstrap y



geoestadístico, el mejor CV se logró con el método geoestadístico e igual a 0,15 (**Tabla 8**) otorgando una límite de confianza entre 161.597 y 195.635 toneladas.

El reporte de los S_A medios y varianza obtenidos por cada uno de los métodos se entrega en la **Tabla 9**.

Los resultados obtenidos del test DHG indicaron que no existen diferencias significativas entre las distribuciones de tallas que permitan separar zonas de concentración del recurso (**Tabla 10**), por lo que se justificaría la estimación en un área en común.

Lo anterior se corrobora al observar los resultados obtenidos al separar en tres áreas (**Fig. 8**), en donde se trabajó de acuerdo a un S_A medio obtenido por el método geoestadístico para cada área. Los estimados muestran bastante similitud con el estimado para el área total, sumando en conjunto las tres áreas un valor de biomasa de 173.641 toneladas, el detalle de los S_A promedios, abundancia y biomasa se entrega en la **Tabla 11**.

Al realizar la estimación con la relación de fuerza de blanco-talla de Monstad (1992), se obtuvo una biomasa total de 235.348 toneladas (CV=0,15), es decir un aumento del 35% respecto al estimado con la relación de Lillo (1996). Mientras que al utilizar la relación de TS-talla de Godø *et al.* (2002) se obtuvo un estimado de biomasa de 61.213 toneladas (CV=0,15), es decir una reducción del 65% respecto al estimado en este estudio.

En la estimación de la abundancia, se empleó la información de distribución de tallas y las relaciones peso-longitud (**Tabla 12**) obtenidas durante el crucero de prospección.

La abundancia de la fracción desovante considerada como aquella mayor a 36 cm de longitud total, representó el 99,5% en machos y 99,8% en hembras, indicando la presencia de un stock esencialmente adulto durante el período y área de la prospección (**Tablas 13 y 14**), mientras que la composición sexual del recurso en abundancia fue de un 52,2% de hembras y de un 47,8% de machos, situación que varía al analizar la biomasa, en donde producto del menor peso medio de los machos, éstos aportan con un 47,3% y las hembras un 52,7%

5.2.2 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas

Durante la prospección se evaluó un área de 1.984 millas náuticas cuadradas, con una distribución espacial que mostró el patrón característico para este recurso en



el 3rea y per3odo del estudio, esto es, ocupando una estrecha franja asociada a la plataforma y talud continental (**Fig. 11**). Esta caracter3stica de la distribuci3n se puede apreciar en los ecogramas, donde se observa una agregaci3n en el sentido sentido paralelo a la costa de 2 millas n3uticas de extensi3n (**Fig. 12**), mientras que en el sentido perpendicular a la costa el tama1o de la agregaci3n no supera la media milla n3utica (**Fig. 13**).

Esta situaci3n tambi3n es observada en los par3metros del variograma, que ajustado a un modelo esf3rico (**Fig. 14**) el cual presentaba el mejor ajuste con un r^2 de 0.737 y un RSS de 5.167E13, presenta una distribuci3n estructurada en un rango de 1,8 millas n3uticas estando su varianza compuesta en un 92% por el modelo (**Tabla 15**)

Dentro del 3rea de estudio las mayores concentraciones ($>125 \text{ ton/mn}^2$) se encontraron entre las latitudes $47^{\circ}40'S$ y $50^{\circ}05'S$ (**Fig. 11**) con el centro de gravedad (CG) de la distribuci3n centrado en la latitud $48^{\circ}46'S$ y una inercia de 0,52. Esta situaci3n difiere totalmente del a1o anterior en que el recurso se encontr3 ubicado mas al sur (CG $50^{\circ}10'S$) en proceso de migraci3n post-desove (Lillo *et al.* 2004). El a1o 2003 el CG se ubic3 mas al norte, en la latitud $47^{\circ}18'S$. Los a1os 2002 y 2001 el centro de gravedad de las distribuciones se ubic3 en las latitudes $48^{\circ}27'S$ y $49^{\circ}42'S$ respectivamente, es decir en la zona central del 3rea de estudio.

La distribuci3n batim3trica de la merluza de tres aletas fluctu3 entre los 90 y 335 metros de profundidad alcanzando un valor promedio de 177 metros, latitudinalmente se observ3 una tendencia a ubicarse mas profundamente ante aumentos de latitud (**Fig. 15**)

La fuerte concentraci3n que es caracter3stica de este recurso en el per3odo de desove en el 3rea de estudio, se refleja en el alto valor estimado para el 3ndice de Gini (0,97), indicador de una distribuci3n altamente agregada, levemente menor a la del 2005 (0,98) y superando el valor obtenido el 2003 (0,96) y a los estimados para los a1os 2002 y 2001 los cuales estuvieron en niveles de 0,81 y 0,88 respectivamente (**Fig. 16**).

Los resultados del correlograma mostraron la no existencia de macroestructuras entre noches (**Fig 17**), es decir podr3a interpretarse que la prospecci3n se va realizando sobre diferentes agregaciones de peces, descart3ndose de esta forma un tipo de correlaci3n temporal.



5.2.3. Análisis de incertidumbre

Los estimados de Abundancia y de Biomasa son valores sensibles a muchas fuentes de incerteza que los rodean, quizás el principal en este caso sea la validez de la relación de fuerza de blanco-talla utilizada, pero mas allá de lo correcta o incorrecta que ésta sea, lo importante es saber que el resultado no es un valor absoluto, sino un índice de abundancia. Respecto a las fuentes de incerteza que ocurren durante la evaluación, si bien el medirlas es un proceso probabilístico en la mayoría de los casos, se puede tratar de minimizar el sesgo bajo ciertas condiciones que se pueden manejar, en primer lugar se debe considerar la incertidumbre en el “timing” o período en que se realiza el crucero, el cual debe realizarse en el período de máxima agregación de la especie y en el área que ésta se concentra a fin de optimizar los recursos disponibles y disminuir la fuente de error en este aspecto, factor que se consideró de acuerdo a los antecedentes históricos de la pesquería referido a las migraciones y períodos de máxima captura y desove. Otra fuente potencialmente importante de incerteza la genera la interpretación del ecograma, ya sea en la asignación de identidad de los ecotrazos o de la proporción de los S_A asignados a la especie objetivo, lo cual fue abordado mediante la realización de los lances de identificación y de la asignación por proximidad directa a la vecindad del lance de pesca y el post-proceso de ecogramas, lo que junto a la experiencia del lector de ecogramas y especialmente a la característica monoespecífica de la especie redujo dicho sesgo. Se debe considerar además la incerteza generada por la calibración acústica, aun cuando se espera, tratándose de equipos modernos, como fue el caso, estabilidad en sus parámetros.

La pérdida de información por cabeceo y roleo del buque durante la prospección no fue posible de medir ya que no se dispone del software ni de los equipos necesarios, pero ante la imposibilidad de medirlo, se optó por minimizarlo realizando las transectas en sentido oeste-este, de tal forma que el buque navegaba con viento en popa, si a esto se le suma que la plataforma de trabajo era el B/F UNZEN, buque de gran tamaño y buena estabilidad se puede conceder que la pérdida de señal por este concepto no fue significativa, aun cuando existió. Respecto a la migración del stock y a la posibilidad de re-insonificar al mismo recurso, a fin de minimizar esa posibilidad es que se realiza el crucero en sentido norte-sur en las fechas que se espera que el recurso venga migrando en sentido sur-norte. Finalmente en este contexto, es importante señalar además que existe un vasto desarrollo en el pensamiento o análisis estadístico referente a las causales de la incertidumbre y que si bien pueden ser expresadas estadísticamente e incluso pueden ser cuantificadas, en rigor, su origen no es necesariamente, imputable a la estadística.



5.3. Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica

5.3.1 Composición de tallas y proporción sexual

5.3.1.1 Muestreos

El total de merluzas de tres aletas muestreadas fue de 3.917 individuos (**Tabla 16**), en donde 2.422 ejemplares correspondieron al área Golfo Penas-Ladrillero y 1.495 ejemplares al área Trinidad-Concepción, resultado superior a los cruceros hidroacústicos de merluza de tres aletas efectuados el año 2003 y 2004 (Lillo *et al.* 2004 y 2005, respectivamente). La muestra proviene del total de lances con registro de captura de merluza de tres aletas (23 lances). En promedio se muestrearon 170 ejemplares por lance; no obstante, el 87% de estos lances fueron muestreados entre 120 y 257 ejemplares por lance; solo tres lances fueron muestreados un número inferior a 120 ejemplares. El tamaño de la muestra de merluza de tres aletas supera las metas planteadas en la oferta técnica de referencia del proyecto.

5.3.1.2 Distribución de talla y proporción sexual en la zona de estudio, estrato espacial y batimétrico.

La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio fue principalmente de individuos adultos, con escasa presencia de individuos juveniles (0,3% <35 cm) y una talla adulta promedio de 54 cm (**Tabla 16**). La fracción adulta registró dos modas, una moda principal entre 54 y 64 cm, y otra moda secundaria entre 40 y 50 cm (**Fig. 18**). La proporción sexual, en el área de estudio, registró una leve superioridad de los machos (52%, 1.850 ejemplares) respecto de las hembras (48%, 2.067 ejemplares, **Tabla 16**). En general, la estructura de talla de la hembra registró un leve desplazamiento a la derecha respecto de los machos (**Fig. 18**), este leve desplazamiento de las hembras se observa en la talla promedio con 56 cm respecto de los 53 cm en los machos (**Tabla 16**).

Latitudinalmente, las distribuciones de tallas de las áreas Golfo de Penas-Ladrillero y Trinidad-Concepción registraron diferencias (**Fig. 18**). Ambas presentaron la moda principal de ejemplares adultos entre 54 y 64 cm; pero, la moda secundaria entre 40 y 50 cm se registró principalmente en el área Golfo de Penas-Ladrillero; observándose un gradiente en la composición de la estructura, en sentido que a mayor latitud la fracción adulta entre 54 y 64 cm incrementó su presencia (**Fig. 18**). En el área Taitao, debido a la escasa presencia de registros de merluza de tres aletas, no se cuenta con información de talla. El G. Penas-Ladrillero se caracterizó por presentar una mayor presencia de los machos (57%); mientras, el área Trinidad-Concepción registró un



predominio de las hembras (55%) respecto de los machos (45%). En el área G. Penas-Ladrillero se registraron las mayores capturas, situación que pesó en el proceso de estimación de talla para el área total; y explica la similitud de la distribución de talla de dicha área respecto del área total (**Fig. 18**).

El análisis batimétrico de la estructura de talla al interior de cada área también registra variaciones (**Fig. 19**). En el área G. Penas-Ladrillero la fracción adulta entre 54 y 64 cm fue registrada principalmente entre los 200 y 299 m (profundidad red promedio); en cambio, a menor profundidad (100-199 m) se incrementa la presencia de la segunda moda entre 40 y 50 cm. En cambio en el área sur, Trinidad-Concepción, los adultos entre 54 y 64 cm predominaron en todas las profundidades (100 a 399 m), los ejemplares menores de 50 cm, no obstante que registraron una menor presencia, fueron observados principalmente a profundidades intermedias, entre 200 y 399 m.

5.3.1.3 Distribución de talla del crucero de investigación y la pesca comercial en la zona de estudio.

La estructura de talla registrada en el crucero de investigación fue analizada respecto de la estructura de talla registrada en las capturas comerciales de merluza de tres aletas del buque surimero (dirigido a pescar merluza de tres aletas), para la misma área y período de estudio (agosto, **Fig. 20**). La estructura de talla del buque surimero presentó diferencias respecto de la estructura del crucero; la pesca comercial registró una moda principal entre 40 y 50 cm; y los ejemplares entre 54 y 64 cm fue una moda secundaria; situación que se presentó de forma inversa en el crucero; es decir, la moda principal entre 54 y 64 cm, y una moda inferior (secundaria) entre 40 y 50 cm. Por otro lado, pesca comercial no registró ejemplares juveniles, y la proporción sexual se presentó de forma similar a la proporción del crucero (**Fig. 20**), en donde los machos registran un leve predominio (53%) de los respecto de las hembras (47%).

En el crucero de investigación, la presencia de ejemplares juveniles se explica principalmente por el empleo de una red de mediagua no selectiva. Mientras, el buque comercial captura preferentemente ejemplares adultos, debido que ofrece mejor rendimiento para la producción de surimi.

5.3.1.4 Distribución de talla del crucero 2005 respecto de los cruceros de investigación anteriores en la zona de estudio

Las estructuras de tallas de merluza de tres aletas del crucero 2005 fue analizada respecto de los resultados obtenidos en los cuatro cruceros anteriores, 2001, 2002, 2003 y 2004 (Lillo *et al.* 2002, Córdova *et al.* 2003, Lillo *et al.* 2004 y 2005, respectivamente), realizados para la misma área de estudio y similar metodología



(**Fig. 21**). Los cruceros 2003 y 2004 fueron realizados a bordo del B/C Abate Molina; mientras, los restantes cruceros (incluido el 2005) fueron realizados a bordo del B/F Unzen.

Las distribuciones de tallas de merluza de tres aletas registradas en el 2005 confirmó la presencia de la moda principal de adultos entre 50 y 65 cm (**Fig. 21**), presente en los cuatro años anteriores estudios; fracción de la población que participa en el proceso migratorio reproductivo de esta especie (Lillo *et al.* 2002). La estructura del 2005 presentó un leve desplazamiento hacia tallas mayores (la derecha) respecto de los cuatro años anteriores, no obstante, con una leve tendencia a asemejarse con la estructura del año 2002. La proporción sexual durante los cinco años de estudio ha presentado un leve predominio de los machos (52% a 56%) respecto de las hembras (**Fig. 21**); excepto el año 2004, en donde las hembras (51%) registraron un leve predominio respecto de los machos.

Las principales variaciones en las estructuras de tallas en los cinco años de estudio se presentan en los ejemplares inferiores a 50 cm (**Fig. 21**). La mayor presencia de ejemplares entre 40 y 50 cm se registró en el 2004; mientras el año 2003 registró una mayor presencia de ejemplares bajo 35 cm (7%). Para el 2005, los ejemplares entre 40 y 50 cm presentaron una moda secundaria. En general, las estructuras de talla de los cruceros registran una escasa presencia de ejemplares juveniles (menores de 35 cm).

Las distribuciones de tallas de merluza de tres aletas subdivididas latitudinalmente en los cinco años de cruceros registran diferencias entre ellas (**Fig. 22**); no obstante, en todos ellos es posible observar la presencia de la principal moda de adultos entre 50 a 65 cm, los principales ejemplares adultos que participan en el proceso reproductivo de la especie. En el año 2005, esta moda se registró entre el área Golfo de Penas-Ladrillero y el área sur, Trinidad-Concepción; situación que también fue registrada en el año 2001 y 2002. En cambio, el año 2003, esta moda de adultos prácticamente se localizó en el área norte, Taitao (**Fig. 22**), y el año 2004 en el área sur, Trinidad-Concepción. Por otro lado, la presencia de las modas de ejemplares menor talla y ejemplares juveniles, aumentan en las áreas en donde la moda adulta antes descrita registra una menor presencia. Luego, esta descripción en donde las áreas presentan distribuciones de tallas prácticamente unimodales y centrados en adultos de 50 y 65 cm, podría ser indicador de altas concentraciones del recurso en proceso de desove (**Fig. 22**).

De forma similar que el análisis por área, en el análisis por estrato de profundidad es posible señalar que la moda principal de adultos (50 y 65 cm) se localiza preferentemente entre los 100 a 399 m de profundidad (**Fig. 23**). De forma relativamente inversa, la mayor presencia de los ejemplares adultos menores a 50



cm y ejemplares juveniles tienden hacia estratos de profundidad en donde se reduce la presencia de la moda de adulto entre 50 y 65 cm.

Estos antecedentes, sugieren que el stock desovante estuvo en el área y mes (agosto) de desove, aspecto que favorece la evaluación de stock desovante de esta especie. Otro aspecto a destacar, que hacia el año 2004 la condición unimodal del 2001 tendió a otra bimodal (**Fig. 21**); pero en el año 2005 la estructura fue más unimodal, hacia el stock desovante entre 50 y 65 cm.

5.3.2 Estructura de edades del stock

La colecta de muestras en los aspectos referidos a muestreo de longitudes y muestreo biológicos, cuya toma de información corresponde en el primer caso a un plan con mayor soporte en número de individuos y que se realiza en forma al azar y en el segundo caso, al muestreo biológico específico en que se registran otras mediciones de los ejemplares además de la talla y colecta de las muestras de otolitos, fue notablemente más abundante que lo obtenido en el Crucero de Investigación del año anterior, con lo cual se vio fortalecido los estudios que se desprenden de ellos.

En el Crucero de Evaluación del stock parental, como parte del muestreo biológico específico, se colectó 1.497 pares de otolitos sagitta de merluza de tres aletas de los cuales 695 correspondieron a machos y 802 a hembras. El número de otolitos colectado por clase de talla es muy similar proporcionalmente a la distribución de tallas observadas en el muestreo de longitudes (N=3.917 individuos, con 1.850 machos y 2.067 hembras (**Fig. 24a**), en la cual se presentan las estructuras de tallas observadas en los tres últimos cruceros de evaluación del área, realizados en el mes de agosto 2003: septiembre 2004 y agosto 2005.

En la estructura de tallas ponderadas (según la captura del lance) para el 2005 (**Fig. 24b**), se aprecia que la ponderación le imprime un cambio notable, realizando la moda que se produce a la clase de talla 56-57 cm. Esta estructura, si se la compara con los Cruceros de Investigación realizados en años anteriores se observa que es una estructura dinámica presentando cambios, tanto en la posición de las modas, como en su composición interna de número de ejemplares según sexo por intervalo de talla (**Fig. 24b**).

Para la determinación de edad se analizó los otolitos, dedicando la primera etapa para realizar lecturas de concordancia. Estas lecturas consisten en analizar en forma paralela las mismas muestras con los distintos analistas que trabajan en diferentes estudios de la edad en este mismo recurso. Esta es una etapa importante realizada con el fin de asegurar que los criterios de discriminación de



anillos de crecimiento, tanto secundarios como de caracteristicas anuales, se mantenga en el tiempo y a trav3s de los diferentes estudios.

En el estudio de edad las muestras fluctuaron entre los 29 y 65 cm en las que se observ3 edades entre 2 y 27 a1os.

En la Figura 25 se aprecia la dispersi3n de los datos peso-longitud. Si se compara las curvas te3ricas que describen las funciones peso talla en los 3ltimos 4 a1os en que se ha realizado el crucero de investigaci3n de este recurso, se tiene que en el 2004 ha sido donde se han registrado los menores pesos corporales de este per3odo (Fig. 26), pudi3ndose apreciar en la gr3fica inferior de esta figura que los pares ordenados (a,b), par3metros de la relaci3n peso-longitud, se desplazan distanci3ndose de los a1os anteriores y cayendo a valores menores de b y mayores de a. El cambio en el 2004 pudo tener origen al estar en presencia de ejemplares que han pasado el proceso de desove recientemente.

En el presente crucero de investigaci3n la biomasa estuvo compuesta por un 47% machos y 53% hembras las que al convertirla a n3mero de individuos, dada las caracteristicas de peso-talla corporal, los machos se presentan m3s numerosos alcanzando un 52% y las hembras un 48%.

La proporci3n en peso y n3mero en que se encuentran los ejemplares var3a levemente de a1o en a1o, observ3ndose que en peso los machos corresponden a una fracci3n menor al 50%, lo que es inverso al revisar la proporci3n en n3mero, ya que por su crecimiento diferenciado (seg3n sexo) y sus caracteristicas, hace que se presenten los machos en el muestreo al azar en mayor n3mero que las hembras, con excepci3n del a1o 2004, a1o considerado con data at3pica dentro de la serie de estudios, dado que el crucero de investigaci3n fue realizado en una fecha posterior a los otros.

Como es caracteristico los machos presentan menores pesos promedios que las hembras, los pesos promedio estimados para este a1o se entregan en la Tabla 17.

La estructura por grupos de edad de machos y hembras se presenta en las Tablas 13 y 14, este tipo de estructura compuesto por numerosos grupos de edades que van fluctuando en intensidad es t3pica de este recurso. En la estructura de la abundancia registrada en el Crucero de evaluaci3n, se aprecia que tiene un fuerte componente de ejemplares entre el GE VII y XVII, constituyendo el 70% de la abundancia el aporte que entregan estos 11 grupos de edad.

Esta especie presenta un crecimiento notablemente lento despu3s de la edad 7, con incrementos en longitud muy peque1os de a1o en a1o. Esto se traduce,



en la práctica, en que existe un rango de tallas (46-64 cm) que contiene una gran variedad de edades como se puede apreciar en las matrices de composición por GE de la abundancia (**Tablas 13 y 14**).

Las estructuras de edades de las abundancias de los Cruceros de Investigación (2001-2005) se presentan en la **Figura 27**. A modo de referencia se incluyó también la estructura que constituye la remoción por la pesquería anual (período 2001 y 2004), considerando ambos sexos en común. La pesquería (representada con barras vacías) presenta hasta el 2004 mayor acceso a las edades jóvenes (GE III, IV, V y VI en el 2001, 2002, 2003 y 2004 respectivamente) y menor participación en la remoción de grupos de edades mayores (**Fig. 27a**). En la época de desove, que es donde se ejecutan los cruceros, se encuentra en mayor concentración los peces más adultos, de 12 y más años. Sin considerar el 2004, en que se visitó la zona en otro período, se tiene que para el presente año, en que sí se logró visitar la zona de estudio en el mes de agosto, la estructura también se presenta mayormente compuesta por los peces más adultos, con moda principal en GE XVI y moda secundaria en los adultos más jóvenes del GE VII.

En la **Figura 28** se muestra la estructura de la serie de cinco años en que se ha realizado cruceros de evaluación del recurso en el área de interés, tanto en composición por tallas, como por GE. Se presenta señalado como ca89 y ca98 algunas de las clases anuales según su año, que se siguen en forma más notable. La clase anual nacida en 1989, que actualmente corresponde al GE XVI, es una clase observada en forma importante desde el crucero efectuado en el 2001, en que fue la moda principal como GE XII. Su seguimiento puede realizarse año tras año y en el presente aun se encuentra de modo importante (excepto en el 2004 en que se dieron otras condiciones en la fecha del crucero). Otra clase anual de notable fuerza es la clase anual de peces nacidos en 1998, la cual ya se observó de forma importante como GEIII en el 2001, GE IV en el 2002; GE V en el 2003; GE VI en el 2004 y GE VII en el 2005.

5.4 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación.

5.4.1 Índice gonadosomático

Para el estudio del estado reproductivo se muestrearon 1.477 ejemplares de merluza de tres aletas (machos: 680; hembras: 797), de los cuales, 642 ovarios fueron sometidos a un procesamiento histológico para un análisis microscópico de la condición reproductiva.



La amplitud de tamaños de los ejemplares muestreados para el estudio de aspectos reproductivos osciló, en los machos, de 29 a 62 cm de longitud total, mientras que en las hembras el rango de tamaños abarcó de 29 a 65 cm de longitud total. El espectro de tamaños analizados permitió obtener una buena cobertura del estado reproductivo de la población.

El índice macroscópico promedio (IGS) calculado para el total de machos correspondió a 9,7 (d.s. = 6,7), y para el total de hembras, a 11,0 (d. s. = 7,7), valor de IGS que no se vio fuertemente influenciado, en ambos sexos, al considerar sólo la fracción adulta en el estimado (a partir de los 36 cm de LT (Córdova *et al.*, (2003) y Lillo *et al.*, (2004)), dado la escasa fracción de juveniles en la muestra. El índice gonádico para los ejemplares adultos correspondió a 10,3 (d.s. = 6,5) en los machos y a 11,4 (d.s. = 7,6) en las hembras. La dispersión de los valores del índice reflejado en la desviación estándar se explica por la presencia tanto de ejemplares inactivos como en madurez máxima.

A modo de evaluar el aporte del lance al estimado del índice gonadosomático de la fracción adulta en el período de estudio, los valores promedios de cada lance fueron ponderados por la captura correspondiente, indicando un estimado de IGS de 13,3 en los machos y de 13,8 en las hembras, valores que se asemejan al valor promedio obtenido por sexo en los lances con mayores capturas, situación que pesó en el proceso de estimación de IGS promedio para toda la zona de estudio.

El análisis del IGS promedio por lance de la fracción adulta, en sentido latitudinal, permitió visualizar actividad de desarrollo gonadal durante el crucero, con valores que oscilaron de 2,6 a 22,5 en los machos y de 1,0 a 20,9 en las hembras (**Fig. 29**). El análisis de varianza teniendo como factor los lances, señaló diferencias significativas entre las distribuciones de los índices gonadosomáticos, tanto en los machos con un $F(1,60) = 24,92$ ($p < 0,05$), como en las hembras con un $F(1,57) = 23,01$ ($p < 0,05$), situación que se explica por el predominio en algunos lances de ejemplares en estado de desarrollo máximo de sus gónadas y en otros, en la condición de evacuación y desove avanzado. De acuerdo a los resultados, el índice gonadosomático evidenció actividad gonadal, indicando que en el período de estudio la merluza de tres aletas se encontró con actividad reproductiva en desarrollo.

5.4.2 Análisis macroscópico

Estadios de madurez sexual (EMS)

El análisis de los estadios de madurez macroscópicos en los machos indicó que el 6% de las gónadas estuvieron inmaduras (EMS II). De los estadios más avanzados de desarrollo testicular, el EMS III (en maduración) correspondió a un 6%, mientras



que el estadio indicador de procesos de evacuación activa (EMS IV), más los machos que ya evacuaron sus gametos (EMS V) alcanzaron el 88% (**Fig. 30**).

En las hembras, el 4% de las gónadas se encontraron inactivas (EMS II). De los estadios de mayor desarrollo ovárico, el estadio en maduración (EMS III), en que la gónada está próxima al desove, predominó con un 52%, mientras que los estadios indicadores de proceso de desove activo (EMS IIIA y IV), más las hembras que habían desovado recientemente (EMS V) representaron el 44% (**Fig. 31**).

De este análisis macroscópico de la madurez gonadal se desprende que en el período de toma de muestra el stock de merluza de tres aletas se encontró con actividad reproductiva.

5.4.3 Análisis microscópico

El examen histológico de ovarios de merluza de tres aletas permitió precisar el estado de desarrollo gonadal, logrando diagnosticar los diferentes estadios de madurez sexual establecidos para esta especie (**Tabla 5**).

Dinámica ovárica y tipo de desove

La merluza de tres aletas se caracteriza por presentar un patrón de desarrollo ovárico de tipo sincrónico, con desoves parciales sucesivos en corto tiempo y una fecundidad anual determinada (Lillo *et al.*, 2002).

Estadios de madurez sexual (EMS)

El análisis de la incidencia de estadios microscópicos de madurez sexual (**Fig. 32**), indicó un 1% de ovarios inactivos (EMS I). De los estadios más avanzado de desarrollo ovárico, el EMS III (desarrollo tardío) correspondió a un 18% y los estadios indicadores de procesos de desove activo (EMS IV y V) predominaron con un 79%, mientras que las hembras ya desovadas (EMS VI) estuvieron escasamente representadas con un 2%.

La menor presencia de hembras desovadas (EMS VI), conjuntamente con la baja incidencia de atresia ovárica (degeneración y reabsorción ovocitaria), permiten indicar que durante el período de estudio, la merluza no presentó evidencia hacia una declinación de la actividad reproductiva.

Para considerar el aporte de cada lance en el estimado de la proporción de estadios de madurez sexual para el período de estudio, se utilizaron como factor de ponderación los valores de captura correspondientes a cada lance, cuyos resultados por sexo y tipo de análisis macroscópico y microscópico se presentan en la **tabla 18**. De aquí se destaca el mayor peso que tuvieron los ejemplares en



condición de madurez avanzada y procesos de evacuación de gametos, condición que fue predominante en la mayoría de los lances.

El análisis por lance, en sentido latitudinal, de la incidencia de estados de madurez microscópico permitió evidenciar el desarrollo de la condición reproductiva, caracterizándose el período de recolección de muestras del 15 al 22 de agosto por el predominio de hembras de merluza de tres aletas en maduración avanzada de sus gónadas y en desove activo (**Fig. 33**).

La distribución de los EMS de acuerdo a grupos arbitrarios de tamaños de las hembras (**Fig. 34**), permiten indicar que los pocos ovarios en EMS 1 (inmaduro) se ubicaron en los grupos de tamaños menores a 40 cm longitud total. Los EMS más avanzados se visualizan en todos los grupo de tamaños, prácticamente a partir de los 41 cm de longitud total, con un activo proceso de desove, indicando la fracción de la población comprometida en el evento reproductivo.

De este análisis se desprende que durante el período de estudio, la merluza de tres aletas se encontró en pleno proceso reproductivo, con un aporte importante de hembras en actividad de desove, sin mostrar evidencias que indiquen una disminución de la intensidad reproductiva.

Comparación entre el estimado macroscópico y microscópico de estadios de madurez sexual

Al comparar la determinación de estadios de madurez del ovario se visualizaron diferencias con relación al método empleado (macroscópico o microscópico) en la clasificación de EMS, principalmente referido a la identificación macroscópica del EMS IIIA, lo que reflejó la dificultad de asignar este estadio de madurez sobre la base de una apreciación visual de las gónadas.

El estadio IIIA es equivalente al EMS V microscópico, ambos indicadores de actividad de desove, el cual en este estudio se encontró notoriamente subestimado, con un 0,3% y un 44%, respectivamente (**Fig. 31 y 32**). El EMS IIIA se basa en la identificación de ovocitos con gota oleosa (de color verde amarillento) y en procesos de reabsorción (Balbontín y Fischer, 1981), características que no son fácilmente detectables a simple vista, el cual suele normalmente confundirse con el EMS III, provocando una sobre o subestimación de la actividad de desove.

Si bien, tanto las determinaciones macroscópicas como microscópicas fueron concordantes en términos de identificar ovarios inactivos y en desarrollo avanzado, el análisis histológico fue preferible dado que entregó con mayor



certeza y precisión de la condición del ovario, permitiendo identificar hembras maduras predesovantes, sin evidencia de folículos postovulatorios ni atrésicas, para el cálculo de la fecundidad, de esta manera se evitó una probable subestimación del parámetro. También, permitió discernir con mayor precisión ovarios inmaduros de aquellos en reposo (inmaduros reincidentes) para el ajuste de la ojiva de madurez.

Variable índice gonadosomático con relación al EMS microscópico

La **Figura 35** grafica de que manera el IGS promedio se vio influenciado por el EMS de la hembra, así en los ejemplares con gónadas virginales e inmaduras (EMS I) el IGS promedio fue de 0,7 (d.s.= 0,02), mientras que en los EMS mas avanzados, el IGS incrementó de 14,4 (d.s.= 1,42) en el EMS III a 16,2 (d.s.= 0,79) en el EMS IV (hidratado y en desove), decayendo a un IGS de 11,1 (d.s.= 0,67) en las hembras con desove parcial (EMS V) y a un IGS de 1,8 (d.s.= 0,05), en las hembras que finalizan su actividad reproductiva (EMS VI).

5.4.4 Ojiva de madurez

Los datos del crucero de 2005 no permitieron construir una adecuada ojiva de madurez, ya que los tamaños muestreados estuvieron asociados principalmente a tamaños de la fracción parental de la merluza, es decir sobre el tamaño de primera madurez sexual. Los tamaños bajos los 43 cm de longitud total estuvieron débilmente representados. La información a nivel microscópico indicó, que la hembra madura más pequeña midió 35 cm de longitud total y desde los 41 cm, el 100% de las hembras se encontraron maduras (**Tabla 19**).

Se entrega una ojiva de madurez sobre la información microscópica agrupada de 670 hembras colectadas durante este crucero, en conjunto con 1.640 registros de madurez provenientes de los cruceros de evaluación de 2001 (Lillo *et al.*, 2002), 2002 (Córdova *et al.*, 2003), 2003 (Lillo *et al.*, 2004) y 2004 (Lillo *et al.*, 2005), abarcando las tallas entre 22 cm y 65 cm de longitud total. Este análisis permitió discernir claramente ovarios maduros de inmaduros.

La proporción de hembras sexualmente maduras por intervalo de longitud y el ajuste no lineal de la ojiva se grafican en la **Figura 36**. Los resultados indican, con un coeficiente de determinación de 0,99, una talla media de madurez sexual de 36,7 cm de longitud total.



5.4.5 Fecundidad

Debido a la condición de desovante parcial con fecundidad anual determinada, el estimado de fecundidad total fue considerado como el equivalente al número de ovocitos en desarrollo vitelogénico, constituyéndose esta moda en ovocitos comprendidos entre 450 y 1.125 micras (Lillo *et al.*, 2002).

Para el cálculo de fecundidad se analizaron 124 ejemplares con un rango de tamaños de 43 a 64 cm de longitud total. El análisis de la fecundidad se realizó con las muestras obtenidas en agosto de 2005, sin considerar aquellas que se encontraban con presencia de folículos postovulatorios y atresia, condición que indicaba desove, liberación de ovocitos, por lo cual no clasificaron para el análisis de fecundidad.

La fecundidad total osciló entre 71.771 y 1.245.209 ovocitos, con un promedio de 593.968 ovocitos (d.e. 274.507). La fecundidad relativa promedio fue de 534 ovocitos por gramo de peso corporal (d.e. 164), con un mínimo de 165 y un máximo de 913 ovocitos.

Para el ajuste de la fecundidad en función del peso corporal y de la longitud total para las 124 hembras que clasificaron microscópicamente en desarrollo vitelogénico se utilizó el modelo de tipo lineal es preferible debido a (Hunter *et al.* (1985): 1) Explica mejor la variación que los curvilíneos; 2) Sus coeficientes de regresión tienen significado biológico; 3) Para la estimación de producción de huevos, la fecundidad de los ejemplares en los extremos (grandes y pequeños) no es tan crítica como en la de los rangos medios, los que son bien explicados por el modelo lineal simple.

La relación entre la fecundidad y el peso corporal presentó un mejor ajuste que cuando se relacionó con la longitud total (**Fig. 37 y 38**).

5.5 Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la pesquería de tres aletas, a partir de los lances de pesca de identificación.

5.5.1 Proporción de captura

La captura obtenida durante el estudio, estuvo compuesta principalmente por merluza de tres aletas (83,1%), merluza de cola (15,3%) y merluza del sur (1,3%), contribuyendo estos tres recursos con el 99,7% de la captura total, mientras que la fracción restante estuvo compuesta por, cojinoba azul (*Serirolela punctata*),



reineta (*Brama australis*) y jibia (*Dosidicus gigas*) alcanzando estas especies en conjunto un 0,3% de la captura (Tabla 15, Fig. 39).

Al considerar solamente la fauna acompañante, la merluza de cola representó el 90,3%, seguido de merluza del sur con el 7,7%, reineta con el 1,0%, cojinoba azul un 1,0% y finalmente la jibia cuya contribución fue del 0,1%.

5.5.2 Distribución espacial de la captura

5.5.2.1 Latitudinal

En la distribución espacial de la composición de la captura obtenida en los lances de pesca de identificación se puede señalar un incremento importante en el aporte de merluza de tres aletas desde el rango latitudinal 47,0°- 47,9°S. (27,84%) al 49,0°- 49,9°S., donde alcanza un máximo de 95,05%, para luego disminuir a 40,0% en el intervalo de 51,0°-51,9°S.

El aporte de la merluza de cola a la composición de la captura latitudinal fue variable con un mínimo de 4,24% (49,0°- 49,9°S.) y un máximo de 64,06% (47,0°- 47,9°S.). En el caso de la merluza del sur esta presentó un máximo de 8,08% en el intervalo de 47,0°- 47,9°. En los intervalos de latitud entre 50,0°- 50,9°S. y 51,0°- 51,9°S no se registró presencia de este recurso (Fig. 40).

5.5.2.2 Batimétrica

Al analizar la proporción de captura por estrato de profundidad (Fig. 41), se puede destacar que la más alta proporción de merluza de tres aletas fue obtenida en el estrato de 100 a 199 m representando el 95,31% de la captura total obtenida. Respecto a merluza de cola, los mayores valores se obtuvieron en los estratos 200-299 m y 300-399 m con aportes del 32,89% y 92,93%, respectivamente.

5.5.3 Presencia espacial de la captura en base a los lances de identificación

La merluza de tres aletas se distribuyó desde los 47,8°S. a 51,9°S., en un rango de profundidad que varió entre los 100 y 278 m. Merluza de cola presentó una distribución a lo largo de toda la zona estudiada y en profundidades comprendidas entre los 159 y 362 m, correspondiendo esta última a la profundidad máxima de pesca (Fig. 42).

Merluza del sur se capturó principalmente en la zona norte del área de estudio (47,0°S. a 48,0°S.), presentando una distribución en profundidad entre los 173 y 363



m. Es importante destacar que en el caso de la jibia, aun cuando su aporte a la captura fue m3nimo, su distribuci3n se concentr3 en la zona centro del 3rea de estudio a una profundidad de 235 m, situaci3n distinta a la presentada en el a3o 2004.

Al comparar los resultados del aporte de las principales especies a la captura total obtenida en los lances de identificaci3n realizados en el per3odo 2001 a 2005 (**Fig. 43**), se observa un aumento significativo en el aporte de merluza de tres aletas el a3o 2005 (43,5 puntos mas) respecto al 2004, mientras que el aporte de merluza de cola baj3 su aporte en 37,5 puntos. respecto al a3o anterior. Respecto a merluza del sur su aporte durante el periodo 2001-2005 vari3 levemente desde el 1,5 al 1,3%.

Al considerar el aporte de la fauna acompa3ante sin la especie objetivo, la merluza de cola aporta un 90,3% seguido de merluza del sur (7,7%), presentando tambi3n merluza de cola la mayor frecuencia de ocurrencia en los lances de pesca (48,8%), seguido por la reineta con un 22,0% (**Tabla 20 y Fig. 44**). En relaci3n a merluza de tres aletas, 3sta se captur3 en el 56,1% de los lances.

Al comparar estos valores con los obtenidos en el a3o 2004 se observa en el caso de merluza de tres aletas y merluza de cola un aumento en la frecuencia de ocurrencia desde un 20,4% (2004) al 56,1% en el 2005 y de un 24,5% (2004) al 48,8% en el 2005, respectivamente. Merluza del sur aumenta levemente de un 16,3% al 17,1% (**Fig. 44**).

5.5.4 Distribuci3n de frecuencia de talla de merluza de cola como especie principal de la fauna acompa3ante.

Por zona

Zona Ladrillero

En la zona de Ladrillero se presenta una estructura multimodal para ambos sexos. Una moda principal en 37 cm y dos secundarias en 54 cm y 77 cm. El mayor porcentaje de ejemplares de merluza de cola se concentra bajo los 50 cm de longitud (**Fig. 45**). La misma tendencia se observa al separarlos por sexo, tanto para machos como para hembras.

Zona Concepci3n

Para la zona de Concepci3n tambi3n se observa una estructura multimodal con moda principal en los 37 cm y dos secundarias en los 27 cm y 52 cm respectivamente (**Fig. 46**). El mayor porcentaje de ejemplares se encuentra en el rango de 32 a 62 cm. Al separarlos por sexo se observa una tendencia similar.



Zona Taitao

Finalmente para la zona de Taitao se observa una estructura unimodal con una moda principal en los 42 cm, concentrándose en el rango de los 32 a 47 cm el mayor porcentaje de individuos (**Fig. 47**). Se observa algo similar al separarlos por sexo.

5.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas

5.6.1 Resultados generales agregaciones merluza de tres aletas

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 21**, donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estándar para las características morfométricas y batimétricas de las agregaciones de merluza de tres aletas.

a) Descriptores morfológicos

Estas agregaciones presentaron longitudes que oscilaron entre los 41 y 6.484 m, con una longitud promedio de 1.088 m. La distribución de frecuencia del descriptor longitud de agregaciones presenta una tendencia hacia el sector izquierdo de la curva con moda centrada en los 250 m (**Fig. 48**), no obstante la tendencia a formar agregaciones alargadas se refleja en que el 38% de éstas presentó extensiones sobre los 1.000 m

La altura promedio de las agregaciones de esta especie alcanzó los 21 m con un rango entre 6 y 74 m, presentando una moda principal centrada en 18 m (**Fig. 49**). El 42% presentó alturas entre los 10 y 20 m. También se observa un grupo centrado en los 35 m.

Los valores de elongación fluctuaron entre 3 y 245 presentando un valor promedio de 53. La distribución de frecuencia de este descriptor nos presenta una moda principal en el valor 10 (**Fig. 50**), con valores altos hacia el sector izquierdo de la curva. Un 18% de las agregaciones presentaron valores altos, en este caso sobre 90 en la relación de aspecto largo/alto.

El perímetro detectado en las agregaciones de merluza de tres aletas generó un valor promedio de 5.214 m con un máximo de 31.339 m y un mínimo de 172 m. La distribución de frecuencia del perímetro presenta una tendencia principal de las agregaciones a centrarse en los 2.000 m. El 14% de las agregaciones presentó perímetro sobre los 10.000 m (**Fig. 51**).



El área detectada presentó grandes variaciones que oscilaron desde los 321 m² hasta los 292.106 m². El área promedio fue de 28.226 m². La distribución de frecuencia de este descriptor nos muestra una tendencia hacia el sector izquierdo de la curva con una tendencia principal hacia el rango entre 10.000 y 20.000 m² (**Fig. 52**). Un 7% de las observaciones correspondió a agregaciones de gran tamaño, sobre los 100.000 m².

El descriptor dimensión fractal es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación, se calcula como 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). En este caso, este descriptor alcanzó un valor promedio de 1,41 reflejando una tendencia general a formar agregaciones cohesionadas. El valor mínimo fue de 1,16 mientras que el máximo alcanzó el valor 1,58. La distribución de frecuencia de este descriptor nos presenta una moda principal bordeando el valor 1,43 (**Fig. 53**).

Considerando el número de agregaciones detectadas el año 2004, hubo un aumento de éstas del orden del 195% y de un 27% más que el 2003. Con respecto a los descriptores morfológicos se observa en general una disminución de los valores promedio de todos los descriptores morfológicos (**Tabla 22**) en la serie 2003-2005, indicando una disminución en el tamaño de las agregaciones, asociado también a una mayor definición en su contorno, lo que se refleja en el menor valor de la dimensión fractal este año respecto al 2004.

b) Descriptores batimétricos

Las agregaciones de merluza de tres aletas se distribuyeron en profundidades que fluctuaron entre los 109 y 295 m presentando una profundidad promedio de 181 m. La distribución de frecuencia presenta una moda principal en los 160 m y una secundaria en el rango entre 220 y 240 m (**Fig. 54**). Esta especie fue detectada en fondos que fluctuaron entre los 119 y 817 m resultando en promedio 261 m. El 72% de las detecciones fue registrada en un rango de fondos entre 150 y 325 m de profundidad, la moda se centró en los 175 m (**Fig. 55**).

El descriptor Índice de altura permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo del mar. En este caso el valor promedio fue de 22%, con valores que fluctuaron entre el 3 y el 81% del fondo. La distribución de frecuencia registra la moda en el 10% (**Fig. 56**).



La serie histórica 2003-2005 refleja que las agregaciones se han detectado cada vez a menores profundidades y también a menores fondos, lo que indicaría que se estarían ubicando más cercanas a la costa. Respecto al índice de altura. Éste presenta variaciones pero este año se presentó el menor valor de esta variable con un 22%.

c) Descriptores según latitud

A fin de comparar los valores de los descriptores tanto morfológicos como batimétricos de acuerdo a las diferentes latitudes, se calculó los valores promedios, desviación estándar y coeficiente de variación de éstos para cada latitud. Los resultados se entregan en la **Tabla 23**. Se grafican los valores medios obtenidos con sus respectivos intervalos de confianza. La latitud referida en las tablas y gráficos comprende todo el grado, es decir la latitud 47° comprende desde los 47°00' hasta los 47°59,99'.

La aplicación del test de Kolmogorov-Smirnov para determinar normalidad en las distribuciones (logaritmizadas), requisito para la aplicación del análisis de varianza, arrojó como resultado el rechazo de normalidad solamente para la distribución de la profundidad de agregaciones., por lo que para este descriptor se utilizó el test de Kruskal-Wallis. La **Tabla 24** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por latitud (datos previamente normalizados).

De acuerdo a la ANDEVA realizada, los descriptores morfológicos no presentan diferencias significativas entre latitudes, excepto la dimensión fractal. Esta situación es la misma que los años anteriores, presentándose ya como una característica de esta especie.

Visualmente se observa una tendencia a agregaciones de mayor tamaño (largo, alto perímetro y área) en la zona más al norte, mientras que el valor de dimensión fractal es mayor en la latitud 48° (**Fig. 57 y 58**). Respecto a las variables batimétricas, todas presentan diferencias entre latitudes. La profundidad promedio de las agregaciones presenta una tendencia a disminuir su valor a medida que aumenta la latitud para aumentar notoriamente su profundidad promedio más al sur. Similar tendencia se observa en la profundidad del fondo y el índice de altura el que presenta su menor valor en el rango de la latitud 49°, en donde las agregaciones se encontraban más cercanas al fondo que en el resto de las zonas (**Fig. 59**).



d) Descriptores según rango de fondo

A fin de comparar los valores de los descriptores tanto morfológicos como batimétricos según rangos de fondo, se calculó los valores promedios, desviación estándar y coeficiente de variación de éstos para cada latitud. Los resultados se entregan en la **Tabla 25**. Se grafican los valores medios obtenidos con sus respectivos intervalos de confianza. El fondo referido en las tablas y gráficos comprende todo el rango, es decir el rango 100 comprende desde los 100 m hasta los 199 m.

Las variables morfométricas tales como largo, alto, perímetro y área presentan una leve tendencia visual a presentar sus mayores valores en el rango de 300 m (**Fig. 60 y 61**). La elongación presenta una tendencia a disminuir su valor a mayor fondo aunque en el último rango (500 m) las agregaciones se presenten mas alongadas. La dimensión fractal presenta su menor valor en el rango de 300 m indicando que en dicho rango se encontrarían mas definidas en su contorno. Este descriptor junto al alto de agregaciones son los únicos que estadísticamente presentan diferencias significativas entre rangos de fondo

La profundidad de agregaciones tiende inicialmente a aumentar ante aumentos del fondo pero sólo hasta el rango de 100 m ya que ante aumentos del fondo, éstas se mantienen a una profundidad cercana a los 200 m. esto se corrobora al observar el índice de altura (**Fig. 62**) en donde se aprecia que éste descriptor aumenta a medida que aumenta el fondo, indicando que las agregaciones se encuentran más distanciadas del fondo a mayores profundidades, fenómeno provocado por el carácter euribático de esta especie, la cual tiende a mantenerse en un rango de profundidad.

Adicionalmente se analizó la proporción sexual de las agregaciones por rango de fondo, observándose que no existen diferencias visuales ni estadísticas a diferentes profundidades (**Fig. 63**). La **Tabla 26** entrega la Andeva para la comparación de valores medio por rango de fondo.

e) Descriptores según proporción sexual

Se asignaron rangos de proporción sexual a las agregaciones definidas de acuerdo a:

Rango 1: agregaciones sobre el 66% de machos en su proporción sexual.

Rango 2: agregaciones sobre el 66% de hembras en su proporción sexual.

Rango 0: agregaciones entre los límites anteriores (similar proporción sexual).



No se observaron diferencias significativas entre los valores medios de los descriptores morfom3tricos y batim3tricos de acuerdo a la diferenciaci3n por proporci3n sexual (**Tabla 27**), no influyendo este factor en los valores de estas variables.

Sin dejar de considerar lo anterior, visualmente podemos apreciar que las agregaciones con mayoría de hembras se presentaron en promedio mas alargadas y de menor altura que las agregaciones con mayoría de machos, lo que provoca que la relaci3n de aspecto de las agregaciones “hembras” sea mayor que la de agregaciones “machos” (**Fig. 64**). Cabe destacar que s3lo 12 agregaciones calificaron con mayoría de hembras. Respecto al 3rea, perímetro y dimensi3n fractal, visualmente se presentan similares (**Fig. 65**)

La profundidad de las agregaciones es similar indistintamente de la proporci3n sexual, apreciándose diferencias visuales en los fondos en que se ubicaron las agregaciones. Las agregaciones “hembras” se detectaron en menores fondos que las agregaciones “machos”, es decir mas costeras, lo que provoca adem3s que se observe una diferencia notable en los valores del índice de altura de acuerdo a la proporci3n sexual (**Fig. 66**).

5.6.2 Resultados análisis componentes principales

En la **Tabla 21** se entregan los estadísticos de cada uno de los descriptores morfom3tricos y batim3tricos de las agregaciones detectadas

La matriz de correlaciones presenta las asociaciones más fuertes entre las variables morfom3tricas tales como largo-perímetro, largo-3rea y largo-elongaci3n, respectivamente (**Tabla 28**). En las variables batim3tricas la asociaci3n más fuerte la presenta la profundidad del fondo con el índice de altura. La profundidad de agregaciones no presenta una correlaci3n fuerte con ninguna de las variables.

Se realizó una aplicaci3n exploratoria del ACP utilizando diferentes combinaciones de variables como activas a fin de alcanzar un valor aceptable de la medida de suficiencia de muestreo (MSA), compatibilizado con un buen porcentaje de explicaci3n de la varianza.

El mejor valor de la MSA se logró con la exclusi3n de la variable profundidad de agregaciones, llegando a un valor de MSA igual a 0,65 y logrando un porcentaje de variabilidad explicada igual al 90,3% es importante señalar que valores de MSA sobre 0,6 se consideran aceptables para la aplicaci3n de un análisis factorial (Hair *et al.*, 1999).



La **Tabla 29** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los ocho componentes.

De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), los componentes 1, 2 y 3 cumplen la condición, explicando en conjunto el 90,3% de la variabilidad total. La representación gráfica del porcentaje de variabilidad explicada por cada uno de los componentes principales se aprecia en la figura 67. El componente más importante es el componente 1 el que presenta un valor propio de 3,77 y explica el 47,2% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 1,96 y explicando el 24,5% de la variabilidad. El componente 3 explica el 18,6% con valor propio de 1,49.

La Tabla 30 entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en ésta se observa que el largo, perímetro, área y elongación presentan los mayores coeficientes respectivamente dentro de la primera componente, mientras que el segundo componente se relaciona fuertemente con las variables fondo e índice de altura. El tercer componente se relaciona principalmente con la dimensión fractal seguido del alto de agregaciones.

La representación gráfica de los dos componentes con las variables originales se observa en la figura 68. En ella se aprecia la asociación de las variables morfométricas con el componente 1, la orientación similar que presentan las variables tales como área, perímetro y largo implica que el aumento de uno de ellos implicará el aumento de los otros. La misma tendencia se observa en las variables batimétricas, profundidad del fondo e índice de altura, ambos orientados en la misma dirección en fuerte asociación con el componente 2 y al igual que en el caso anterior esto significa una proporcionalidad directa entre ellos, lo que implica necesariamente que ante aumentos en la profundidad del fondo, esta especie se mantendría en su profundidad aumentando de esta forma el valor del índice de altura.

Posteriormente y a fin de obtener un tipo de relación entre la respuesta acústica de las agregaciones (S_A) y su correspondiente valor del componente morfométrico (VCM), se asoció el valor de S_A con el VCM de cada agregación, este último dado por los coeficientes obtenidos en la matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales. La ecuación utilizada para el cálculo del VCM fue:

$$VCM=0,98*\text{largo}+0,59*\text{alto}+0,73*\text{elon}+0,98*\text{perim}+0,92*\text{área}+0,35*\text{DFrac}+ 0,05*\text{fondo}+0,02*\text{IndAlt}$$

Luego se buscó la mejor relación entre ambos factores, resultando una relación de carácter potencial. Reemplazando los valores de los coeficientes de a y b de la regresión, se obtuvo la ecuación:



$$\text{LN}(\text{Sa}) = 0,38 * \text{LN}(\text{VCM})^{1,33}$$

Con un coeficiente de determinación $r^2 = 0,62$ (**Fig. 69**)

En relación a los resultados obtenidos el año anterior, esta vez calificaron tres componentes a diferencia del 2004 en que se determinaron sólo dos, lo que se explicaría por el bajo número de datos utilizados el año anterior. El porcentaje de varianza explicada este año fue superior a los años anteriores 84,6% el 2004 y 82,3% el 2003) con un 90,3%.

5.7 Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio.

En laboratorio fueron analizados 353 estómagos con contenido de merluza de tres aletas (**Tabla 31**), representando el 23,6% del total de individuos (1.498 ejemplares) provenientes del muestreo biológico efectuado a bordo del crucero de investigación; valores que superan a la cantidad de estómagos analizadas en laboratorio (244 muestras) en un estudio similar efectuado durante el año 2004. Del total de muestras obtenidas, 781 estómagos (52,1%) se encontraron vacíos (**Tabla 32**). A diferencia de muestreos anteriores, en esta ocasión se obtuvieron muestras de las áreas Golfo Penas-ladrillero y Trinidad-Concepción. El área con mayor número de estómagos analizados en laboratorio fue Golfo Penas-Ladrillero con 278 muestras (78,8%, **Tabla 27**) y en el área Trinidad-Concepción se analizaron 75 muestras (21,2%).

Según los indicadores numérico, gravimétrico y frecuencia, las presas que forma parte importante de la dieta de merluza de tres aletas fueron *Euphausia vallentini* (eufáusido), seguido de restos de eufáusidos y restos de peces (**Tabla 32**). Las otras presas encontradas en el análisis registraron valores bastante bajos, en comparación con los tres ítems alimentarios principales, estas presas fueron los eufáusidos *Thysanoessa gregaria* y *Nematoscelis megalops*, crustáceos del orden *Caridea*, salpas y restos de peces. De todos los ítems alimentarios encontrados en el análisis el de menor valor en la dieta fue el eufáusido *T. gregaria* (**Tabla 32**).

El Índice de Importancia Relativa (IIR) confirma que la dieta principal de merluza de tres aletas en el período de estudio fue *E. vallentini* (64,5% IIR, **Tabla 3**), seguido de restos de peces (17,5% IIR) y restos de eufáusidos (13,3% IIR). Esta situación se confirma si se observan los datos registrados por área; en el área G. Penas-Ladrillero *E. vallentini* alcanzó un 46,71% IIR y en el área Trinidad-Concepción, esta especie registró un 63,51% IIR (**Tabla 33**).



Cabe destacar que aproximadamente un tercio de los estómagos analizados provenían del área Trinidad-Concepción (**Tablas 32 y 33**); en el caso de la comparación entre zonas, al comparar el %IIR de la zona Golfo de Penas-Ladrillero con la de Trinidad-Concepción, el resultado es que no se rechaza la hipótesis nula de no asociación ($T=0,333$; $p=0,375$), por lo tanto las dietas en ambas zonas son independientes. Sin embargo, cabe notar que la diferencia es generada solo por los ítems secundarios, siendo los eufáusidos la presa dominante en ambos casos.

En el caso de comparación entre distintos períodos horarios (mañana, mediodía, tarde), hay asociación significativa ($W=0,653$; $p < 0,001$), de modo que las dietas no difieren en función del periodo horario.

La información de la dieta de merluza de tres aletas del presente estudio fue analizada respecto los resultados de contenido estomacal provenientes de tres cruceros de investigación realizados en el 2001, 2002, 2003 y 2004 (Lillo *et al.* 2002, Córdova *et al.* 2003, Lillo *et al.* 2004) (**Tabla 29**). De acuerdo a la dieta entre los años comparados confirman como presa principal a los eufáusidos, cuyo %IIR varía entre 40% y 95%; si bien el año 2001 presenta un valor bastante inferior a los valores obtenidos para los otros años, de todas formas sigue siendo el ítem alimentario preferido. Al igual que en los años anteriores, en el 2005 el segundo ítem alimentario preferido siguen siendo los peces, pero en este caso no se logró identificar la especie a la cual pertenecían, ya que se encontraban en un avanzado estado de digestión. Pero dado los hallazgos realizados en los años anteriores, suponemos que los restos de peces encontrados pueden corresponder a peces del tipo luminiscente, como mictófidios y *Maurolicus sp.* (**Tabla 34**). Si comparamos la información de alimentación de la merluza de tres aletas entre los años 2002, 2003, 2004 y 2005, se puede confirmar que el balance de la dieta estaría más orientado a macro crustáceos zooplanctónicos (**Tabla 34**)

En los años 2001, 2002 y 2004 se registró la presencia de otros crustáceos zooplanctónicos en la dieta de la especie objetivo, como camarón (*Pasiphaea*), anfípodos y copépodos. Se debe destacar que durante el 2001 se registró la mayor diversidad en la dieta, resaltando la presencia de la subclase Salpida (16% IIR, Tabla 4) y del orden Siphonophorae, ambos pertenecientes al zooplancton gelatinoso. En el 2005 vuelven a aparecer individuos de la subclase Salpida, registrándose un %IIR de 1%, valor mucho menor al registrado durante el 2001.

Por otro lado, los estudios de contenido estomacal entre los años 2001 y 2003, durante el período reproductivo de merluza de tres aletas, muestran que la incidencia de encontrar estómagos con contenido dentro de la captura es escasa (8%, 13% y 22% en el 2001, 2002 y 2003, respectivamente; **Tabla 34**); siendo lo más probable encontrar un alto porcentaje de estómagos vacíos. Sin embargo, el crucero del 2004 fue efectuado en septiembre, mes posterior al máximo desove (agosto), registrándose



una mayor incidencia de estómagos con contenido (36%, **Tabla 34**). La aseveración anterior se confirma con las muestras obtenidas durante agosto de 2005, ya que sólo un 24% de estómagos presentó contenido estomacal.

Las muestras estomacales del 2005 provienen de lances de identificación efectuados principalmente durante el día, entre las 7:30 horas y 19:30 horas (**Tabla 35**). Durante éste período, el grado de digestión de la principal presa (Eufáusidos) fue semi-digerido, registrándose una mayor actividad de alimentación entre las 11:31 horas y 15:30 horas, con una mayor incidencia de la presa en los estómagos (52,07%, **Tabla 35**); en donde el 4,1% de las presas calificaron como entero, un 33,73% de presas semidigeridas y 14,20% de presas digeridas. Sin embargo, estos dos últimos valores podrían provenir de una actividad alimentaria anterior a las 11:31 horas (a.m.).

La estrategia alimentaria de merluza de tres aletas, basado en la representación gráfica de la abundancia específica de cada presa (P_i) versus las respectivas frecuencias de ocurrencia (**Fig. 70**), muestra a los eufáusidos como una presa dominante, respecto de las restantes presas; es decir que en el área y período de estudio, merluza de tres aletas se alimentó prácticamente de una presa y en una alta proporción; aspecto que lo acerca a un especialista. No obstante, también se observa un grupo de presas con bajo valor del indicador P_i , las cuales se pueden clasificar como raras.

La representación de los indicadores numérico, frecuencia y gravimétrico (**Fig. 71a, 71b y 71c**) corrobora lo observado en el anterior indicador (P_i) y lo registrado con el IIR, en donde la dieta principal de merluza de tres aletas son los eufáusidos; y secundariamente el aporte proviene del grupo de los restos de peces. Aspecto que el Coeficiente Dietario de Hureau (Q, **Tabla 36**) también confirma lo anteriormente descrito, considerando al resto de las especies como presas incidentales.

5.8 Taller de entrega de resultados

El proyecto contempló la realización de un taller de difusión y discusión metodológica, considerando la participación de científicos y técnicos relacionados con el tema, personas del sector extractivo y profesionales involucrados en el manejo de la pesquería. En concordancia con lo requerido en los términos básicos de referencia, el Taller se efectuó antes de realizar la entrega del informe. El taller se efectuó el día 19 de abril de 2006 en el auditorio "Marcos Espejo Vidal", del Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso. Se enviaron invitaciones a profesionales relacionados con el tema, al Taller asistieron 32 personas provenientes de diversos ámbitos: institucional, investigación y universitario



5.8.1 Presentación del Proyecto

La presentación del proyecto fue realizada por el Sr. Alvaro Saavedra, ingeniero Pesquero, Jefe del Proyecto, presentando objetivos y una reseña de aspectos relacionados con la distribución de la especie en América del sur y Nueva Zelanda, de la pesquería y los proyectos de investigación que se han efectuado en Chile con el apoyo del Fondo de Investigación Pesquera (FIP).

Posteriormente se exponen las metodologías y los resultados del proyecto de acuerdo a los siguientes objetivos

- Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas, presentada por el Sr. Alvaro Saavedra (IFOP).
- Estimación de la composición de tallas del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, presentada por el Sr. Renato Cespedes (IFOP); edad y proporción sexual del stock de merluza de tres aletas, presentada por la Sra. Vilma Ojeda (IFOP)
- Importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas en el área y periodo de estudio, presentada por el Sr. Alvaro Saavedra (IFOP).
- Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas, presentada por el Sr. Eduardo Díaz (IFOP).
- Características de las agregaciones de merluza de tres aletas en el área de estudio, presentada por el Sr. Alvaro Saavedra (IFOP).
- Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio, presentada por la Sra. Patricia Rojas (PUCV).

5.8.2 Panel de Discusión

En relación a los estimados de biomasa, el Sr. Álvaro Saavedra (IFOP) recalca la importancia del período en que se debe realizar el crucero, ya que la estimación de biomasa es altamente sensible al momento en que se realiza, confirmando que durante agosto es cuando el recurso se encuentra en su mejor condición.

El Sr. Marcelo García (SSP), en relación a los lances de pesca pregunta cual es el diseño de muestreo de los lances realizados y como se interpreta de acuerdo a esto un lance sin pesca, a la vez consulta si es posible distinguir la composición de la captura en cuanto a especies visto desde el ecosonda. A esto el Sr. Alvaro Saavedra (IFOP), responde que el diseño de muestreo consistió en cubrir toda el área con un mínimo de 6 lances por grado, situación que se realizó exitosamente. Respecto a los



lances sin pesca, recalca que si bien de los 41 lances, 23 tuvieron captura de merluza de tres aletas, en el resto de los lances se obtuvo captura, y que en rigor en un 85% de los lances se obtuvo captura; ahora respecto a los lances con captura cero (palomos), existe una serie de imponderables que los provocan, tales como condiciones de tiempo, mal funcionamiento de la red (no abre la boca) problemas en los winches, aparición de montes submarinos que obligan a variar el track, etc. Siendo esto algo que siempre ha ocurrido, pero que el lance se efectúa siempre con la intencionalidad de capturar una muestra. Respecto a diferenciar desde el ecosonda la composición de la captura, responde que si bien merluza de tres aletas presenta un tipo de agregación bastante característica por lo densa, ocurre que la predicción que se hace al mirar la pantalla varía en ocasiones de los resultados del lance de pesca, por lo que necesariamente se debe esperar los resultados del muestreo para determinar la composición correcta de la captura.

En relación a la estructuras de tallas el Sr. Jorge Castillo (IFOP), destaca la presencia de una moda secundaria en el año 2004 y finalmente pregunta por la existencia de ejemplares menores a la moda. Estas variaciones dependen del área donde se concentra el pulso y si el stock representado por el pulso se estaba retirando a un proceso migratorio.

El Sr. Eduardo Díaz (IFOP), pregunta si fue considerada la hipótesis de intrusión de clases anuales y si estas afectan las profundidades, áreas y periodos de distribución. Sugiere realizar un análisis complementario, que involucre todos los factores considerados para estudiar la dinámica del comportamiento poblacional.

El Sr. Cristián Canales (IFOP), con respecto a las estructuras de tallas comenta que las estructuras más grandes se han fortalecido, permitiendo la permanencia de los individuos de diferentes edades a través del tiempo.

El Sr. Rubén Pinochet (FIP), propone con referencia a los patrones migratorios de la especie y a la entrada de clases anuales, un estudio de marcaje para obtener más información acerca del tema tratado.

El Sr. Alejandro Zuleta (CEPES), con respecto a las estructuras de tallas y migración del recurso comenta que si la información es consistente, entonces asevera un relativismo en la presentación del análisis, junto a esto propone un análisis que demuestre que la hipótesis es mas plausible, sabiendo demostrar y no anunciar.

Se propone postular el proyecto FIP para demostrar a hipótesis postuladas.

En relación a la edad de la merluza de tres aletas, el Sr. Cristián Canales (IFOP) comenta que los grupos etarios de mayor edad tienen mayor presencia en la pesquería.



En relación a la estimación de la talla de primera madurez el Sr. Fernando Balbontín (Universidad de Valparaíso), pregunta si tiene validez la estimación de la talla de primera madurez utilizando años anteriores en el cálculo de la ojiva y al respecto comenta que la ojiva es un indicador del estado de la población que frente a estrés la población tiende a juvenilizarse. El Sr. Eduardo Díaz, responde al respecto que es un dato referencial valido ya que es muy difícil encontrar ejemplares juveniles en época de desove donde el 99% de los ejemplares es adulto, y que además este tipo de análisis ha sido considerado en estudios realizados en el Atlántico Sur.

En relación a la época de desove el Sr. Liu Chong (IFOP), pregunta cual es la razón para que el desove se adelante o se atrase, explica el Sr. Eduardo Díaz (IFOP) que esto se explica porque el desove depende directamente de los factores ambientales y de las condiciones ambientales imperantes del medio.

La Srta. Lorena Álvarez (PUCV), sugiere realizar un análisis nictemeral del recurso en relación a los parámetros morfométricos de las agregaciones, para observar si existen diferencias.

En cuanto a los parámetros morfométricos de las agregaciones de merluza de tres aletas, el Sr. Fernando Balbontin (Universidad de Valparaíso), pregunta si la distribución de profundidad es afectada por los grupos de edad y tallas, a lo que se le responde que ese análisis no se enfocó en este estudio, dada la dificultad de asignar dichos parámetros a las diferentes agregaciones, lo que sí se logró hacer fue la asignación de las proporciones sexuales para evaluar diferencias

El Sr. Héctor Torruela (EMDEPES), pregunta si dentro del ítem alimentario están los cefalópodos, y de acuerdo a esto indica que existiría un patrón migratorio alimentario por parte del recurso.

En relación a los resultados de los ítems alimentarios de la merluza, donde se indica el tipo de especie consumido por periodo del día (frecuencia en numero %) referido al total, el Sr. Fernando Balbontin (Universidad de Valparaíso), comentó y sugiere que el análisis de ítems alimentarios se realice considerando el porcentaje total referido a la especie y hora del día.

Por las consultas efectuadas, muchas de ellas relativas a situaciones deficitarias del conocimiento actual del recurso, las que permitirían aumentar el conocimiento del stock, se concluye que imprescindible complementar los análisis en cuanto a la intrusión de clases anuales y otros factores que influyan en las estructuras de tallas y en segundo lugar, manejar y cruzar información para liberar el estado de hipótesis que tiene la migración del recurso.



5.8.3 Asistencia al Taller

Nombre	Instituci3n
Alejandro Zuleta	CEPES
Alvaro Saavedra	IFOP
Carolina Lang	IFOP
Cristi3n Canales	IFOP
Eduardo D3az	IFOP
Elson Leal	IFOP
Esteban Molina	IFOP
Fernando Balbont3n	Universidad de Valpara3so
Francisco cerna	IFOP
Francisco Leiva	IFOP
Gabriel Yany	Consejero FIP
H3ctor Torruella	EMDEPES S.A.
Hitoshi Aita	EMDEPES S.A.
Jorge Castillo	IFOP
Jos3 C3rdova	IFOP
Karen Hunt	IFOP
Liu Chong	IFOP
Lorena 3lvarez	P. Universidad Cat3lica de Valpara3so
Luis Adasme	IFOP
Luis Villegas	Universidad de Valpara3so.
Marcelo Feltrim	IFOP
Marcelo Garc3a	Subsecretar3a de Pesca
Maria Angela Barbieri	Subsecretar3a de Pesca
Mariela Guti3rrez	P. Universidad Cat3lica de Valpara3so
Patricia Rojas	P. Universidad Cat3lica de Valpara3so
Paz Pantoja	Comit3 Oceanogr3fico Nacional
Pedro Rubilar	CEPES
Renato C3spedes	IFOP
Ricardo Bravo	Universidad de Valpara3so.
Roberto Bahamonde	IFOP
Rub3n Pinochet	Secretario Ejecutivo FIP
Sergio Aviles	IFOP



6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Durante el presente estudio, se estimó un valor de biomasa igual a 173.876 toneladas de merluza tres aletas. Este estimado de biomasa se obtuvo a partir de la relación talla-fuerza de blanco estimada por Lillo *et al.* (1996) para *Merluccius gayi*, relación utilizada en todas las evaluaciones anteriores ejecutadas por el IFOP, lo que permite comparar con un mismo criterio las fluctuaciones anuales de los estimados.

El hecho de que al efectuar una estimación de abundancia y biomasa al separar en tres pequeñas zonas utilizando una aproximación geoestadística y que al contrastarla con la estimación realizada en base a la media aritmética aplicada a toda el área de estudio, se obtengan resultados prácticamente iguales, valida el método utilizado, no obstante lo sensible que sean las estimaciones a la relación fuerza de blanco-talla. Aún así para poder comparar año a año estas estimaciones relativas, se debe tratar de medir bajo las mismas condiciones año a año, hasta que esta abundancia pueda ser transformada a absoluta en la medida que se avance en esta materia (fuerza de blanco).

Las estimaciones de la biomasa y abundancia de merluza de tres aletas obtenidas en el presente estudio registran niveles superiores a los registrados en el año 2004 (Lillo *et al.*, 2004) del orden del 107% en biomasa y del 53% en abundancia, esta diferencia porcentual entre biomasa y abundancia viene dada por el mayor valor del peso promedio de los ejemplares registrados este año. Los valores estimados este año alcanzan los niveles observados los años 2002 y 2003, dejando en evidencia lo sensible que son las evaluaciones de esta especie respecto al período en que se realizan, el cual debe ser durante agosto. El año 2004 se apreció esta alta relación entre período de evaluación y biomasa, en donde se detectaron ejemplares en un estado muy disminuido de peso corporal, atribuible a que el crucero de evaluación se realizó en el momento que el recurso se encontraba en el proceso migratorio post-desove lo que significó una reducción de un 29% en el peso promedio de los ejemplares con respecto al año 2003, correspondiendo a los más bajos de la serie de años 2001-2005. En contraste, este año los valores de los pesos promedios fueron los más altos considerando la misma serie de años.

En relación a la distribución del recurso en el área y período de la prospección, ésta mantiene las características observadas en estudios previos (Lillo *et al.*, 1993; Córdova y Céspedes, 1997; Lillo y Céspedes, 1998, Córdova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2004 Lillo *et al.*, 2005), Las características son: conformar agregaciones de alta densidad, de pequeño tamaño en el sentido latitudinal (este-oeste) y más extensas longitudinalmente. Con respecto a la distribución latitudinal de la merluza de tres aletas, ésta se registró hacia el sector centro-norte del área prospectada, con un centro de gravedad (CG) de la distribución en los 48°46'S Esta situación difiere a lo



observado el año anterior en que la mayor densidad se ubicó en el sector sur del área de estudio con el centro de gravedad ubicado en la latitud 50°10'S, lo que como se mencionó anteriormente se atribuyó principalmente al período en que se realizó el crucero ese año en donde el recurso se encontró muy concentrado en proceso migratorio hacia el sur. El índice de Gini este año fue alto (0,97), situación que se repite los últimos tres años, en que el recurso se encuentra en concentraciones bastante densas ocupando una estrecha franja latitudinal.

La composición de talla de merluza de tres aletas registrada en el 2005, como también en los cuatro cruceros de investigación realizados en los años 2001, 2002, 2003 y 2004 (Lillo *et al.*, 2002, Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004 y 2005, respectivamente), mantiene la característica adulta de la estructura, con escasa presencia de juveniles, y leve predominio de los machos (52%) respecto de las hembras. Confirmando el ingreso de la fracción adulta (50 a 65 cm) migratoria al área de estudio y que participa en el proceso de desove; caracterizándose por su alta concentración durante el proceso de desove (Lillo *op cit.*, Lillo y Paillamán, 1995).

Durante el período de migración en aguas chilenas, este recurso es explotado principalmente por un buque surimero que dirige su captura a esta fracción de la población (Céspedes *et al.* 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004). En consecuencia, las estructuras de tallas de merluza de tres aletas registradas en los estudios con cruceros de investigación (2001-2005) y sus respectivas variaciones, tienen en gran parte explicación debido al patrón migratorio anteriormente descrito.

Por otro lado, los resultados de los cruceros confirman en gran medida la estabilidad temporal del proceso migratorio de esta especie, aspecto que ha sido mencionado por otros estudios anteriormente (Lillo *et al.* 1999, 2002, 2004 y 2005; Córdova y Céspedes, 1997, Céspedes *et al.* 2000 y 2001, Córdova *et al.*, 2003). Esta situación se confirma con la actividad de pesca de un buque arrastrero fábrica surimero, que tiene como objetivo principal capturar merluza de tres aletas, cuya operación se caracteriza en desplazarse latitudinalmente de forma similar como ingresa y sale de aguas chilenas la fracción adulta migratoria, siendo los máximos rendimientos de pesca en el área y período de estudio (Lillo *et al.* 1999; Córdova y Céspedes, 1997; Céspedes *et al.*, 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004).

La presencia de la fracción desovante se registra principalmente entre los 100 y 399 m de profundidad, llegando en algunos años a estar presente entre 50 y 99 m de profundidad. Sin embargo, su distribución registra variación en el área de estudio, en los años 2001, 2002 y 2005 la fracción adulta desovante se localizó principalmente en un área extensa al sur del área Taitao (al sur de la latitud 47°30' S.); mientras en el año 2003 se registró en un área más reducida, en Taitao, principalmente entre los 47° y 47°30' S; y mientras, en el 2004 se localizó en el área sur, Trinidad-Concepción. La



información registrada en los cruceros no permite reunir todas las variables que permitan explicar estas variaciones, los posibles factores van desde aspectos ambientales, pasando por disponibilidad de alimento para las larvas, comportamiento poblacional, variaciones de abundancia del recurso. Además, que la fracción adulta desovante tiende a desplazar las otras fracciones de la población de menores tallas hacia zonas fuera del perímetro del foco de desove.

En relación a la estructura de edades del stock evaluado, el rango de edades observado abarca desde el GE II hasta el GE XX+, en donde la moda principal en el stock desovante 2005 se presentó en el GE XVI y moda secundaria en los adultos más jóvenes del GE VII. Estos grupos corresponden a las clases anuales nacidas en 1989 y 1998, caracterizadas por su fuerza ya que se presentan relevantes año tras año, permitiendo su seguimiento.

Es así como históricamente se ha podido apreciar en el tiempo la fuerza de la clase anual de peces nacidos en 1989 constatándose como grupo modal XII en 2001, XIII en 2002, XIV en 2003 y XVI en 2005. Del mismo modo la clase anual nacida en 1998, es una clase fuerte cuyo paso lo observamos en el crucero del 2005 en forma relevante como GE VII, habiéndose observado previamente en forma importante desde 2001 como GEIII, como GE IV en el 2002; GE V en el 2003 y GE VI en el 2004, grupos que han sido posibles de seguir año tras año (Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004).

El lento crecimiento de este recurso a partir de la edad VII provoca que un grupo amplio de edades en el stock se concentren en un rango de tallas relativamente estrecho (46-64 cm), generando estructuras con una gran variedad de edades.

En la época de desove, que es el período en donde se han ejecutado los cruceros de evaluación, se encuentra en mayor concentración los peces más adultos, de 12 y más años, excepto en el 2004, en que se visitó la zona en otro período. Esta mayor concentración hacia adultos mayores es una estructura típica de la época de desove (agosto) de este recurso, la cual si se le compara con la estructura de edades que se extrae producto de la pesquería en el año, se observa que la pesca actúa sobre el stock adulto pero con una mayor componente sobre adultos más jóvenes (Céspedes *et al.*, 2005).

Si bien la flota pesquera explota el stock adulto, los cruceros de evaluación reflejan una estructura aún más concentrada hacia los adultos mayores, presentándose un número de clases de edad que se mantienen presentes con el paso del tiempo lo que entrega signos de una población que no presenta cambios significativos que pudieran haber ocurrido en su condición. No obstante es deseable profundizar en el estudio de



las migraciones que puedan proporcionar mayores antecedentes de la conducta de este recurso en el cono sur.

La condición macroscópica de las gónadas, así como el valor promedio del IGS, indicaron que durante el periodo de muestreo la agregación de merluza de tres aletas se encontró con actividad reproductiva, lo que fue corroborado y precisado por el examen histológico de los ovarios, que evidenció la madurez máxima, asociado a procesos masivos de desove, sin observarse indicios claros hacia una declinación de la intensidad reproductiva. Estos resultados son comparables con evaluaciones anteriores, en similar zona y período, los que reportaron agregaciones reproductivas de merluza de tres aletas, es así que los valores superiores de IGS respecto al estimado de 2005 (IGS: 11,4), en los cruceros de 2002 (IGS: 18,3) y 2003 (IGS: 23,9), en la primera quincena de agosto, se asocian a un mayor aporte de hembras en madurez máxima, comenzando los procesos de desoves (Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004), mientras que la caída del IGS en el crucero de 2001 (IGS: 7,7), en la segunda quincena de agosto e inicio de septiembre, y en el crucero de 2004 (IGS: 6,0), en la primera quincena de septiembre, se relaciona a procesos masivos de desove y a una declinación de la actividad de desove, respectivamente (Lillo *et al.*, 2002 y Lillo *et al.*, 2005). Estos resultados son concordantes con el comportamiento reproductivo descrito para esta misma especie en el Atlántico Sudoccidental, en la plataforma patagónica e inmediaciones de las Islas Malvinas, donde el desove ocurre de agosto a octubre, con una máxima actividad en septiembre (Sánchez *et al.*, 1986; Macchi y Pájaro, 1999 y Pájaro y Macchi, 2001), observándose altas concentraciones de huevos en invierno y principios de primavera (Ciechowski *et al.*, 1981 y Ehrlich *et al.*, 1999). Así mismo, en aguas de Nueva Zelanda *M. australis* se agrega a desovar durante agosto y septiembre en áreas de desove bien definidas en la Plataforma Bounty, en Pukaki, Islas Auckland e Islas Campbell (Hanchet, 1999).

No fue posible presentar un adecuado ajuste de la ojiva de madurez a partir de los datos de éste crucero, dada la escasa presencia de ejemplares bajo los 43 cm de longitud total, estando mayormente representados los tamaños de ejemplares adultos, es decir sobre el tamaño de primera madurez sexual.

Para una estimación consistente de longitud de primera madurez sexual, es indispensable considerar que: se realice en el período de máxima actividad reproductiva; contar con una buena cobertura y representatividad de tamaños, en especial aquellas longitudes cercanas al valor medio de madurez; un buen ajuste del modelo que interprete los valores observados y utilizar técnicas microscópicas, las cuales dan certeza, debido a la alta precisión en la clasificación de la madurez gonadal, elemento básico para discernir entre maduro e inmaduro.



Es recomendable en próximos estudios efectuar un muestreo dirigido a obtener una óptima cobertura y representatividad de tamaños, especialmente de bajas tallas, de esta manera se logrará tener una adecuada ojiva de madurez.

Para construir la ojiva de madurez en forma consistente fue necesario agrupar la información de este estudio con los registros de madurez microscópicos obtenidos para esta misma zona y en similar período por los cruceros de investigación de 2001 (Lillo *et al.*, 2002), 2002 (Córdova *et al.*, 2003), 2003 (Lillo *et al.*, 2004) y 2004 (Lillo *et al.*, 2005).

Investigaciones de merluza de tres aletas en el Atlántico sur por Lisovenko *et al.* (1982), señalan hembras maduras a partir del rango de 35,5 y 37,5 cm de longitud total, observando la totalidad madura desde los 46,5 cm., mientras que Sánchez *et al.* (1986) y Pájaro y Macchi (2001), a través de un análisis histológico, reportan una talla de primera madurez en 38,0 cm y 37,8 cm de longitud total, respectivamente. En el Pacífico sur, Lillo *et al.* (2002), indican el 100% de hembras maduras desde los 41 cm de longitud total. Posteriormente, Córdova *et al.* (2003), quienes utilizando datos de los cruceros de evaluación de 2001 y 2002, estiman una talla de primera madurez sexual en 36,0 cm de longitud total, mientras que Lillo *et al.* (2004), con los registros de madurez de los cruceros de evaluación de 2001, 2002 y 2003, la calculan en 36,6 cm de longitud total. Luego, Saavedra *et al.* (2005) con la información de 2001 al 2004 la estiman en 36,1 cm de longitud total. En este estudio, con la base de datos acumulada de los cruceros de 2001 a 2005, el estimado de la talla de primera madurez sexual correspondió a 36,7 cm de longitud total, lo que es concordante con las estimaciones de este parámetro en la merluza de tres aletas en años anteriores.

La merluza de tres aletas se caracteriza por pertenecer al grupo de desovadores parciales con fecundidad determinada. Esta condición permitió estimar su fecundidad, a través del conteo del número total de ovocitos vitelados en hembras predesovantes con madurez avanzada. Estos ovocitos estarían conformados por 4 o 5 generaciones ovocitarias, las que serían desovadas en tandas parciales en un breve lapso (Sánchez *et al.*, 1986).

Estimaciones de fecundidad total en esta especie han sido calculadas en el mar Argentino por Lisovenko *et al.* (1982), quienes señalaron para 17 hembras una fecundidad que osciló de 137.000 a 948.000 ovocitos. Sánchez *et al.* (1986), reportaron en el Atlántico sur, una fecundidad promedio de 355.700 ovocitos con un mínimo de 47.190 y un máximo de 1.945.130 ovocitos. Pájaro y Macchi (1999), indicaron para una hembra promedio de 51 cm de longitud total una fecundidad de 477.771 ovocitos. Lillo *et al.* (2002) en Chile, indicaron en hembras entre 50 y 61 cm de longitud total, una fecundidad que varió desde 119.479 a 1.110.293, con un promedio de 386.831 ovocitos. Posteriormente, Córdova *et al.* (2003), reportó que en



hembras de 37 a 63 cm de longitud total, la fecundidad total oscil3 entre 124.058 y 1.103.030 ovocitos, con un promedio de 523.125 ovocitos. En el a1o 2003 (Lillo *et al.*, 2004), en hembras de 40 a 62 cm de longitud total, la fecundidad total vari3 de 119.842 a 1.340.841, con un promedio de 733.540 ovocitos. La fecundidad relativa promedio fue de 703 ovocitos por gramo de peso corporal. En el a1o 2004, en hembras de 40 a 64 cm de longitud total, la fecundidad total vari3 de 76.676 a 1.573.646, con un promedio de 615.362 ovocitos. La fecundidad relativa promedio fue de 639 ovocitos por gramo de peso corporal. En el presente estudio, en hembras de 43 a 64 cm de longitud total, la fecundidad total vari3 de 71.771 a 1.245.209, con un promedio de 593.968 ovocitos. La fecundidad relativa promedio fue de 534 ovocitos por gramo de peso corporal y se ubic3 por sobre lo reportado por S3nchez *et al.* (1986) (323 ovocitos), por Lillo *et al.* (2002) (392 ovocitos) y por debajo de lo estimado por C3rdova *et al.* (2003) (592 ovocitos), Lillo *et al.* (2004) (703 ovocitos) y Lillo *et al.* (2005) (639 ovocitos). Los valores estimados en Chile para el a1o 2005 son superiores a los citados anteriormente para aguas argentinas.

Las agregaciones de esta especie presentaron altas densidades, encontr3ndose muy concentradas. Morfom3tricamente se mantiene la tendencia a formar agregaciones alargadas, no detect3ndose diferencias significativas en este aspecto en sentido latitudinal, situaci3n observada los a1os anteriores. Se observa una tendencia de esta especie en la serie de a1os 2003-2005 a presentar agregaciones cada vez de menor tama1o y m3s cercana a la costa, lo que se refleja en los menores valores de la profundidad del fondo en que son detectadas. El n3mero de agregaciones fue notablemente superior este a1o con un aumento del 111%, lo que tambi3n podr3a ser utilizado como indicador del tama1o del stock. La separaci3n efectuada en agregaciones con mayor proporci3n de hembras y machos, permiti3 observar que las primeras tienden a ubicarse en un sector m3s cercano a la costa, reflejado en el menor valor de la profundidad del fondo en que fueron detectadas las agregaciones "hembras", si bien es s3lo una observaci3n ya que estad3sticamente no presentan diferencias, debe insistirse en dicho an3lisis para determinar si es una tendencia repetitiva en la especie.

Los estudios estomacales de merluza de tres aletas efectuados en los cruceros de investigaci3n entre los a1os 2001 y 2005 confirman una alta probabilidad de registrar est3magos vac3os en los muestreos biol3gicos de la captura, y una baja probabilidad de est3magos con contenido. Esta escasa presencia de est3magos con contenido tambi3n ha sido registrada por otros estudios en 3ste recurso. C3rdova *et al.* (2003) y Lillo *et al.* (2004) sugieren que la baja presencia de est3magos con contenido y la alta presencia de est3magos vac3os registrados en los cruceros de investigaci3n corresponder3an a una respuesta al proceso reproductivo que presenta la fracci3n adulta migratoria de esta especie. Pool *et al.* (1997), en un estudio anual en aguas chilenas, registr3 en merluza de tres aletas un 27% de est3magos con contenido,



analizando 82 muestras. Otero (1977) en un estudio de merluza de tres aletas proveniente de aguas argentinas registró un 22% de estómagos con contenido (181 muestras). Otras razones que podrían explicar la baja presencia de estómagos con contenido, sería la rápida digestión de presas con cuerpos frágiles, como son las especies de zooplancton. Esta situación no permite efectuar otros tipos de análisis como contrastes espaciales y temporales. Luego, para dilucidar mejor el comportamiento de alimentación y los posibles cambios en la dieta de merluza de tres aletas se sugiere generar estudios orientados específicamente a estos temas, es decir donde el estudio trofodinámico sea el objetivo general, en donde el muestreo de estómagos sea intensivo.

La unidad muestral empleada durante estos estudios es el estómago individual, estando siempre la posibilidad de redefinir ésta por el lance de pesca a fin de considerar la probable correlación dentro de los lances, sin embargo el redefinir la unidad muestral como “el lance” no eliminara el posible efecto de una probable correlación dentro del lance mismo y/o dentro de los días. Considerando que tanto depredadores como presas no tienen un comportamiento aislado sino mas bien discretamente agregado. Su captura es posible precisamente debido a dicho comportamiento, de modo que es altamente probable que los individuos capturados hayan estado alimentándose de una mancha de determinadas presas presentes en ese instante. La información recabada, considerando los individuos como unidad muestral, a través de la frecuencia del ítem en el conjunto, se refleja la aparente preferencia o bien la disponibilidad de presas al momento de alimentarse. Debido al desconocimiento de la oferta alimentaria en el medio contra la cual habría de contrastarse las dietas del depredador no es posible hacer otro tipo de inferencias. Las variaciones sólo estarían indicando la presencia de manchas sobrepuestas o discretas al paso de la agregación de depredadores

Los resultados del análisis del contenido estomacal de merluza de tres aletas de los cruceros de investigación, confirman la característica zooplanctófago de tipo carcinófago de merluza de tres aletas. Estudios anteriores también señalan esta característica (Lillo *et al.*, 2002, Córdova *et al.*, 2003; Pool *et al.*, 1997). Identificándose entre sus presas principales a los eufáusidos (65,7% IIR); presa mencionada por dichos estudios como la dieta principal en esta especie, seguido de peces pequeños luminiscentes (mictófidos y *Maurolicus sp.*), que en nuestro caso no identificamos, ya que el estado de digestión en los estómagos era muy avanzado. Al igual que los encontrado en el año 2004, los eufáusidos (*Euphausia vallentini*, *Thysanoessa gregaria* y *Nematoscelis megalops*) fueron la presa dominante, lo cual señalaría que la especie en estudio tiene una mayor actividad de alimentación nocturna.



Otros estudios, como Otero (1977) encuentra que merluza de tres aletas consume preferentemente eufáusidos en áreas cercanas al talud y posiblemente posterior al desove en áreas cercanas a las Islas Malvinas; sugiriendo que esta especie migraría hacia el extremo sur del Atlántico y aguas circundantes a la Antártica para alimentarse principalmente de krill. Luego, es posible que fracciones de esta población migren a aguas chilenas a desovar en agosto, y posterior a dicho proceso retornen por el extremo austral de Chile hacia aguas Atlánticas (Lillo y Paillaman, 1995), posiblemente a la búsqueda de las altas concentraciones de krill como principal alimento. Aspecto que requiere ser dilucidado en futuros estudios llevados a cabo tanto en aguas chilenas como en aguas Atlánticas.

Sin embargo, la merluza de tres aletas se alimenta de especies presentes en el zooplancton en la capa epipelágica; estas especies alcanzan grandes variaciones en su disponibilidad y abundancia como respuesta a factores ambientales. En tal sentido, los eufáusidos constituyen un grupo abundante en las aguas que habita merluza de tres aletas. No obstante, estos cambios en la disponibilidad y abundancia de las especies del zooplancton explicarían la presencia importante de salpas y sifonóforos en la dieta de merluza de tres aletas registrado en el crucero del año 2001 (Lillo *et al.*, 2002), ya que son especies gelatinosas que incrementan rápidamente su abundancia producto de factores ambientales favorables, aspecto que sugiere que merluza de tres aletas podría tener un comportamiento oportunista frente a la oferta alimentaria. No obstante, la dieta de merluza de tres aletas registrada durante el 2005 muestra que es una especie con una estrategia alimentaria especializada al hábitat, con eufáusido como presa dominante respecto de las restantes presas; es decir que en el área y período de estudio, merluza de tres aletas se alimentó prácticamente de una presa y en una alta proporción; aspecto que lo acerca a un especialista más que a un oportunista.



7. CONCLUSIONES

- Se estim3 una biomasa total media de 173.876 toneladas, con un intervalo de confianza entre 129.764 y 217.989 toneladas.
- La composici3n por sexo de la biomasa comprendi3 un 47% de machos (82.312 t) y 53% de hembras (91.564 t), con un aporte de la fracci3n adulta del 99,5% y 99,8% para machos y hembras, respectivamente.
- La abundancia del recurso se estim3 en 179 millones de ejemplares, que desagregados por sexo resultan en 93 millones de machos (52%) y 86 millones de hembras (48%).
- El peso promedio de las merluzas de tres aletas fue de 956 g y 1160 g para machos y hembras respectivamente, lo que significa estar entre los pesos promedios m3s altos observados en los cinco a3os de estudios en esta 3poca.
- El recurso present3 una distribuci3n desplazada al sector centro-norte del 3rea de estudio y asociada al borde de la plataforma y talud continental, concentrada en una estrecha franja longitudinal. El centro de gravedad latitudinal del stock evaluado se ubic3 en la latitud 48°46'S.
- El stock evaluado de merluza de tres aletas present3 una distribuci3n altamente agregada, representada por un 3ndice de Gini igual a 0,97.
- En los cinco a3os de cruceros de investigaci3n, la estructura de talla de la poblaci3n desovante de merluza de tres aletas es principalmente adulta con una moda relativamente estable entre los 50 y 65 cm, con un leve predominio de los machos (52%) respecto de las hembras, y escasa presencia de juveniles (0,3%).
- La moda principal entre 50 y 65 cm corresponde a la fracci3n adulta migratoria que llega al 3rea a desovar en forma estable, pero con variaciones en su distribuci3n espacial entre los a3os.
- El stock de merluza de tres aletas tuvo un fuerte componente de ejemplares entre el GE VII y XVII, once grupos de edad, los cuales constituyen el 70% de la abundancia del stock. Dentro de esta fracci3n el GE XVI es moda principal y moda secundaria se observa en los adultos m3s j3venes del GE VII.



- El índice gonadosomático (IGS) calculado en los ejemplares de merluza de tres aletas evidenció actividad reproductiva, correspondiendo a un valor promedio de 10,3 en machos y de 11,4 en las hembras.
- Merluza de tres aletas se encontró en pleno proceso reproductivo, asociado a una fracción importante de hembras en desove, sin visualizarse evidencias claras hacia una disminución de la intensidad reproductiva.
- La fecundidad total promedio fue de 593.968 ovocitos y la fecundidad relativa fue de 534 ovocitos.
- La talla de primera madurez sexual se estimó en 36,7 cm de longitud total.
- La captura obtenida durante el estudio, estuvo compuesta principalmente por merluza de tres aletas (83,1%), merluza de cola (15,3%) y merluza del sur (1,3%), contribuyendo estos tres recursos con el 99,7% de la captura total, mientras que la fracción restante estuvo compuesta por, cojinoba azul (*Seriolela punctata*), reineta (*Brama australis*) y jibia (*Dosidicus gigas*) alcanzando estas especies en conjunto un 0,3% de la captura.
- Hubo un aumento del orden del 111% respecto al número de agregaciones detectadas el año 2005 respecto al 2004
- Las agregaciones de merluza de tres aletas presentan una relación significativa entre su morfometría y densidad, observándose además que las características morfométricas de éstas no presentan diferencias a lo largo del área de estudio.
- La dieta principal de merluza de tres aletas durante el 2005 estuvo compuesta principalmente por tres especies de eufáusidos (*Euphausia vallentini*, *Thysanoessa gregaria* y *Nematoscelis megalops*) alcanzando en conjunto un IIR de 65,7%; seguido de restos de peces presumiblemente del género *Maurolicus* 17,49% IIR.
- Merluza de tres aletas es planctófaga tipo carcinófaga, con características secundarias de ictiófaga.
- La estrategia alimentaria de merluza de tres aletas durante el 2005 fue especialista, teniendo como presa principal a los eufáusidos.



8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amundsen, P., H. Gabler and F. Staldvik. 1996.** A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Costello (1990) method. *J. of Fish Biol.*, 48: 6087-614.
- Anónimo. 1991.** Rapport of the workshop on the applicability of spatial techniques to acoustic survey data. *Ices cooperative research report N° 195*, 87 p.
- Avilés, S., M. Aguayo. 1979.** Merluza común. En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Ifop-Corfo. AP-79-18.
- Balbontín, F. & S. Lillo. 1999.** Madurez sexual y talla de primera madurez en hembras de la merluza de tres aletas en el sur de Chile. XIX Congreso de Ciencias del Mar, Antofagasta, mayo de 1999, pág. 70 (Libro de Resúmenes).
- Balbontín, F. y W. Fischer. 1981.** Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso 17(3): 285-334.
- Barbieri, M. A. 1981.** Variabilité des données acoustiques utilisées dans l' evaluation des biomasses halieutiques par echo-Integration. Thesis doctorat 3eme cycle. Univ. Bretagne Occidentale, Brest (Francia), 197 pp.
- Barbieri, M. A. y J. Córdova. 1986.** Estudio de la variabilidad de los datos obtenidos en cruceros hidroacústicos. En: La pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso. pp.: 249-259.
- Barbieri, M. A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, G. Bohm, J. L. Blanco, E. Yáñez, V. Catasti, H. Robotham, H Arancibia, O. Guzmán y F. Gerlotto. 1998.** Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (fase crucero metodológico). Informe de avance al FIP. IFOP, Chile. 52 p + anexos y figs.
- Berg, J. 1979.** Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens*. *Mar. Biol.* 50: 263-273.
- Bez, N. y P. Fernandes. 2002.** Geoestadística en hidroacústica. Apuntes de curso. Proyecto ACTIVE – UCV. 48 pp.



- Bodholt, H. 1991.** Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21.
- Boltovskoy, D. 1999.** South Atlantic zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden. Vol. (1-2), 1706 p.
- Céspedes, L. Adasme, C. Vera y H. Miranda. 2001.** 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., L. Adasme, M. Nilo, E. Palta, V. Ojeda, M. Montecinos, V. Espejo, Z. Young, L. Muñoz, F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid y L. Chong. 2004.** Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2003. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 224 p. (más anexos).
- Céspedes, R., L. Adasme, M. Nilo, E. Palta, V. Ojeda, M. Montecinos, V. Espejo, Z. Young, L. Muñoz, F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid y L. Chong. 2003.** Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2002. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 224 p. (más anexos).
- Céspedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, M. Nilo, F. Cerna, E. Palta, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Muñoz y L. Chong. 2002.** Investigación Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2001. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 184 p. (más anexos).
- Céspedes, R.; Z. Young; V. Ojeda; F. Cerna; L. Adasme; H. Hidalgo; R. Bravo; G. Ojeda, H. Miranda y C. Vera. 2000.** Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur-Austral, 1999. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final corregido, IFOP, 122 pp. (+ tablas y figuras).
- Ciechomski, J., M. Ehrlich, C. Lasta y R. Sánchez. 1981.** Distribución de huevos y larvas de peces en el Mar Argentino y evaluación de los efectivos desovantes de anchoita y merluza. Contribución del INIDEP 383: 59-79



- Córdova, J. y R. Céspedes. 1997.** Pesca de investigación de la fluctuación interanual y comportamiento del recurso merluza de tres aletas. Informe final, IFOP, 34 p. (más tablas y figuras).
- Córdova, J., A. Saavedra, M. Espejo, V. Ojeda, L. Muñoz, L. Chong, R. Céspedes, L. Adasme, J. Oliva y E. Díaz. 2003.** Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas en su unidad de pesquería, año 2002. Informe final de proyecto FIP 2002-20.
- Cortés. E. 1997.** A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54: 726-738.
- Cressie, N. 1993.** Statistics for spatial data (Revised edition). J. Wiley and Sons, 900 p.
- 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.
- Ehrlich, M., R. Sánchez, J. Ciechowski, L. Machinandiarena y M. Pájaro. 1999.** Documento Científico INIDEP 5: 37-65.
- Foot K, G. 1987.** Fish target strengths for use in echo-integrator surveys. *J. Acoust. Soc. Am.* 82, 981-7.
- Foot, K.; Knudsen, H.; Vestnes, G.; MacLennan, D. & Simmonds, J. 1987.** Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. ICES. Cooperative Research Report N° 144.
- Freon, P, F. Gerlotto, O. A. Missund. 1996.** Consequences of fish behaviour for stock assessment. ICES. *Mar. Sci. Symp.*, 178-183.
- Giakoni, I. 1992.** Pesca exploratoria de recursos presentes en mediagua en el área comprendida entre los paralelos 47°-57° S.. IFOP. 32 p.
- Gibbons, 1976.** Nonparametric methods for quantitative analysis, Holt, Rinehart & Winston. NY., 463pp



- Godø, O., M. Heino, H. Søliland, J. Alvarez, M. Dahl, J. Lange, O. Gullaksen, Ø. Tangen and T. Torkelsen (2002).** Blue Whiting Survey During Spring 2002. Rapport and working document. The Northern Pelagic and Blue Whiting Fisheries Working Group Vigo, Spain, 29 April-8 May 2002. **ICES CM 2002/ACFM:19.**
- Hanchet, S. 1999.** Stock structure of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in New Zealand waters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol. 33: 599-609.
- Hair, J., R. Anderson, R. Tatham y W. Black (1999):** Análisis Multivariante, 5^o edición. Prentice+ Hall, Iberia, Madrid. 832 pp.
- Hansen, R., W. Modow & W. Huwitz. 1953.** Sample Survey methods and theory. Volume I and II Methods and applications: John Wiley and sons. INC.
- Heino, M, O.R. Godø, H. Søliland, J.E. Nygaard, J. Alvarez, L. Drivenes, J. de Lange, O.Gullaksen, Ø.Tangen y T. Torkelsen. 2003.** Blue Whiting Survey During Spring 2003. Working Document to the Northern Pelagic and Blue Whiting Fisheries Working Group. Institute of marine research, Bergen, Norway. April 2003. 40 pp.
- Hunter, J. y B. Macewicz. 1985.** Measurements of spawning frequency in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.) an egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 79-94.
- Hunter, J. y S. Goldberg. 1980.** Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fish Bull.*, U.S. 77: 641-652
- Hunter, J., N. Lo y R. Leong. 1985.** Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 67 - 77.
- Hunter, J.R. 1985.** Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. En: R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report, NMFS 36: 63-65.



- Hyslop, E. 1980.** Stomach contents analysis – A review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.
- ICES, 2001.** Report of the study group on target strength estimation in the Baltic Sea. CM 2001/B:02 Ref.: H
- ICES. 1999.** Methodology for target strength measurements (with special references to *in situ* techniques for fish and mikro-nekton). Ed. E Ona. ICES Cooperative Research Report No. 235. 59 pp.
- IFOP. 1985.** Manual de muestreo biológico-pesquero. Pesquería de Peces Demersales (Sur-Austral). IFOP. 60 pp.
- Kawaguchi, K. y H. Shimizu. 1978.** Taxonomy and distribution of the Lanternfishes, *genus Diaphus* (PISCES, Myctophidae) in the western Pacific. Eastern Indian Oceans and Southeast Asian seas. *Bull. Ocean. Res. Inst. Univ. Tokio*, 10
- Lillo, S. R. Céspedes, y M. Barbieri. 1999.** Evaluación directa del stock desovante de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) y monitoreo de sus procesos biológicos y migratorios. Informe Final, IFOP, 48 pp. (+ figuras).
- Lillo, S. y A. Paillamán. 1995.** Selectividad en redes de arrastre de mediagua utilizadas en la captura de merluza de tres aletas. Informe final, IFOP, 22 pág (más figuras).
- Lillo, S. y R. Céspedes. 1998.** Análisis de los procesos migratorios y biológicos del recurso merluza de tres aletas. Informe final. IFOP, 39 p.
- Lillo, S., A Paillamán y B Leiva, 1994.** Pesca de investigación de merluza de cola y tres aletas al sur de los 47°S. Informe Final de Investigación para empresas Suribérica y American Seafoods.
- Lillo, S., A. Paillamán y S. Pino. 1993.** Pesca de investigación de merluza de cola y merluza de tres aletas al sur del paralelo 47° S. Informe Final. Requirente SUBPESCA. IFOP, 65 pp.
- Lillo, S. y A. Paillamán. 1996.** Selectividad en redes de arrastre de mediagua utilizadas en la captura de merluza de tres aletas. Informe final, IFOP, 22 pág (más figuras).



- 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., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, L. Adasme y A. Saavedra. 2003.** Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Preinforme Final Proyecto FIP 2002-19, IFOP.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, E. Díaz, L. Adasme y A. Saavedra. 2004.** Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas. En su unidad de pesquería, año 2003. Informe Final Proyecto FIP 2003-10, IFOP.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, E. Diaz y A. Saavedra. 2005.** Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas. En su unidad de pesquería, año 2004. Informe Final consolidado Proyecto FIP 2004-08, IFOP.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, J. Oliva, L. Adasme y A. Saavedra. 2002.** Evaluación hidroacústica de merluza de tres aletas. Informe Final Proyecto FIP 2001-20, IFOP.
- Lisovenko, L. A. Barabanov y V. Yefremenko. 1982.** (new data on the reproduction of the "Souther Putassu", *Micromesistius australis* (Gadidae) from the Falkland-Patagonian zoogeographic region). Journal of Ichthyology 22(4): 55-67.
- Macchi, G. & Pájaro, M. 1996.** Features of the reproductive biology of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*). INIDEP. 23 pp.
- Macchi, G. Y M. Pájaro. 1999.** Features of the reproductive biology of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*). National Institute for Fisheries Research and Development (INIDEP). Documento Científico 5: 67-79.
- Macchi, G., M. Pájaro y O.C. Wöhler. 2004.** Batch fecundity and spawning frequency of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the southwest Atlantic Ocean. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 2005, Vol. 39: 993-1000
- MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992.** Fisheries acoustic. Chapman & Hall, 325 pp.



- Madirolas, A., E. Guerrero, R. Sánchez, L. Prenskey, M. Sabatini, M. Pájaro and L. Machindiarena. 1997.** Acoustic, oceanographic and ichthyoplanton surveys on the spawning grounds of the austral blue whiting (*Micromesistius australis*), off southern patagonian, 1994-1996. ICES, CM 1997/Y: 26.
- 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.
- Matheron, G. 1971.** The theory of regionalized variables and its applications. Technical reports C-5, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Centre de Geoestatistique et de Morphologie Mathématique, Fontaine bleam (F). 211 p.
- 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.
- Miranda, H. 1998.** Dócima de heterogeneidad Generalizada. Documento Interno, IFOP.
- Monstad, T., Borkin, I., & Ermolchev, V. 1992.** Report of the joint Norwegian-Russian acoustic survey on blue whiting, spring 1992. ICES C:M: 1992/H:6. 26 p.
- Myers, R. A., y N. G. Cadigan. 1995.** Was an increase in natural mortality responsible for the collapse of northern cod? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 1274-1285.
- Nakamura, I. 1986** Important fishes trawled off Patagonia. Japan Marine Fishery Resource Center. Tokyo. Japan. 369 p.
- 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, V., F. Cerna, J. Chong, M. Aguayo, I. Payá. 1998.** Estudio de Crecimiento y construcción de claves talla edad de merluza de tres aletas y merluza de cola. FIP 97-15 - IFOP. 131p, 52 fig. 53 tablas y anexo.



- Otero, H. 1977.** Relación largo-peso y alimentación de la “polaca” (Gadidae, *Micromesistius australis* Norman 1937) del Atlántico sudoccidental. *Physis* (37): 13 – 23.
- Pájaro, M. Y G. Macchi. 2001.** Spawning pattern, length at maturity, and fecundity of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the south-west Atlantic Ocean. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol. 35: 375-385.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993.** Plancton marino en aguas chilenas. Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Paulin, C., A. Stewart, C. Roberts and P. McMillan. 1989.** New Zealand fish: a complete guide. National Museum of New Zealand Miscellaneous Series No. 19: 1-279.
- 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. y A. M. Parma. 1994.** Spatial distributions of pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*): an application of geostatistics to longline survey data. *Can. J. Aquat. Sci.* 51:1506-1518.
- Perrotta, R. G. 1982.** Distribución y estructura poblacional de la polaca (*Micromesistius australis*). *Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP*, N°3: 35-50.
- Petitgas, P. 1991.** Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 p.
- Petitgas, P. And A. Prampart. 1993.** EVA. Estimation Variance. A geostatistical software for structure characterization and variance computation. Éditions de l’Orstom.
- 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



- Pinkas, L. M. Olphant and I. Iverson. 1971.** Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish and Game. Fish Bull., 152: 105 p.
- Pool, H., F. Balbontín, C. Montenegro, N. Cortes y M. Arriaza. 1997.** Interacciones tróficas recursos demersales sur-austral. Informe final proyecto FIP 94-32. FIP-IFOP. 76 p.
- Rencher, A. 1995.** Methods of multivariate analysis. New York: Wiley. 627 pp.
- Retamal, M. 1981.** Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. Gayana Zoológica, Vol 44.
- Retamal, M. 1994.** Los decápodos de Chile. Facultad de Ciencias Biológicas, U. Concepción. 256 p.
- Ricker W., 1958.** Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., N° 119.
- Rieman B. y D. Myers, 1992.** Influence of fish density and relative productivity on growth of kokanee in ten oligotrophic lakes and reservoirs in Idaho. Trans. Am. Fish. Soc. 121, 178-191.
- Robotham, H. & J. Castillo. 1990.** The bootstrap method; an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacustics techniques. Rapp. P.-v. Reún. Cons. Int. Explor. Mer, 189:421-424.
- Rose, G. A. 1998.** Review of southern blue whiting acoustic projects for the ministry of Fisheries, Wellington, New Zealand, 28 July, 1998. Unpublished report 12 p. (held by ministry off Fisheries, Wellington).
- Russelo, I. 1994.** Size-age composition of Southern poutassou (*Micromesistius australis*) catches in New Zealand area. YugNIRO 1994 vol. 40; 84.
- Russelo, I. 1995.** On the problem of southern poutassou (*Micromesistius australis* Norman) catches size-age composition from New Zealand regions. YugNIRO Vol. 41, 114-117.
- Sánchez, R., J. de Ciechowski y E. Acha. 1986.** Estudios sobre la reproducción y fecundidad de la polaca (*Micromesistius australis*, Norman, 1937) en el Mar Argentino. Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, N°6: 21-43.



- Santander, H., J. Alheit y P. Smith. 1984.** Estimaci3n de la biomasa de la poblaci3n desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicaci3n del " M3todo de Producci3n de Huevos ". Bol. Inst. Mar Per3, Callao. 8: 209-250.
- Scalabrin, C. 1997.** Identification acoustique des especes pelagiques a partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monosp3cifiques. These. Ecole doctorale des sciences de la mer.
- Scalabrin, C., y J. Masse. 1993.** Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour., 6: 269-283.
- Selman, K. & R. Wallace. 1989.** Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. Zoological Science. 6: 211-231.
- Sernapesca, 1990, 1998, 2002.** Anuario estadístico de pesca.
- Shotton, R. y Bazigos, J.P. 1984.** Techniques and consideration in the design of acoustic survey. Rapp. P. V. Reún. Cons. Int. Explor. Mer. 184: 34-57.
- Simmonds, E. and R. Fryer. 1996.** Which is better random or systematic acoustic surveys?. A simulation using North Sea herring as an example. ICES J. mar. Sci., 53:285-298.
- Simmonds, J. 1996.** Survey design and effort allocation: A synthesis of choices and decisions for an acoustic survey. North sea herring is used as an example. ICES J. Mar Sci., 53:285-298.
- Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto and A. Aglen. 1991.** survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 p.
- Simrad, 1991.** Simrad EK500. Scientific echosounder. Operator manual. P217E.0. 15 pp.
- Southward, G 1976.** Sampling landings of halibut for age composition Int. Halibut Comm. Sci. Rep. 58. 31 pp.
- Spak, H. 1975.** The distribution of the southern putassu (*Micromesistius australis* Norman, 1937) in the Southwest Pacific. Izv-Tinro. Vol. 98, 244-248.



- Vivanco, M. 1999.** Análisis estadístico multivariable. Editorial Universitaria, Chile. 233 p.
- Wallace, R. Y K. Selman. 1981.** Cellular and dynamic aspects of the oocyte growth in teleosts. Amer. Zool., 21: 325-343.
- Welch, D. y Foucher. 1988.** A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45:333-343.
- Whitehead, P. J. P., M. L. Bauchot, J. C. Hureau, J. Nielsen, E. Tortonese 1986.** Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean (P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen, E. Tortonese eds.) UNESCO. United Kingdom, vol I, II y III: 1-1520.
- Wisner, R. 1974.** The taxonomy and distribution of lanternfishes (Family Myctophidae) of the Eastern Pacific Ocean. Navy Ocean research and development Activity, Mississippi, 229 p.
- Wolter, K. M. 1985.** Introduction to Variance Estimation XII, 428 page, 1985
- Wöhler, O. y N. Marí. 1996.** Aspectos de la pesca de la polaca (*Micromesistius australis*) por parte de la flota argentina en el período 1989-1995. En: Inidep Inf. Tec., X: 1-25.

FIGURAS



Figura 1. Buque factoría UNZEN



Figura 2. Sistema ecointegraci3n SIMRAD ES60

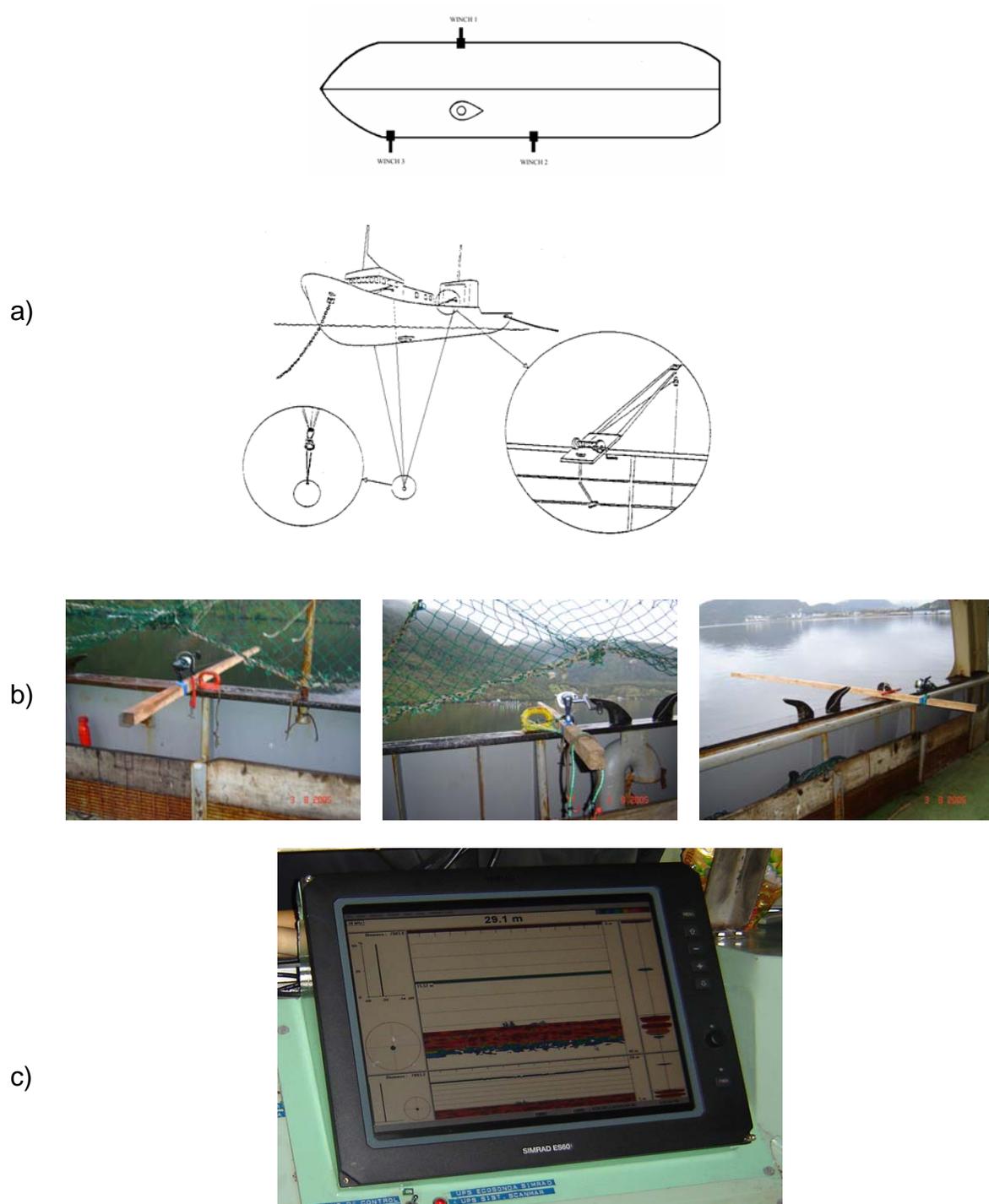


Figura 3. Calibraci3n Buque UNZEN, a) diagrama posici3n esfera de calibraci3n b) ubicaci3n varas en la borda c) esfera cobre en el centro del haz.

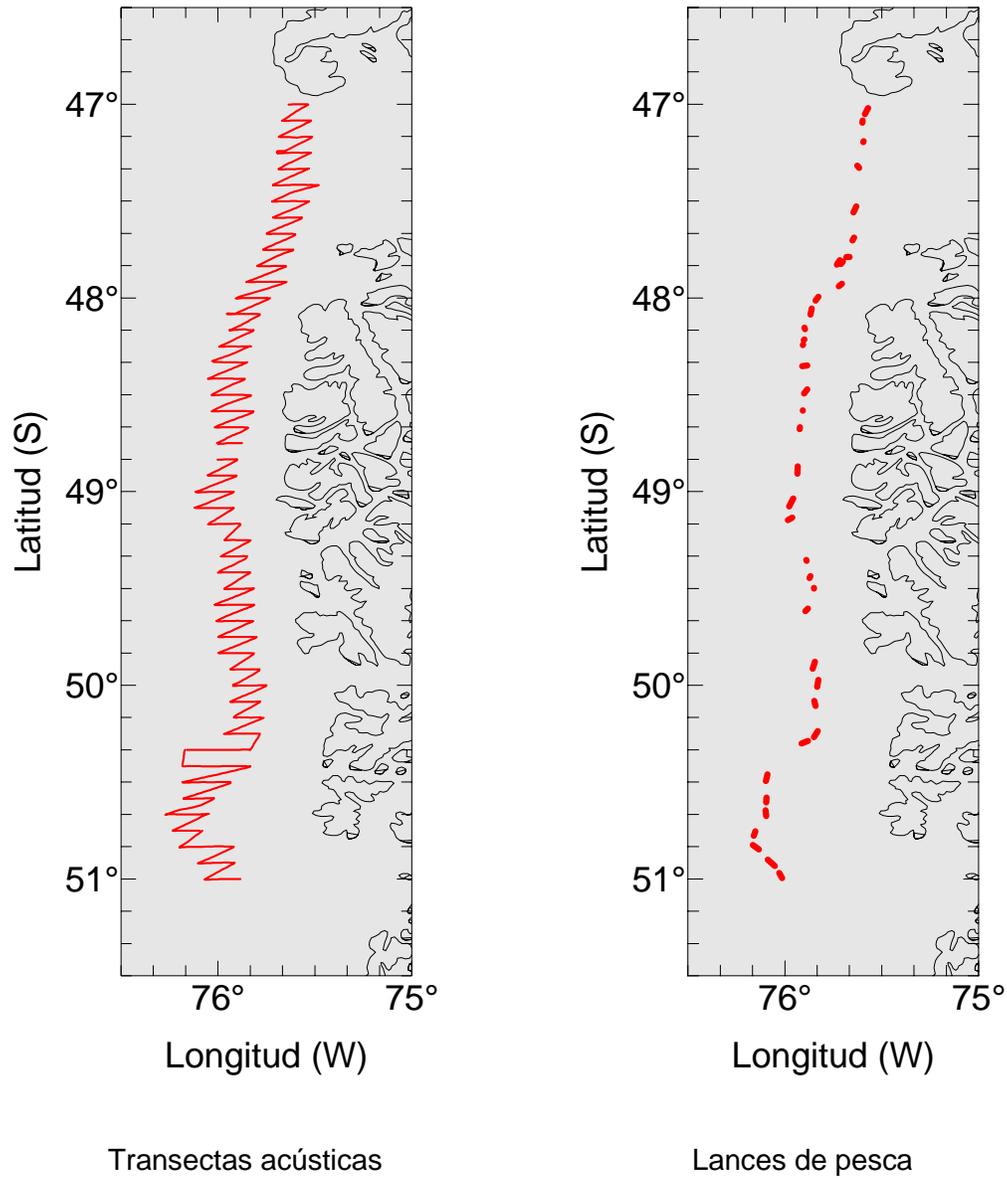


Figura 5. Distribuci3n de las transectas de muestreo acústico y lances de pesca de identificaci3n en el área de estudio

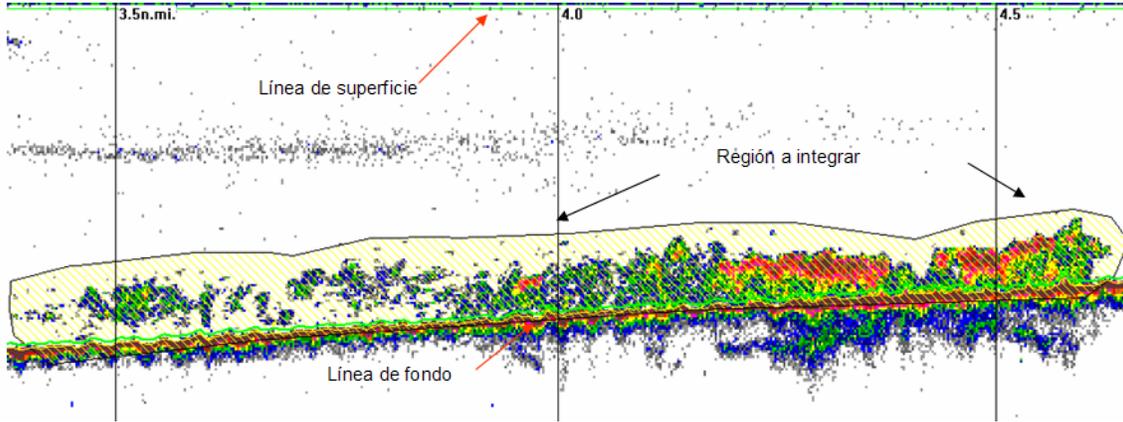


Figura 6. Inspección de ecogramas

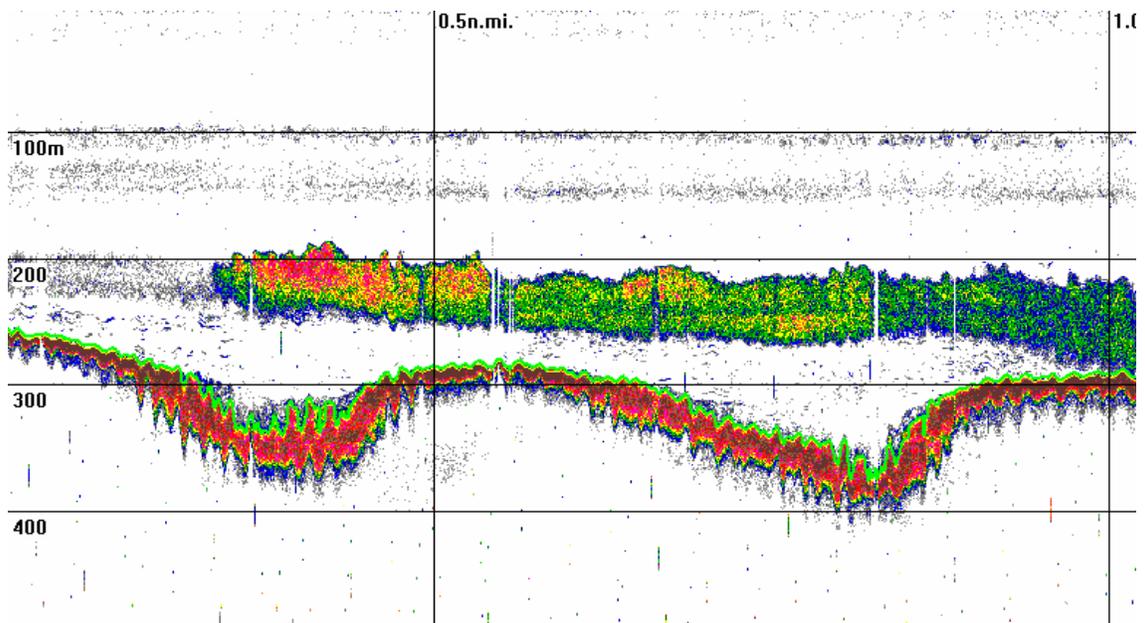


Figura 7a. Agregación tipo estrato de merluza de tres aletas (Lance 7)

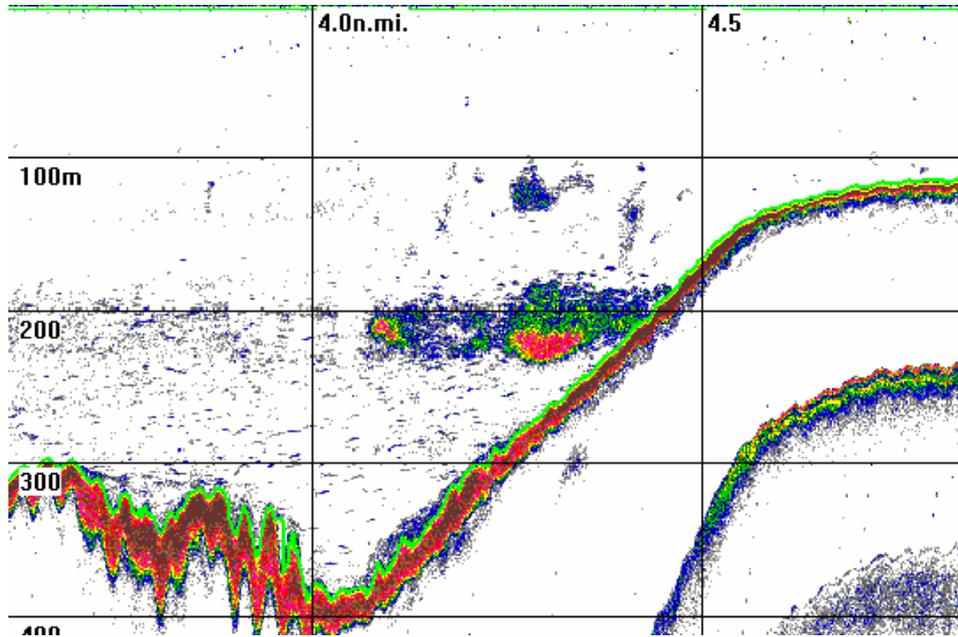


Figura 7b. Agregaci3n densa de merluza de tres aletas

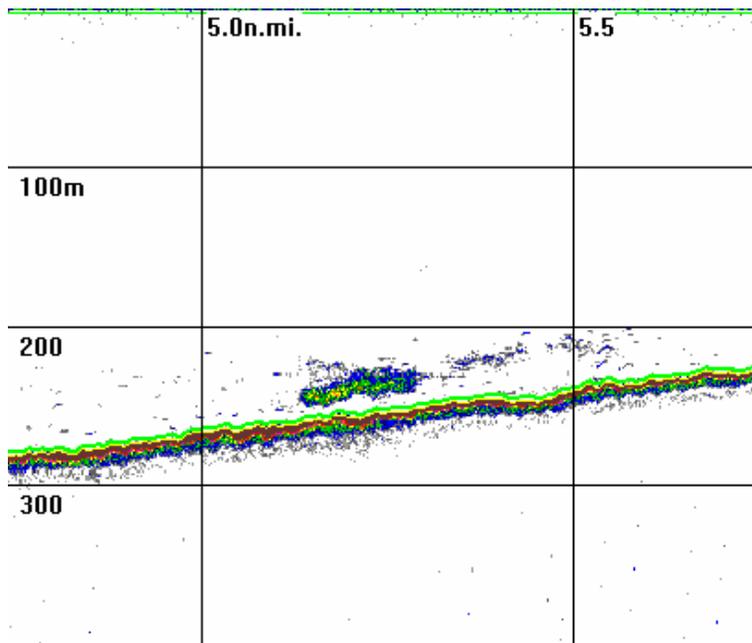


Figura 7c. Agregaci3n poco densa de merluza de tres aletas

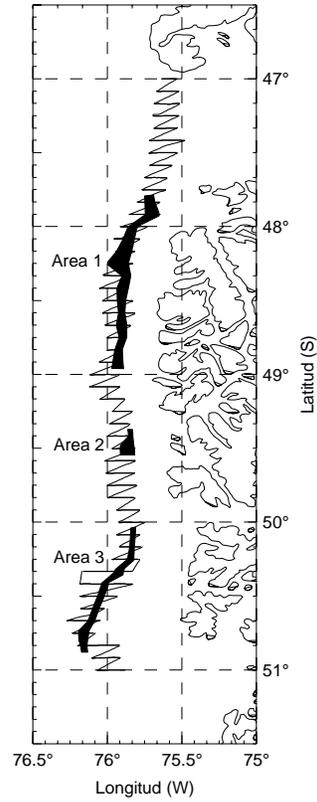


Figura 8. Divisi3n de la zona de estudio en tres 1reas

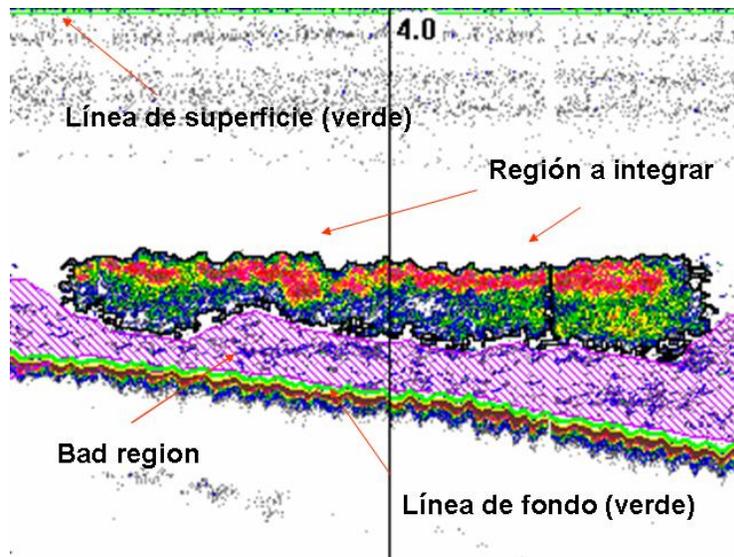


Figura 9. Limpieza de ecogramas para detecci3n de ecotrazos

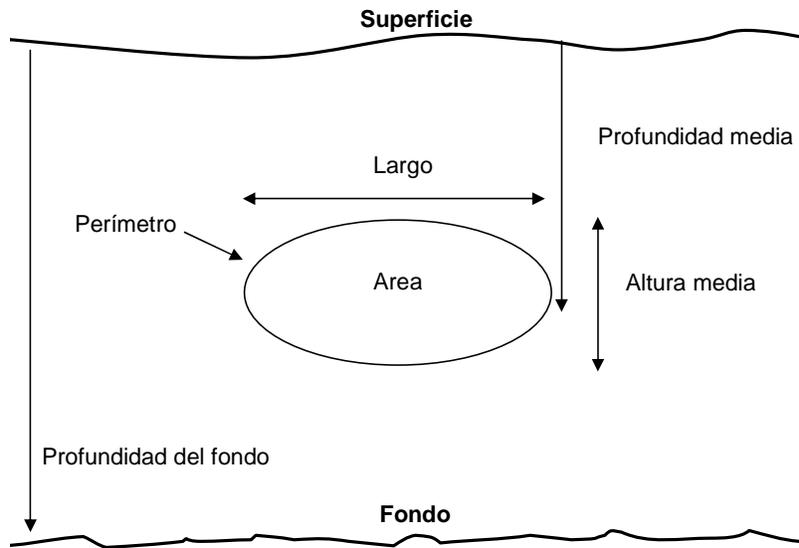


Figura 10. Descriptores morfológicos y batimétricos de una agregación

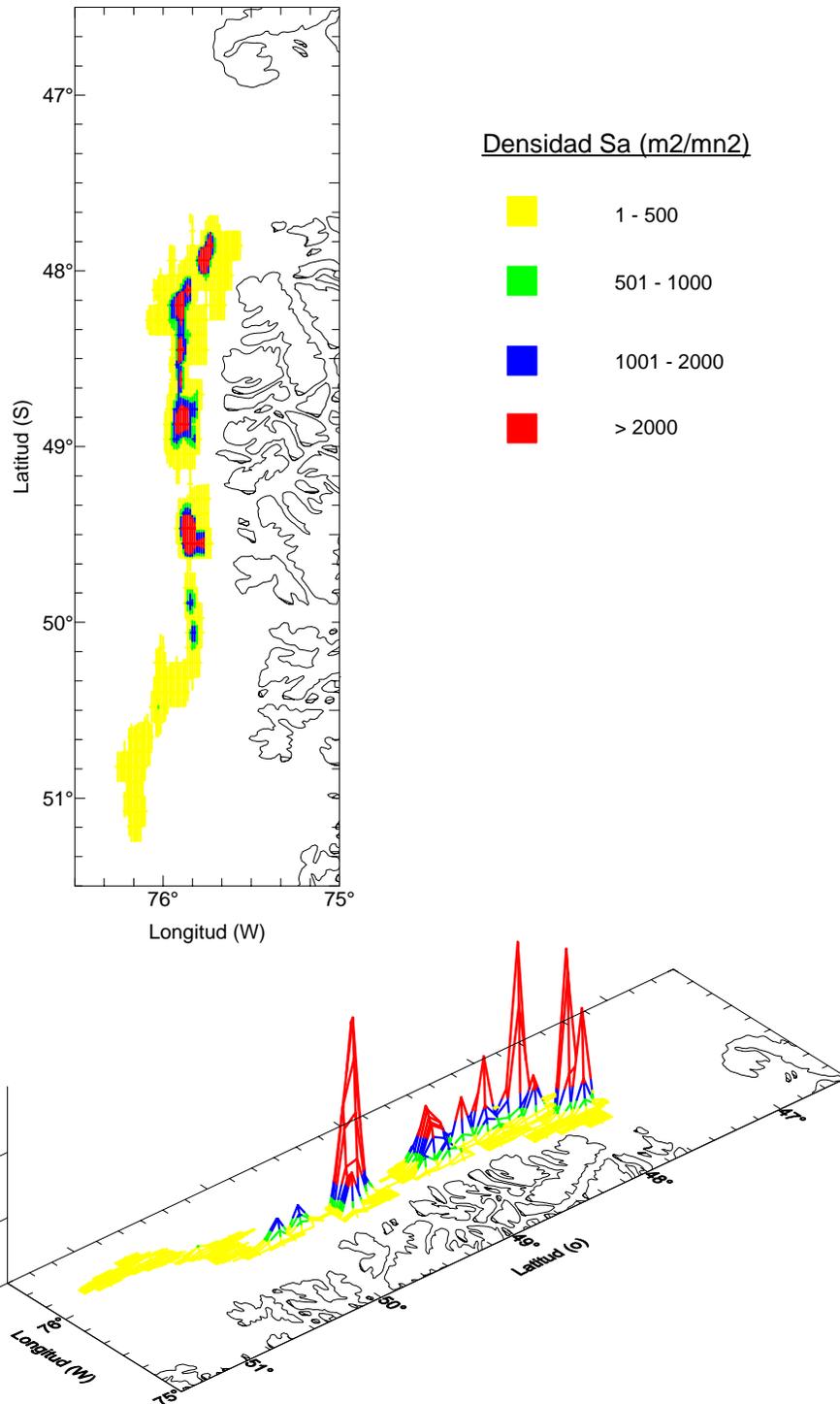


Figura 11. Distribuci3n espacial de merluza de tres aletas, agosto del 2005

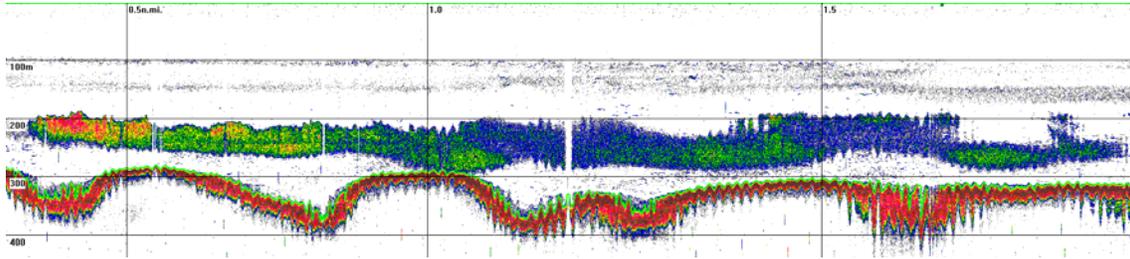


Figura 12. Agregaci3n de merluza de tres aletas en sentido paralelo a la costa.

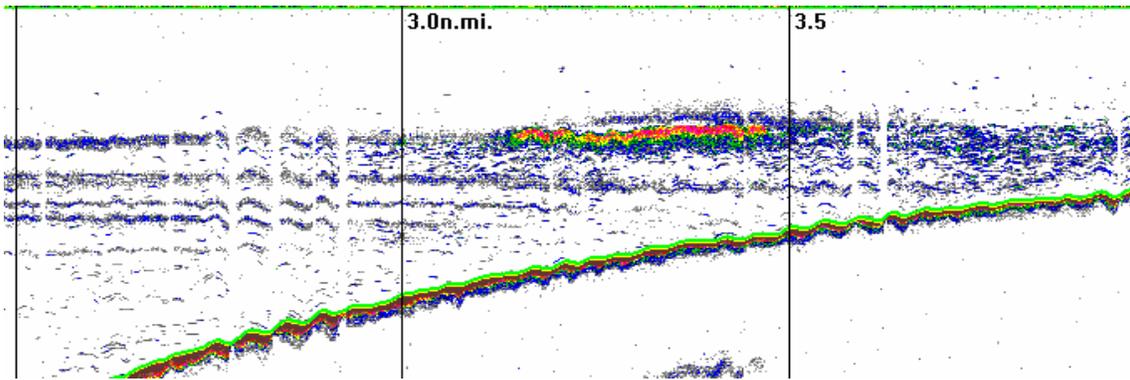


Figura 13. Agregaci3n de merluza de tres aletas en sentido perpendicular a la costa.

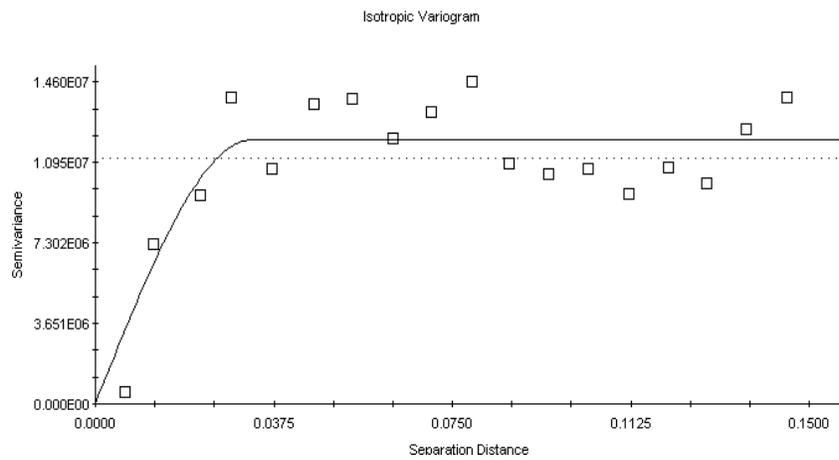


Figura 14. Variograma distribuci3n merluza de tres aletas, agosto 2005

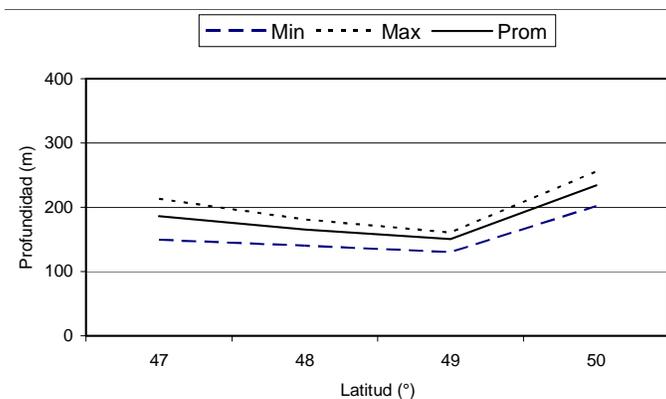


Figura 15. Distribuci3n batim3trica de la merluza de tres aletas. Agosto del 2005

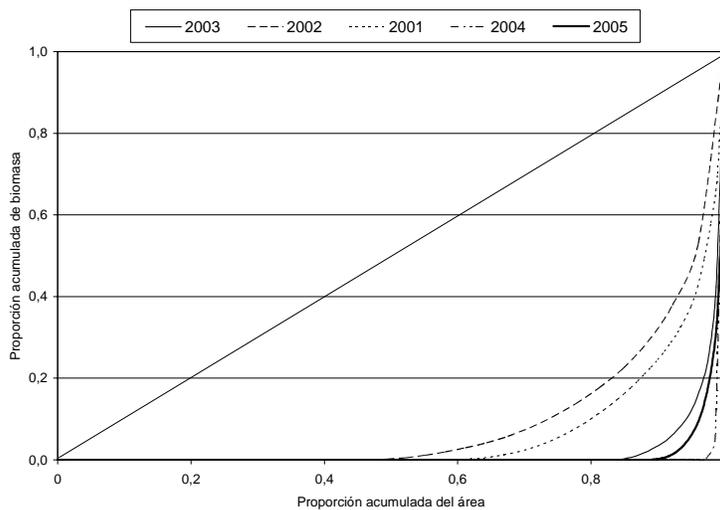


Figura 16. Curvas de Lorenz estimadas para los a3os 2001-2005

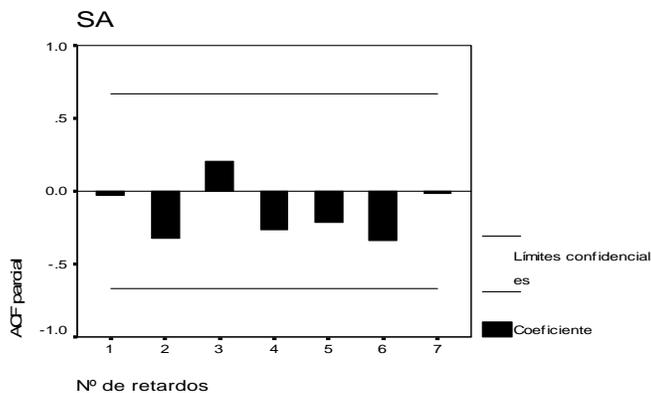
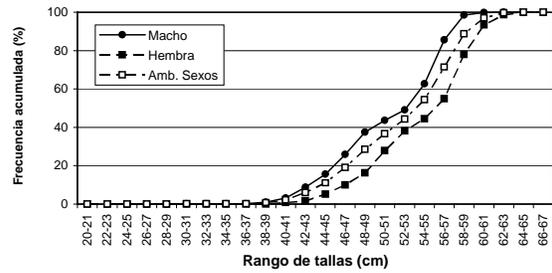
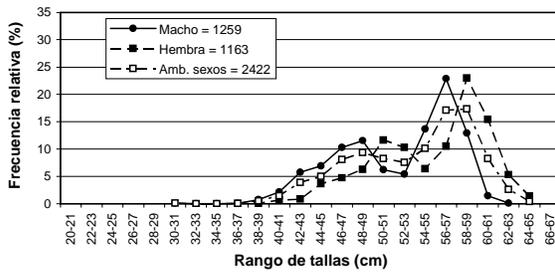


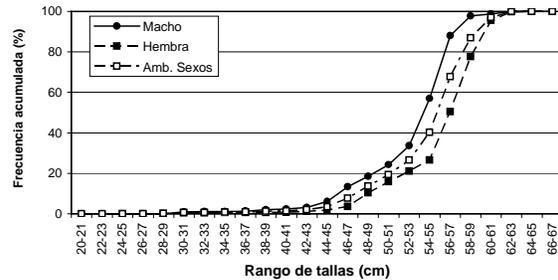
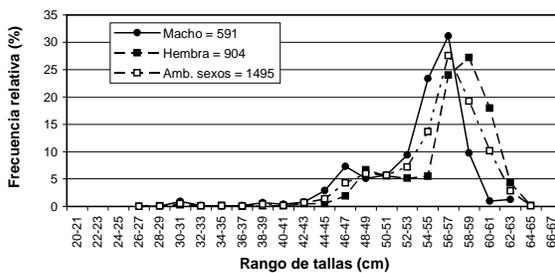
Figura 17. Correlograma por noche de prospecci3n



GOLFO PENAS - LADRILLERO



TRINIDAD - CONCEPCION



AREA TOTAL

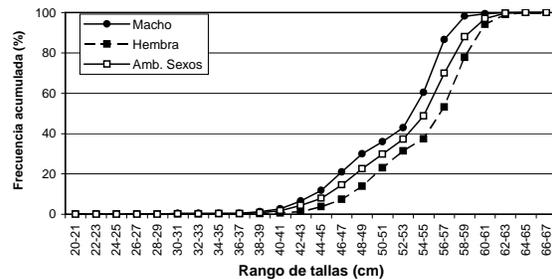
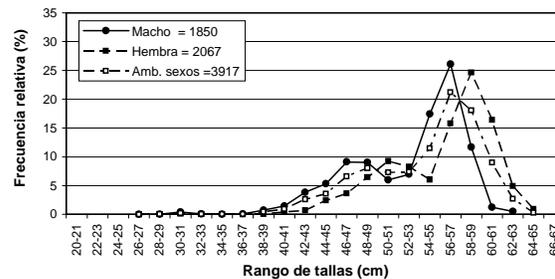


Figura 18. Distribuci3n de talla de la captura de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por 1rea de pesca y sexo. B/F Unzen (agosto, 2005).

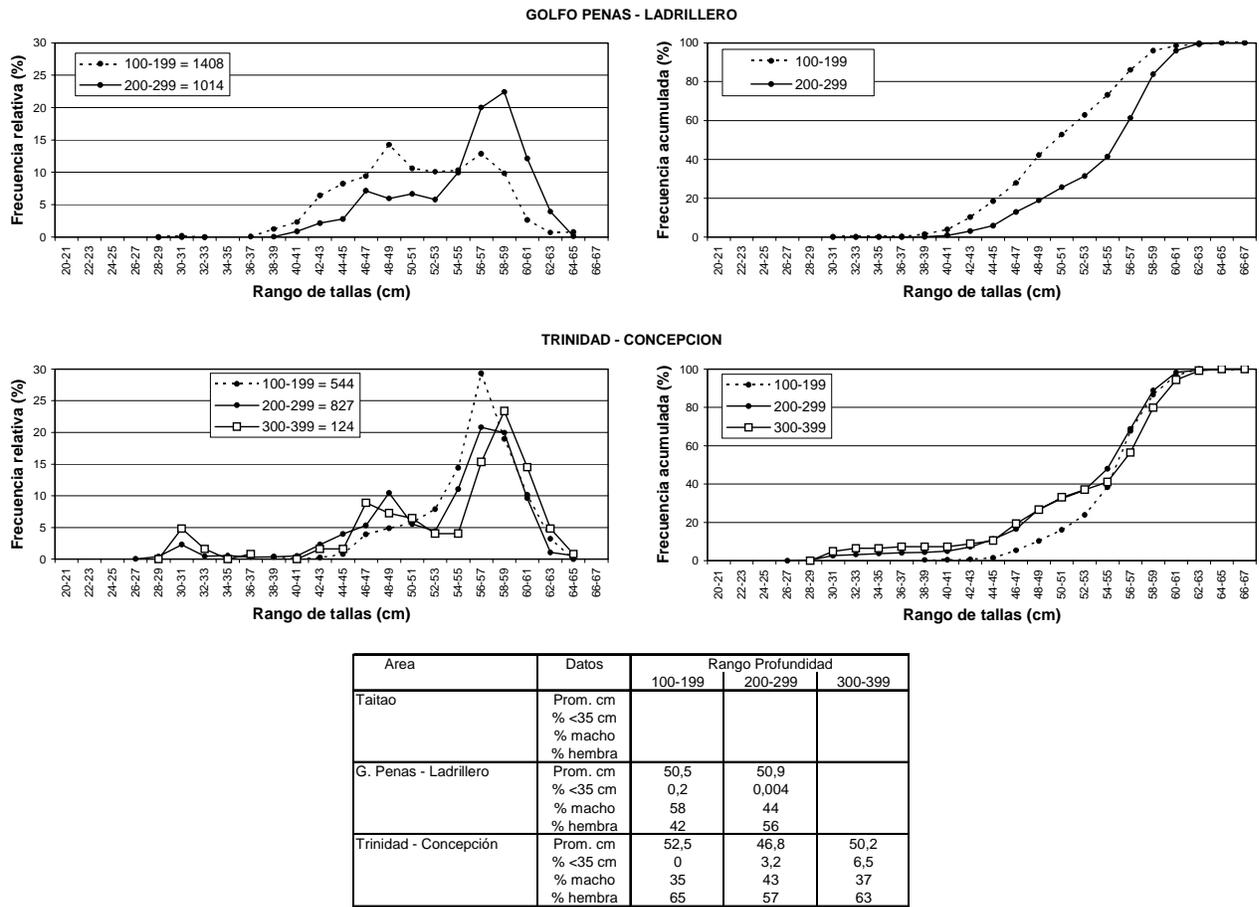
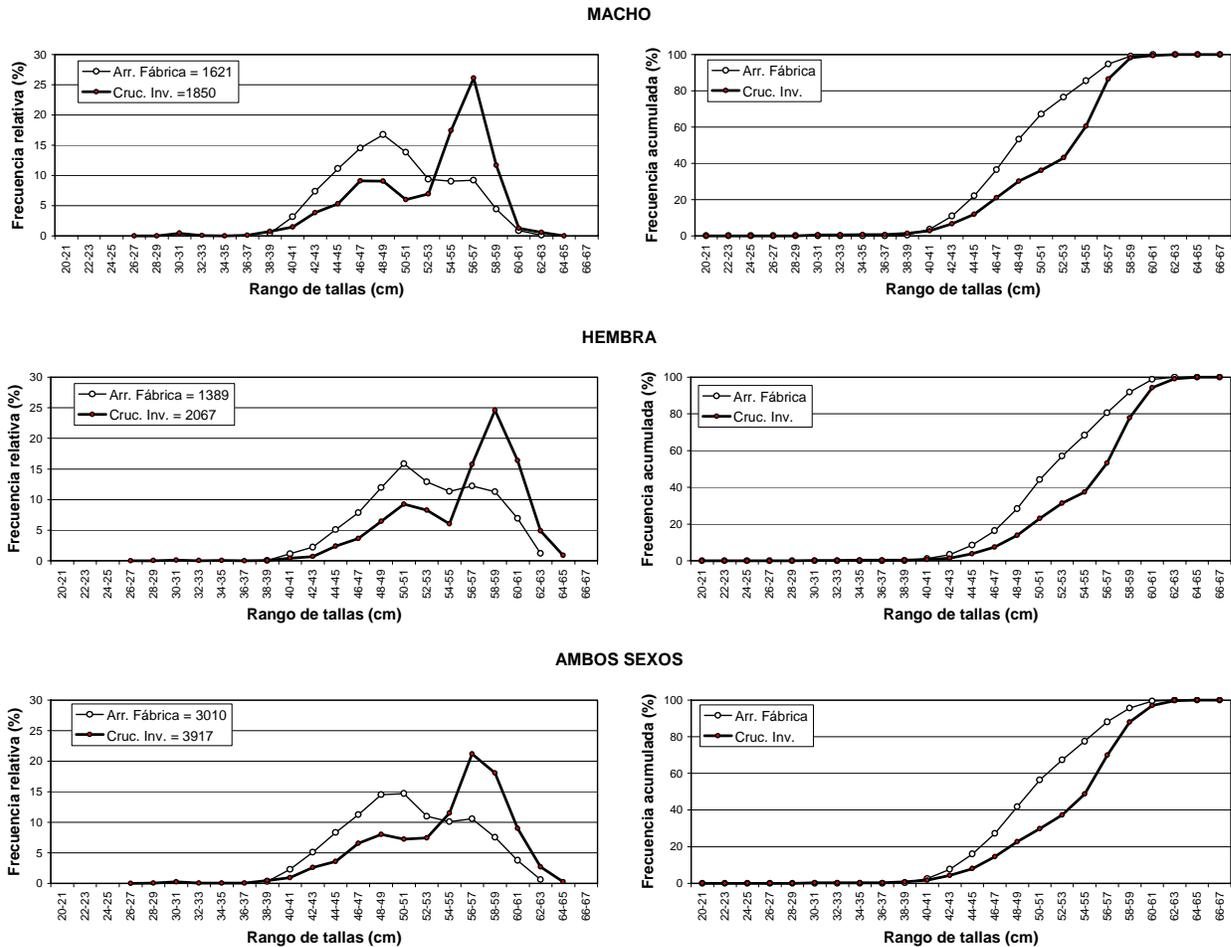
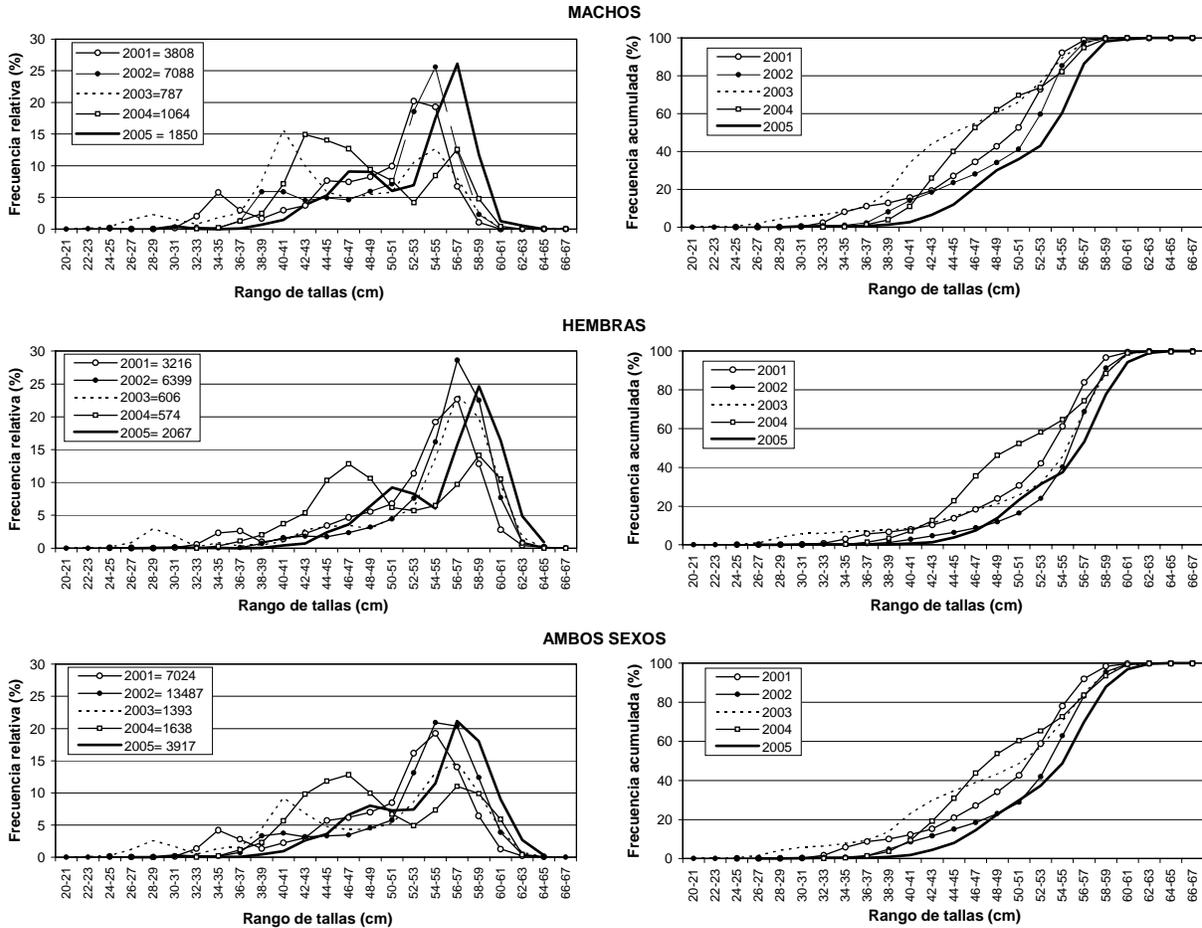


Figura 19. Distribuci3n de talla de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por 3rea y rango de profundidad. B/F Unzen (agosto, 2005).



Año	Sexo	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 35 cm (%)	Prop. Sexual (%)
Arr. Fábrica	Macho	49	4,8	0	53
	Hembra	53	4,9	0	47
	Total	51	5,1	0	
Cruc. Inv.	Macho	49	7,2	5,5	52
	Hembra	51	7,6	7,2	48
	Total	50	7,5	6,4	

Figura 20. Distribuci3n de talla de merluza de tres aletas registrada para el crucero B/F Unzen y la flota arrastrera surimera (agosto, 2005).

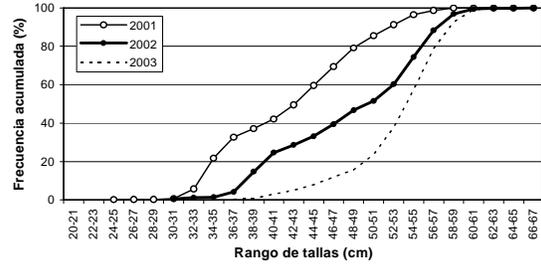
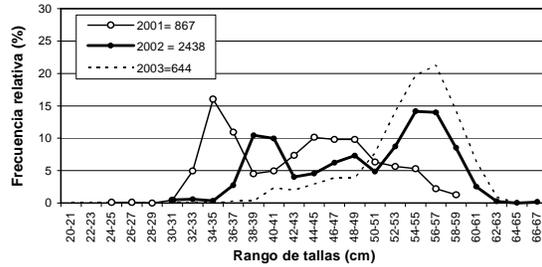


Año	Sexo	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 35 cm (%)	Prop. Sexual (%)
2001	Macho	49	6,7	5,1	54
	Hembra	52	6,3	1,7	46
	Total	50	6,8	3,6	
2002	Macho	47	7,5	4,0	53
	Hembra	53	7,2	3,0	47
	Total	50	7,8	3,5	
2003	Macho	45	7,9	7,6	56
	Hembra	49	8,0	6,1	44
	Total	47	8,7	7,0	
2004	Macho	52	5,7	0,8	49
	Hembra	55	5,8	0,2	51
	Total	53	6,0	0,5	
2005	Macho	53	2,2	0,5	52
	Hembra	56	2,5	0,2	48
	Total	54	1,9	0,3	

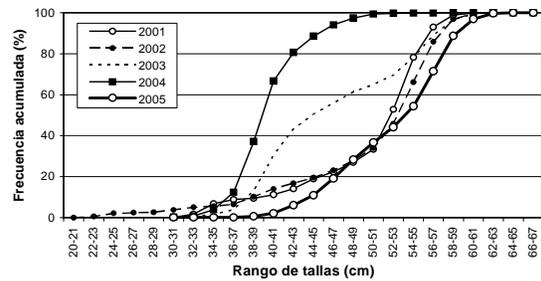
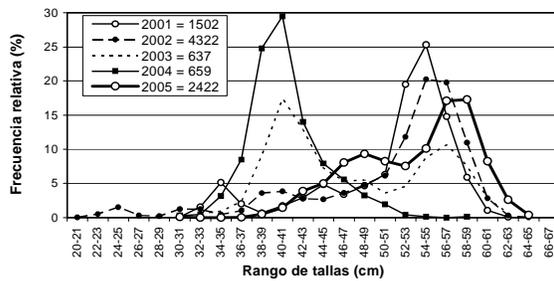
Figura 21. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por sexo para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005. (B/F Unzen agosto-septiembre 2001; B/F Unzen julio 2002; B/C Abate Molina agosto 2003 y B/C Abate Molina septiembre 2004; BF Unzen agosto 2005, respectivamente).



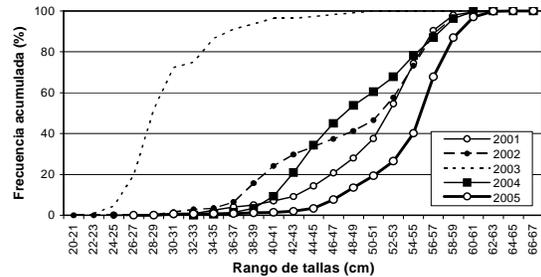
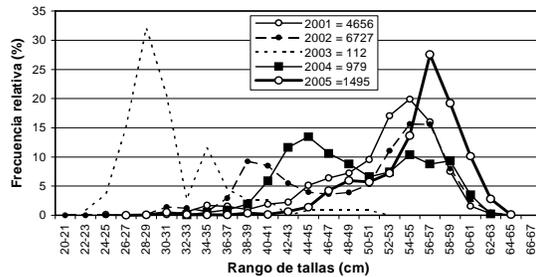
TAITAO



GOLFO PENAS - LADRILLERO



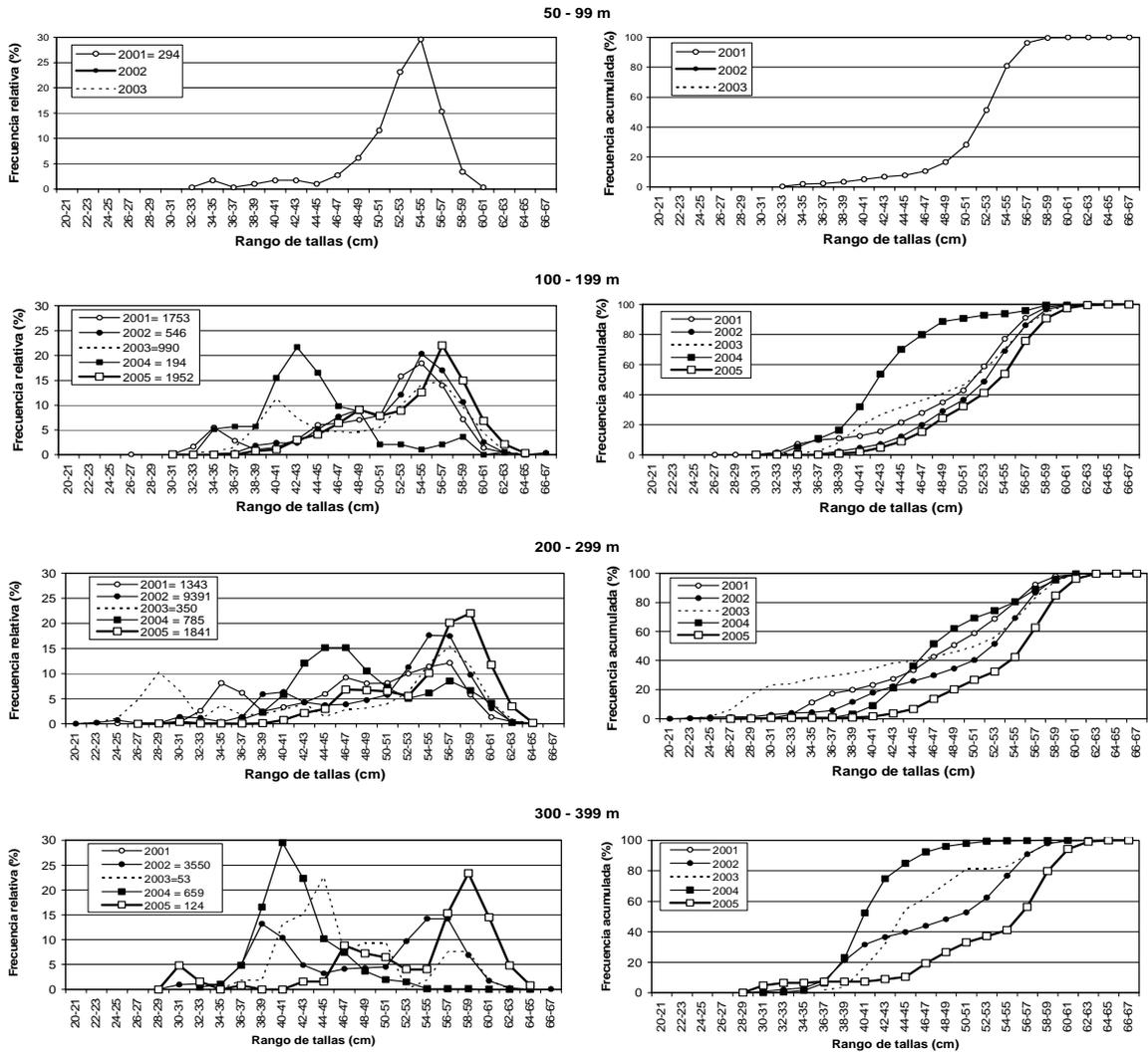
TRINIDAD - CONCEPCION



Area	Datos	Taitao	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepci3n
2001	Prom. cm	43	51	52
	Desv est. cm	7	7	6
	% <35 cm	13	5	2
	% macho	53	72	49
	% hembra	47	28	51
2002	Prom. cm	49	48	47
	Desv est. cm	8	9	8
	% <35 cm	1	5	3
	% macho	56	51	52
	% hembra	44	49	48
2003	Prom. cm	51	48	33
	Desv est. cm	5	7	5
	% <35 cm	0	1,1	80,4
	% macho	48	64	60
	% hembra	52	36	40

Area	Datos	Taitao	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepci3n
2004	Prom. cm		41,9	47,7
	Desv est. cm		3,6	6,2
	% <35 cm		0,8	0,6
	% macho		78,4	47,3
	% hembra		21,6	52,7
2005	Prom. cm		53,3	55,1
	Desv est. cm		6,5	8,7
	% <35 cm		0,1	0,7
	% macho		57,0	44,7
	% hembra		43,0	55,3

Figura 22. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por 1reas para los cruceros hidroac3sticos 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005. (B/F Unzen agosto-septiembre 2001; B/F Unzen julio 2002; B/C Abate Molina agosto 2003; B/C Abate Molina septiembre 2004; B/F Unzen agosto 2005, respectivamente).



Area	Datos	50-99	100-199	200-299	300-399
2001	Prom. cm	52	50	48	
	Desv est. cm	5	7	8	
	% <35 cm	2	5	7	
	% macho	82	53	43	
	% hembra	18	47	57	
2002	Prom. cm		52	50	48
	Desv est. cm		5	8	8
	% <35 cm		0,2	4	2
	% macho		52	52	54
	% hembra		48	48	46
2003	Prom. cm		49	42	48
	Desv est. cm		7,18	11,89	6,21
	% <35 cm		0,7	25,7	6,96
	% macho		62	41	60
	% hembra		38	59	40

Area	Datos	50-99	100-199	200-299	300-399
2004	Prom. cm		44	49	42
	Desv est. cm		5,50	6,02	3,60
	% <35 cm		2,1	0	0,80
	% macho		78	46	78
	% hembra		22	54	22
2005	Prom. cm		54	55	54
	Desv est. cm		6,30	8,20	9,56
	% <35 cm		0,1	0,5	6,45
	% macho		55	48	37
	% hembra		45	52	63

Figura 23. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por profundidad para los cruceros hidroac3sticos 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005. (B/F Unzen agosto-septiembre 2001; B/F Unzen julio 2002; B/C Abate Molina agosto 2003; B/C Abate Molina septiembre 2004, B/F Unzen agosto 2005, respectivamente).

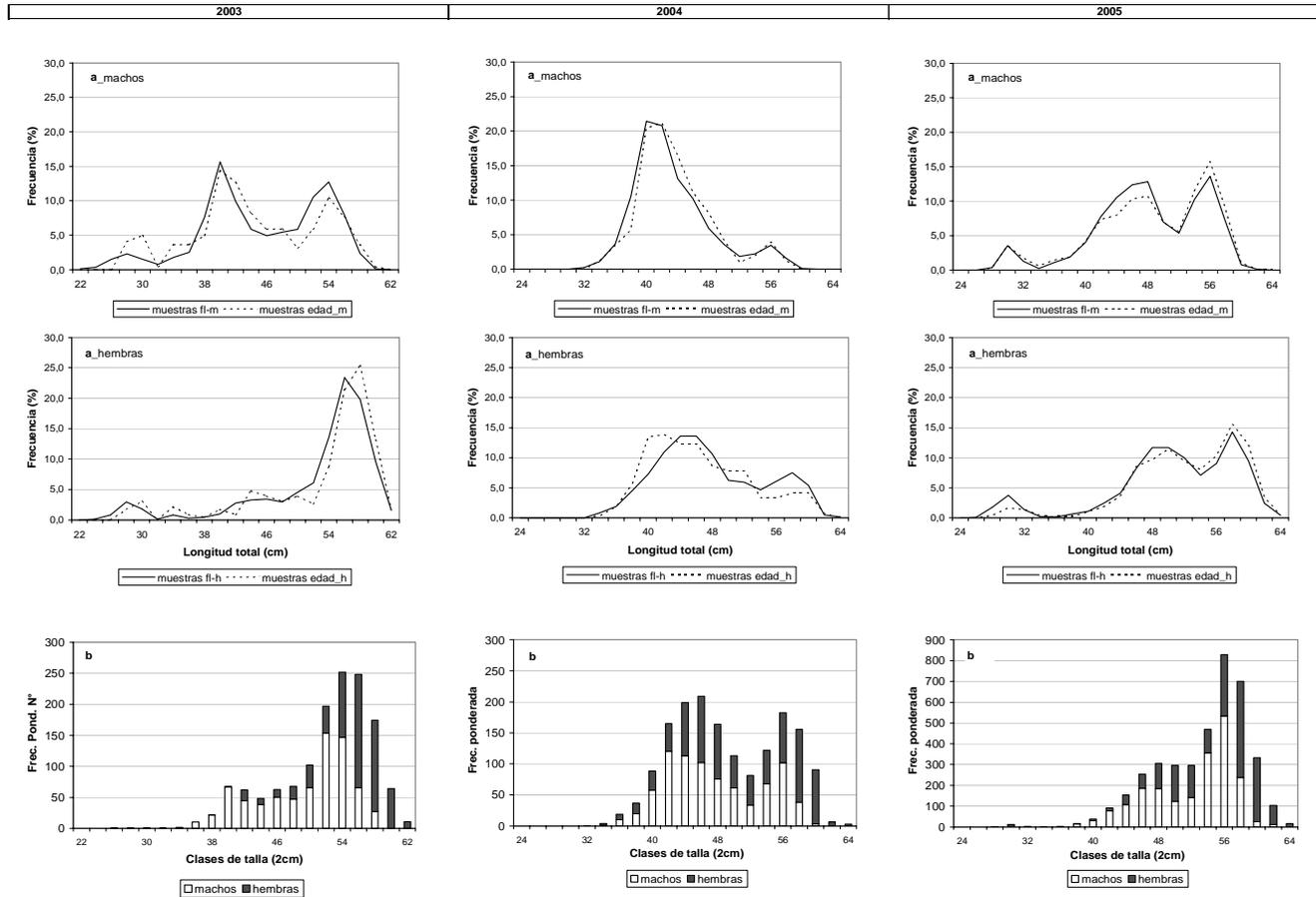


Figura 24. a) Distribuci3n de frecuencia de tallas del muestreo de longitudes observadas v/s las muestras colectadas para el estudio de edad, para machos y hembras en los cruceros de investigaci3n 2003, 2004 y 2005. b) Frecuencia de tallas de merluza de tres aletas, crucero 2003, 2004 y 2005 ponderada en base a captura de los lances, por sexo y clase de talla

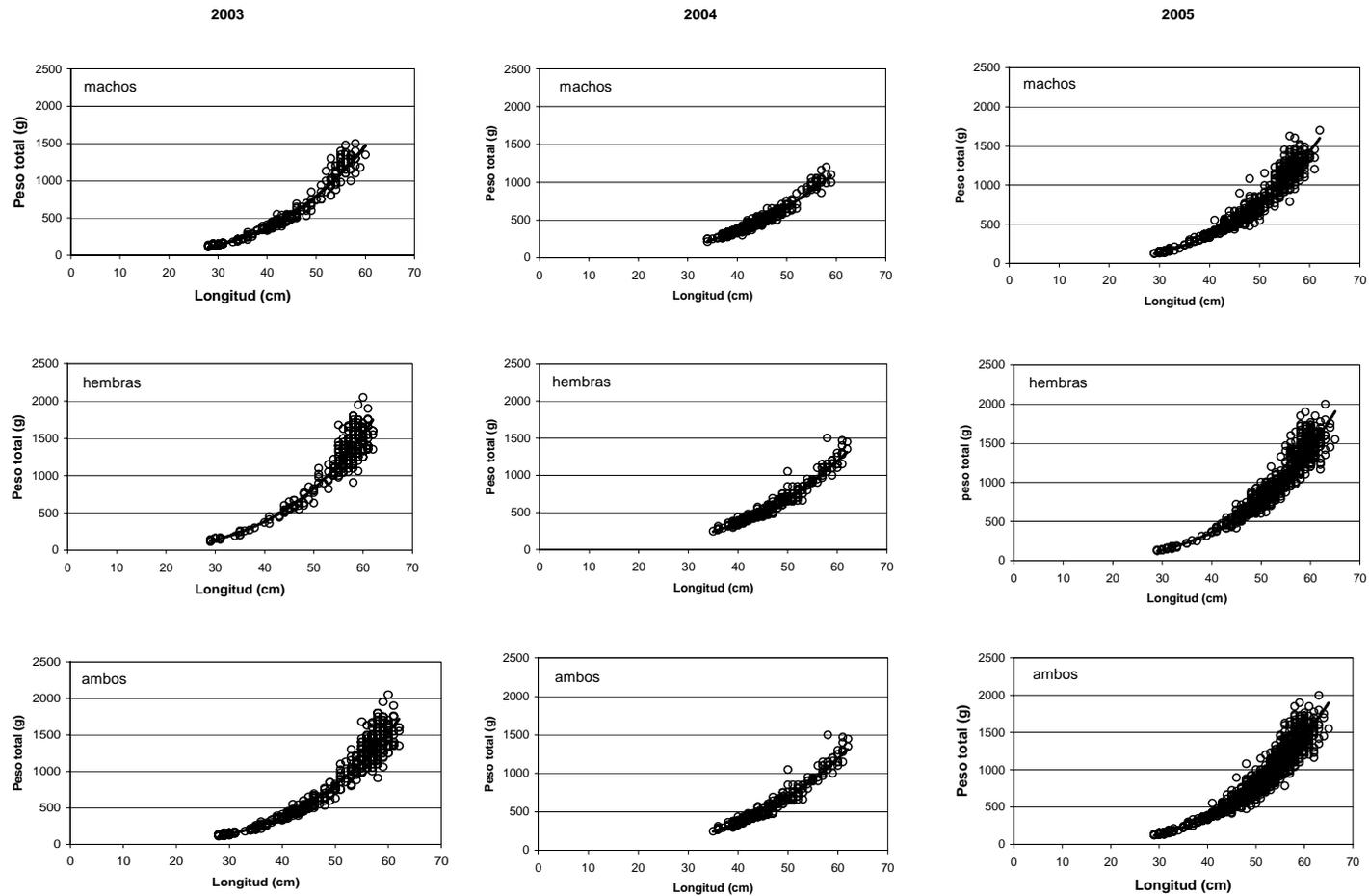


Figura 25. Dispersi3n de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Crucero de investigaci3n 2003,2004 y 2005

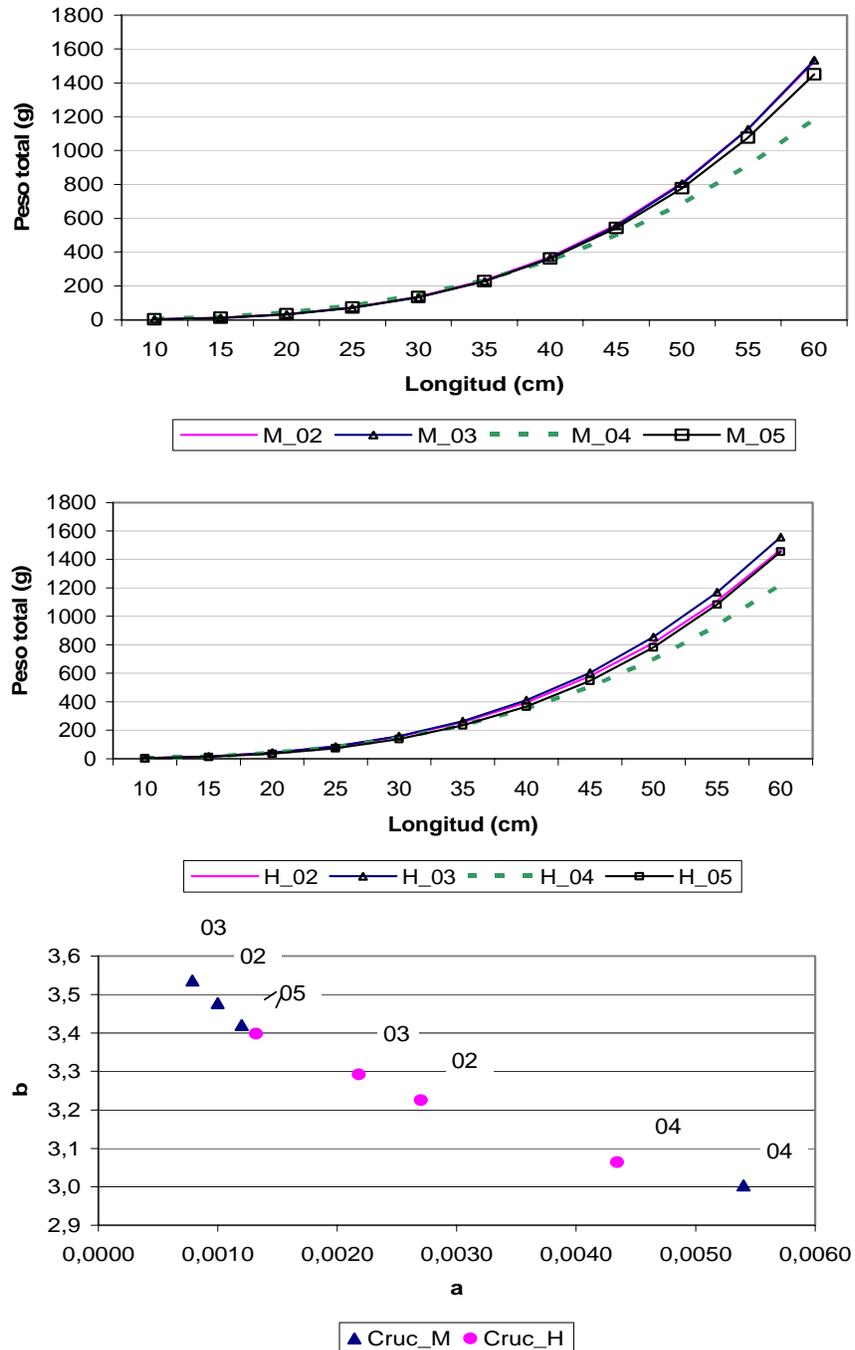


Figura 26. Comparaci3n de las funciones peso-longitud estimadas por sexo (M=macho, H=hembras) y representaci3n de los par3metros a y b de esta relaci3n en el per3odo 2002-2005.

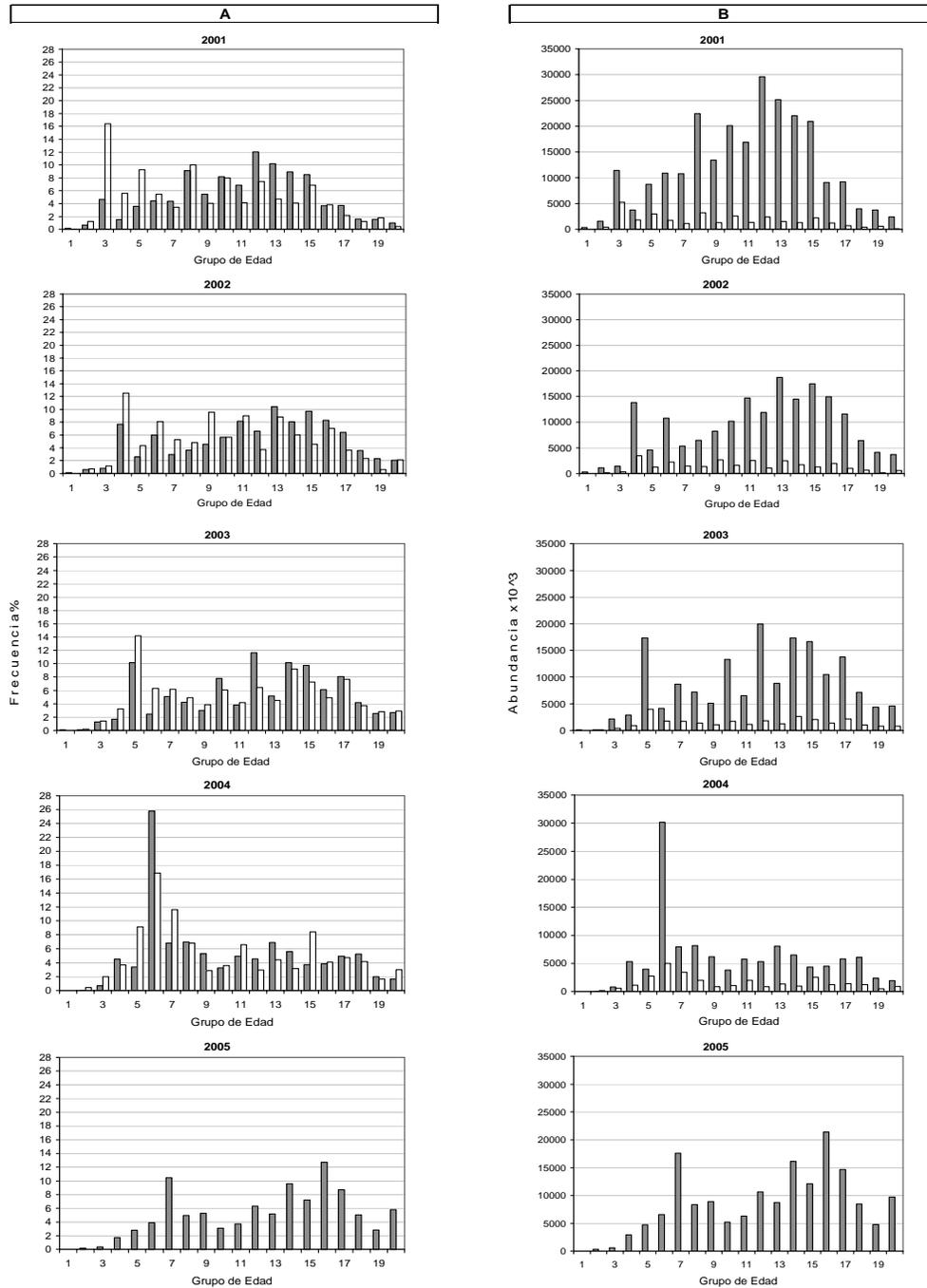


Figura 27. Estructura de la abundancia y la captura en n3mero por grupo de edad de merluza de tres aletas. A en porcentaje, B en n3mero. Per3odo 2001-2005. Barras vac3as corresponde a pesquer3a, barra achuradas a cruceros de investigaci3n.

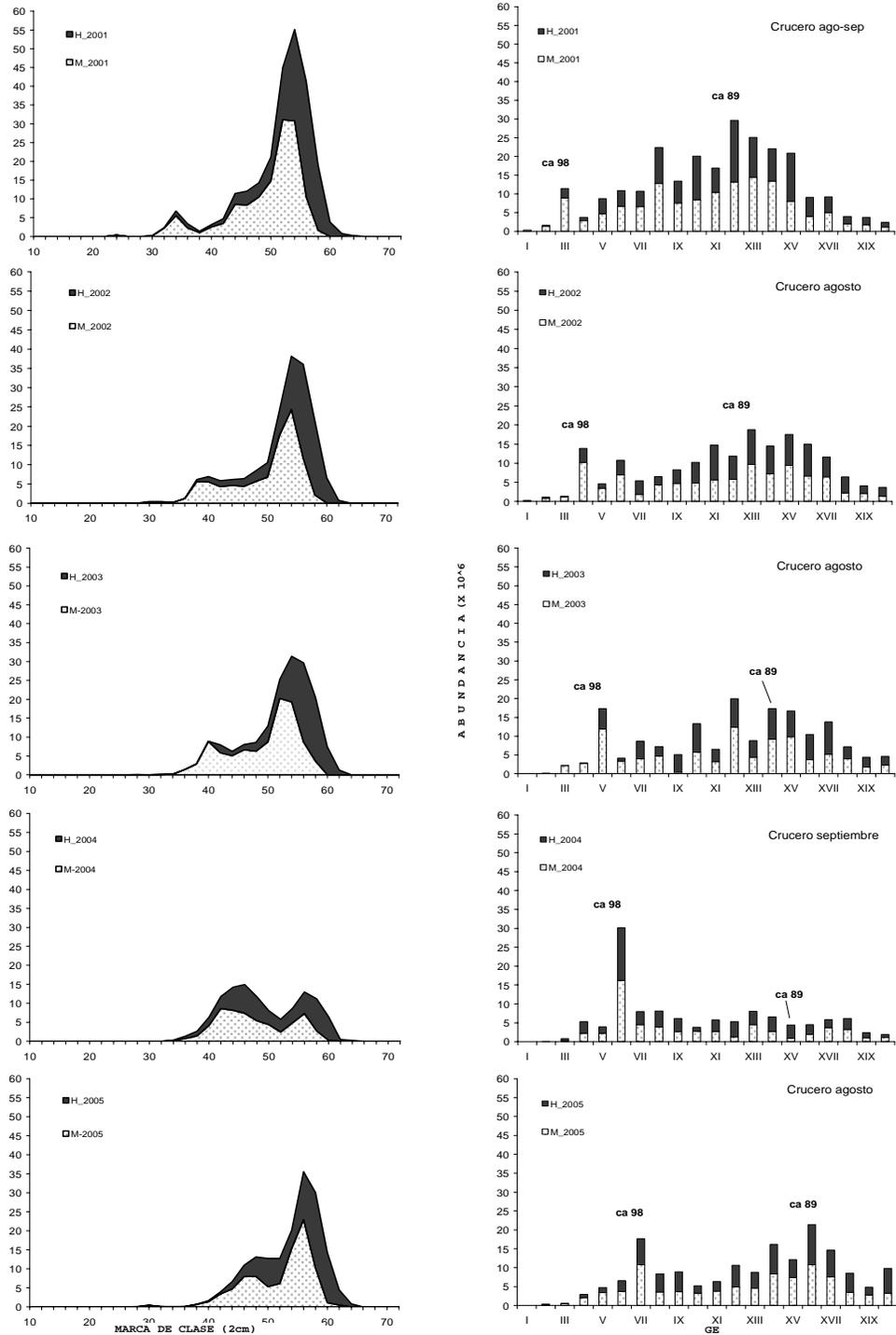


Figura 28. Distribuci3n por clase de talla y por GE de la abundancia registrada en los cruceros de evaluaci3n de merluza de tres aletas. Per3odo 2001-2005.

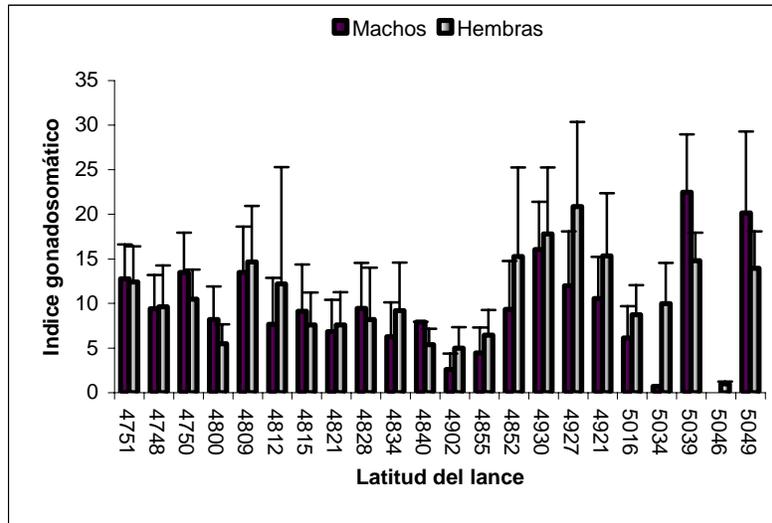


Figura 29. Índice gonadosomático promedio por lance de merluza de tres aletas, recolectadas del 15 al 22 de agosto de 2005.

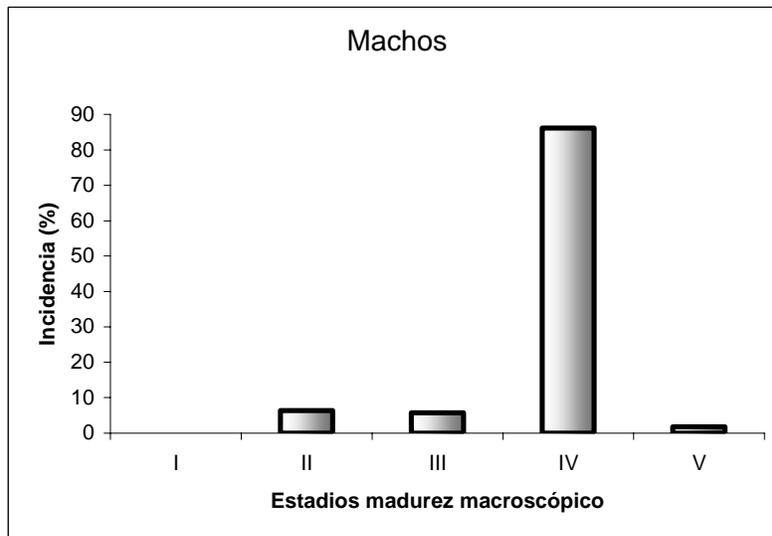


Figura 30. Incidencia de estadios de madurez macroscópicos en machos, recolectados del 15 al 22 de agosto de 2005.

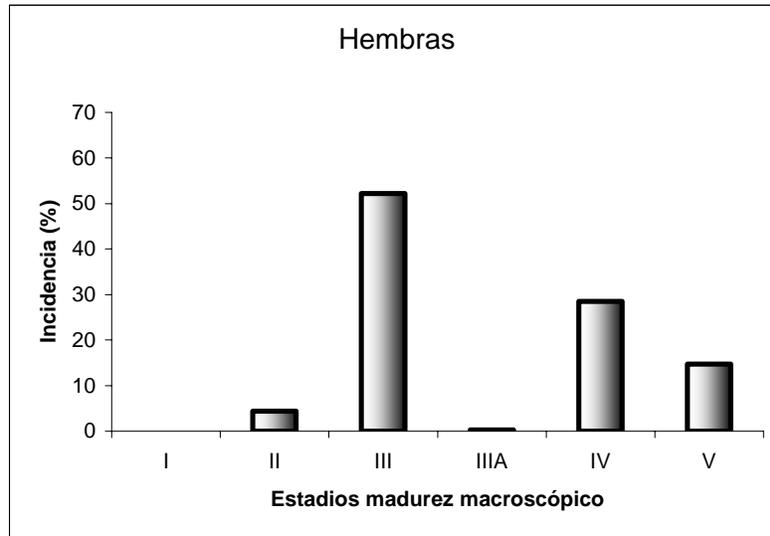


Figura 31. Incidenca de estadios de madurez macrosc3picos en hembras, recolectadas del 15 al 22 de agosto de 2005.

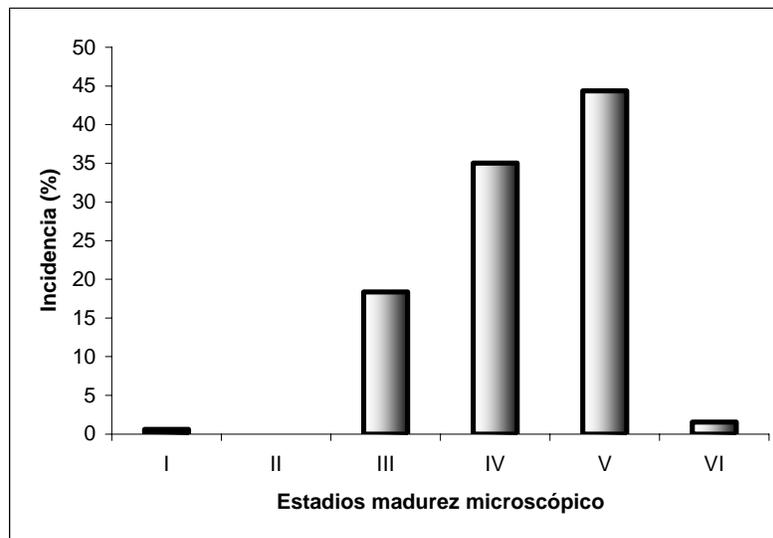


Figura 32. Incidenca de estadios de madurez microsc3picos en hembras de merluza de tres aletas, recolectadas del 15 al 22 de agosto del 2005.

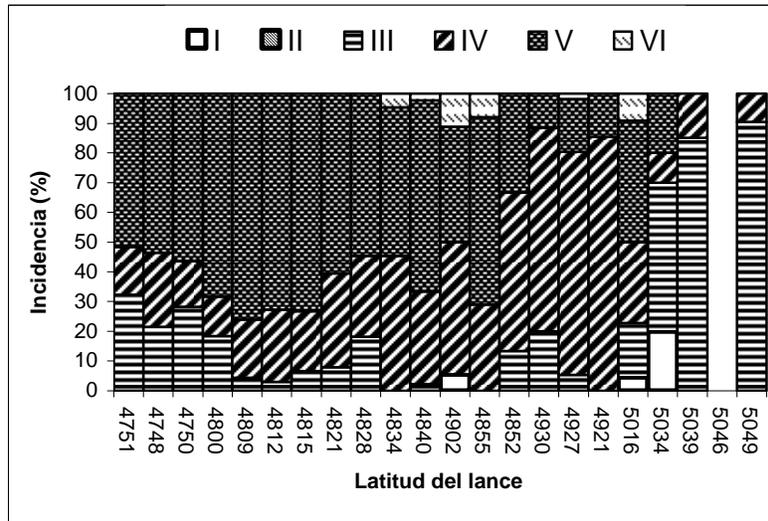


Figura 33. Proporci3n de EMS microsc3picos por lance en hembras de merluza tres aletas, desde el 15 al 22 de agosto de 2005.

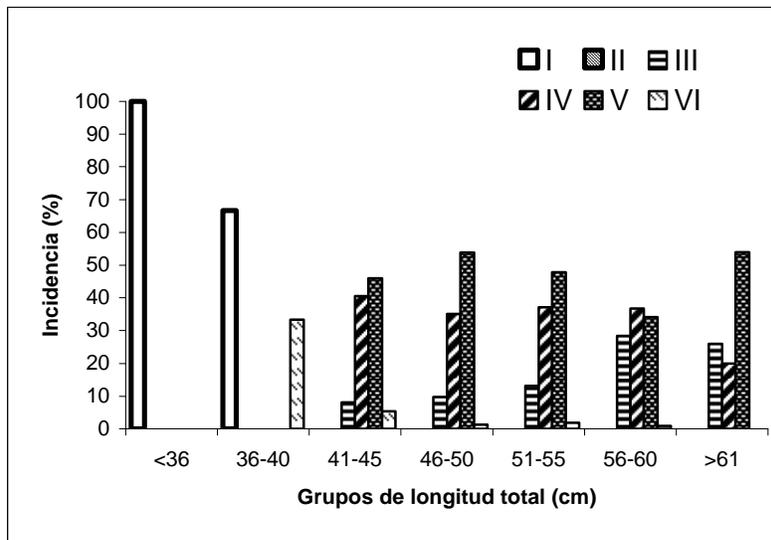


Figura 34. Frecuencia de estadios de madurez microsc3picos por grupo de longitud en hembras de merluza de tres aletas.

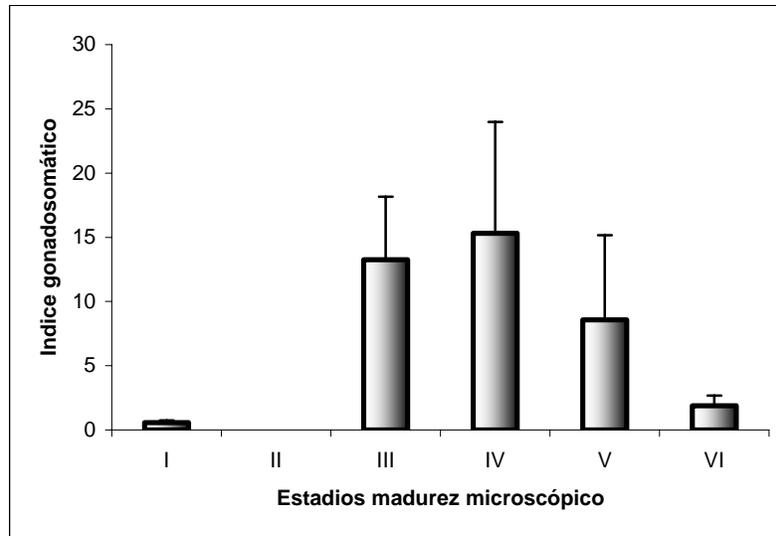


Figura 35. Valor promedio del índice gonadosomático más la desviaci3n estandar para cada EMS microsc3pico (EMS II: sin datos).

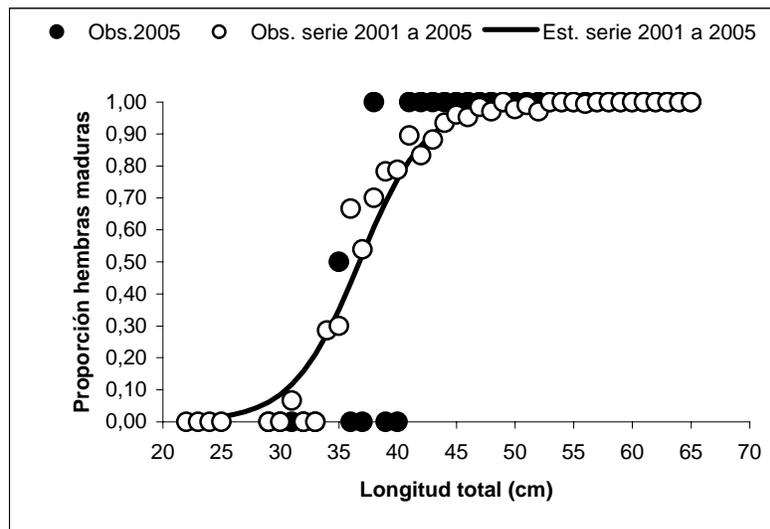


Figura 36. Ojiva de madurez sexual para hembras de merluza de tres aletas, recolectadas durante crucero de evaluaci3n de 2001 a 2005 (datos observados 2005; 2001 al 2005; ajuste).

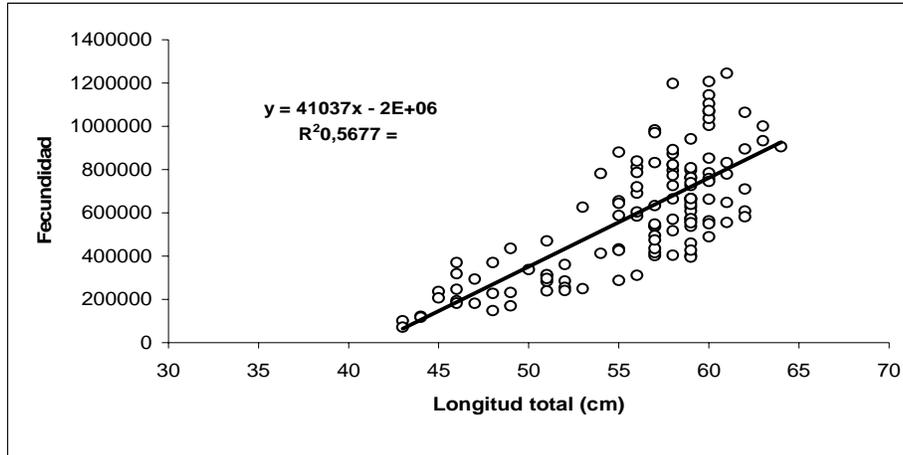


Figura 37. Relaci3n entre el tama1o y la fecundidad total en la merluza de tres aletas. Agosto 2005.

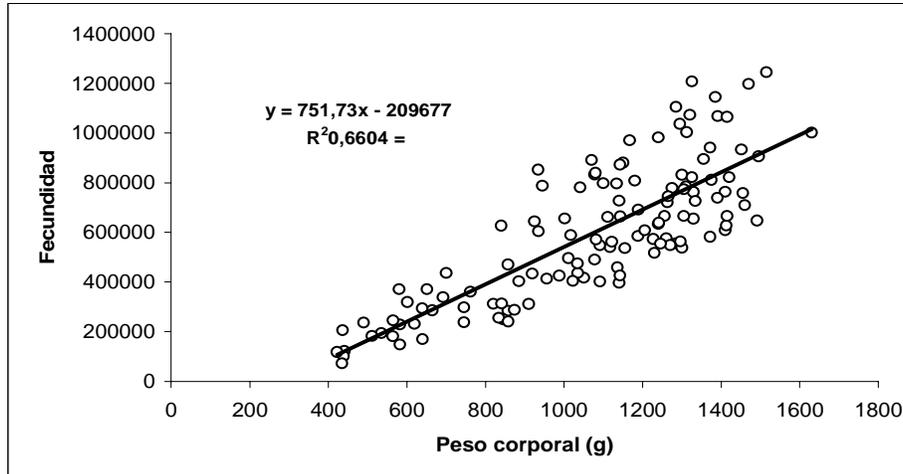


Figura 38. Relaci3n entre el peso corporal y la fecundidad total en la merluza de tres aletas. Agosto 2005.

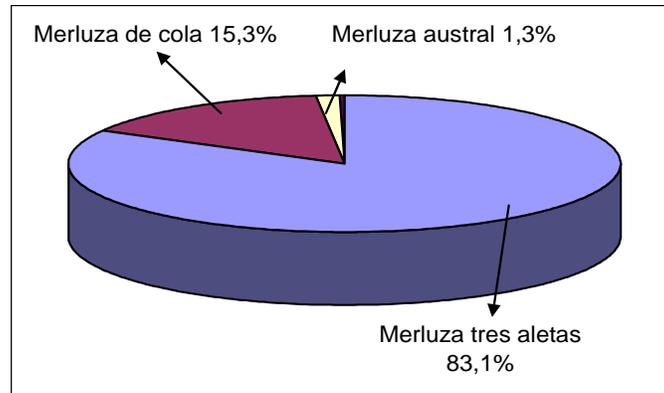


Figura 39. Proporci3n de captura obtenida en los lances de pesca de identificaci3n.

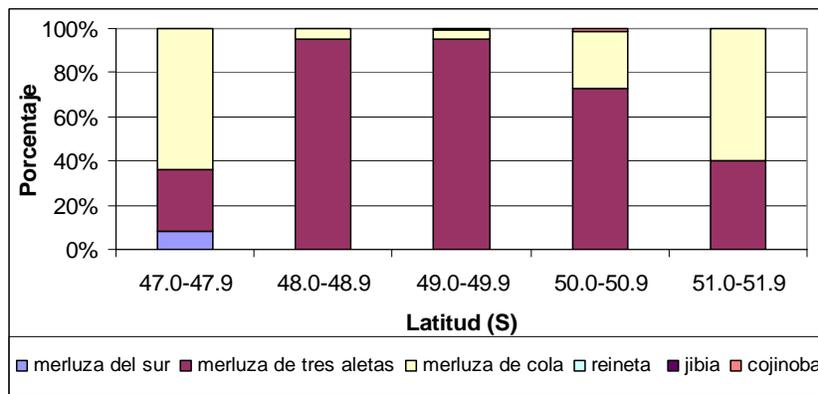


Figura 40. Distribuci3n latitudinal de la composici3n de captura obtenida en los lances de pesca de identificaci3n.

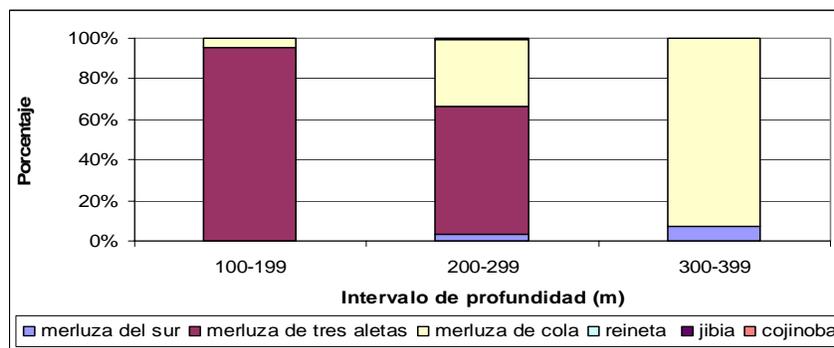


Figura 41. Distribuci3n en profundidad de la composici3n de captura obtenida en los lances de pesca de identificaci3n.

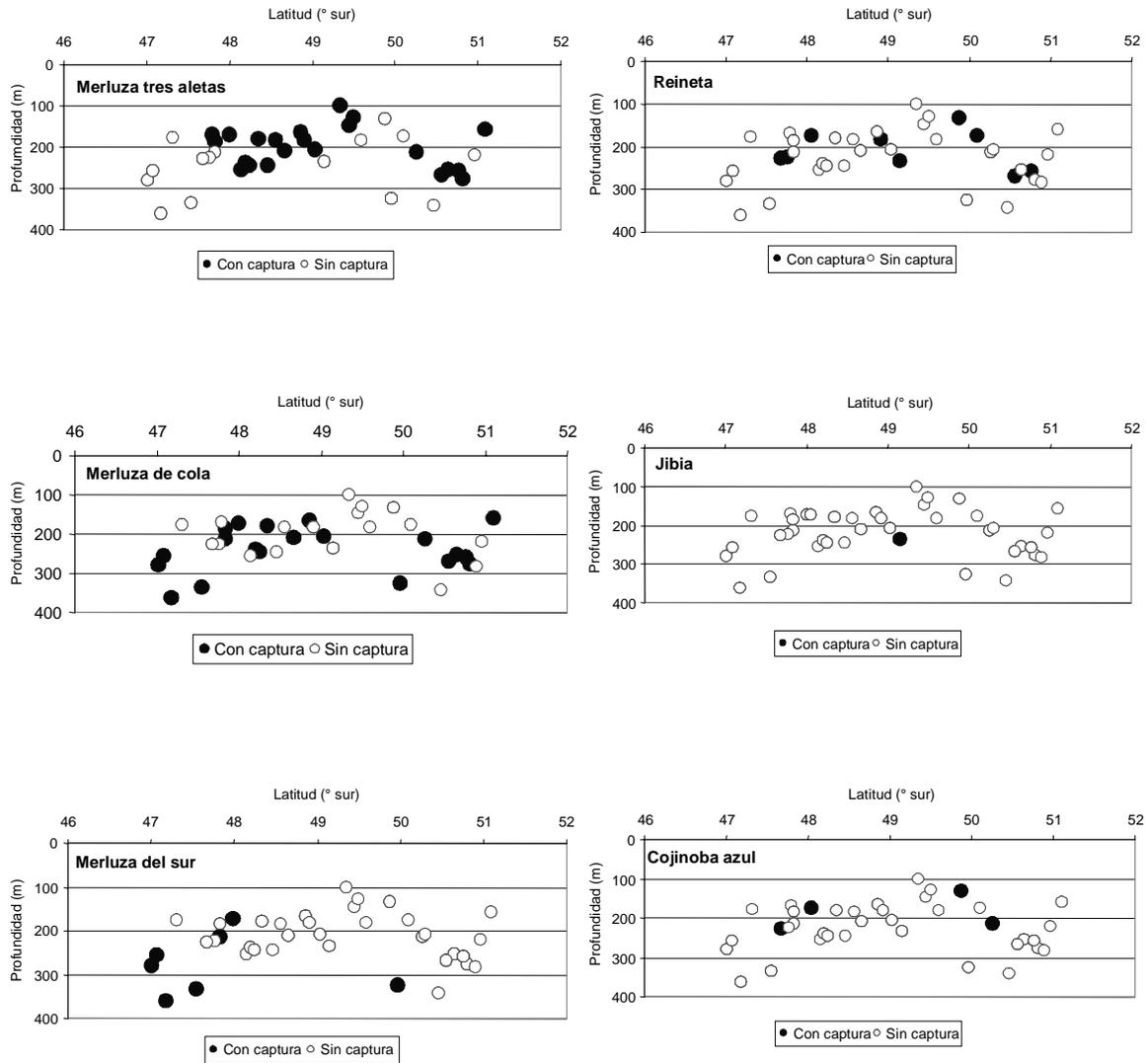


Figura 42. Distribuci3n espacial de los lances con captura y sin captura en latitud y profundidad de las principales especies capturadas en los lances de pesca de identificaci3n.

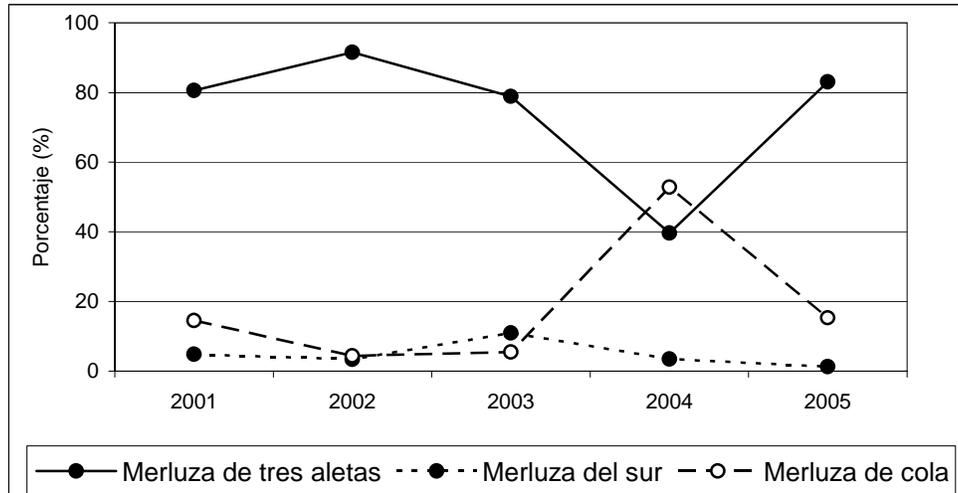


Figura 43. Proporci3n de captura de las principales especies capturadas en los cruceros de investigaci3n (2001-2005).

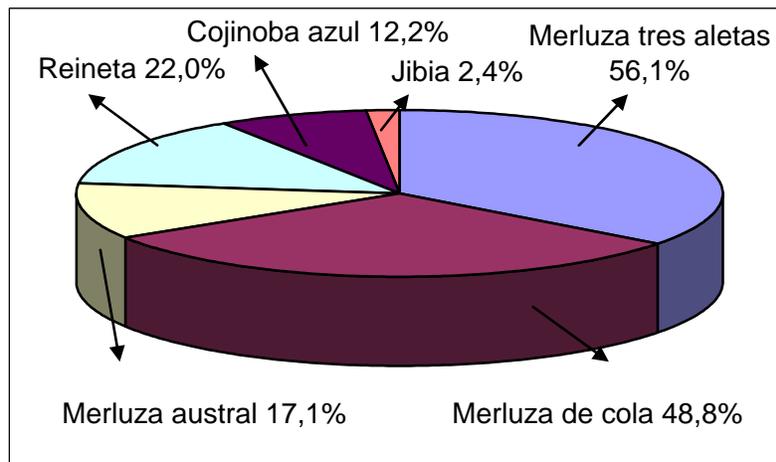


Figura 44. Frecuencia de ocurrencia de las especies capturadas en los lances de pesca de identificaci3n.

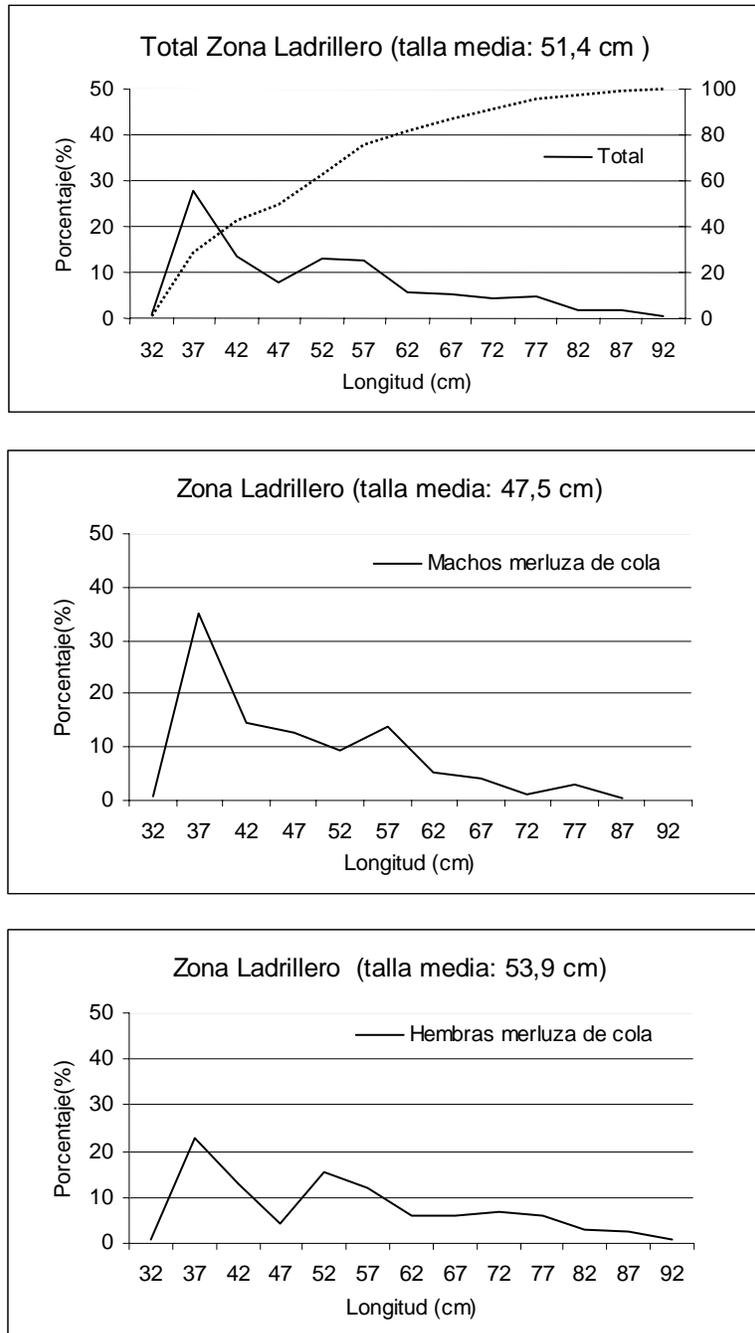


Figura 45. Distribuci3n de tallas de merluza de cola total y por sexo para la zona Ladrillero.

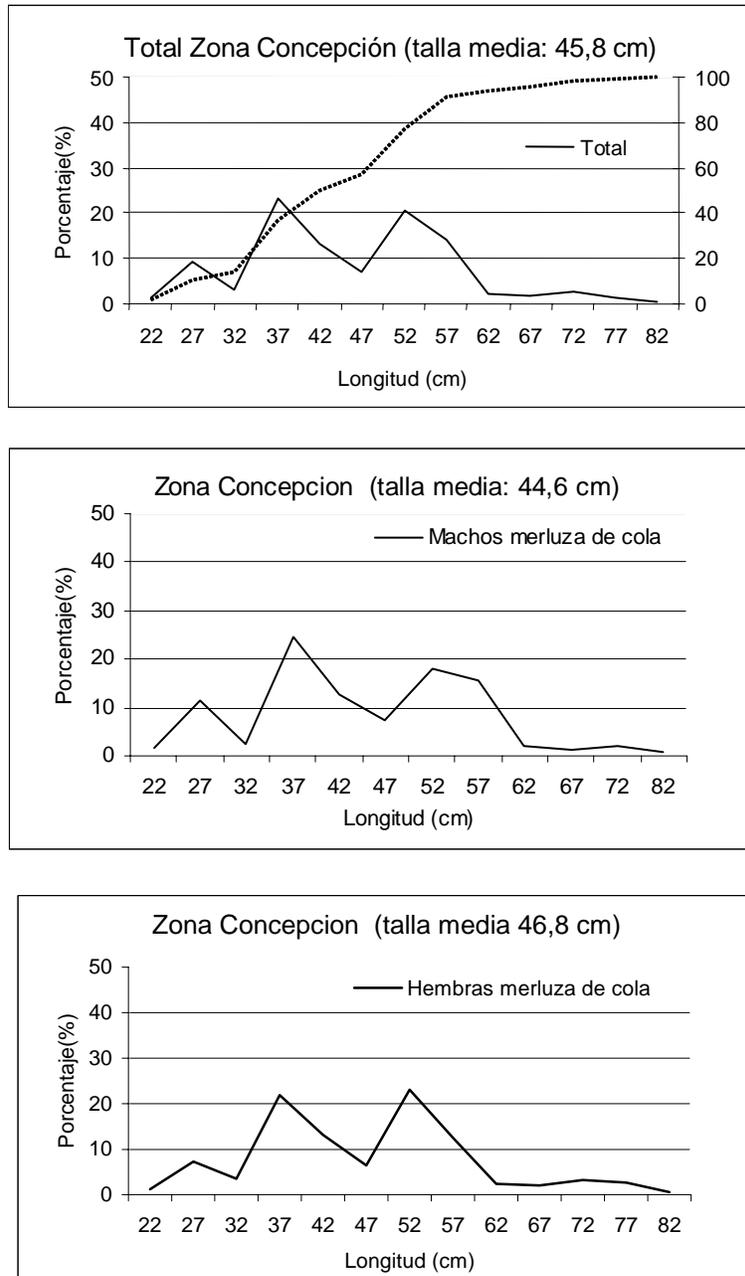


Figura 46. Distribuci3n de tallas de merluza de cola total y por sexo para la zona de Concepci3n.

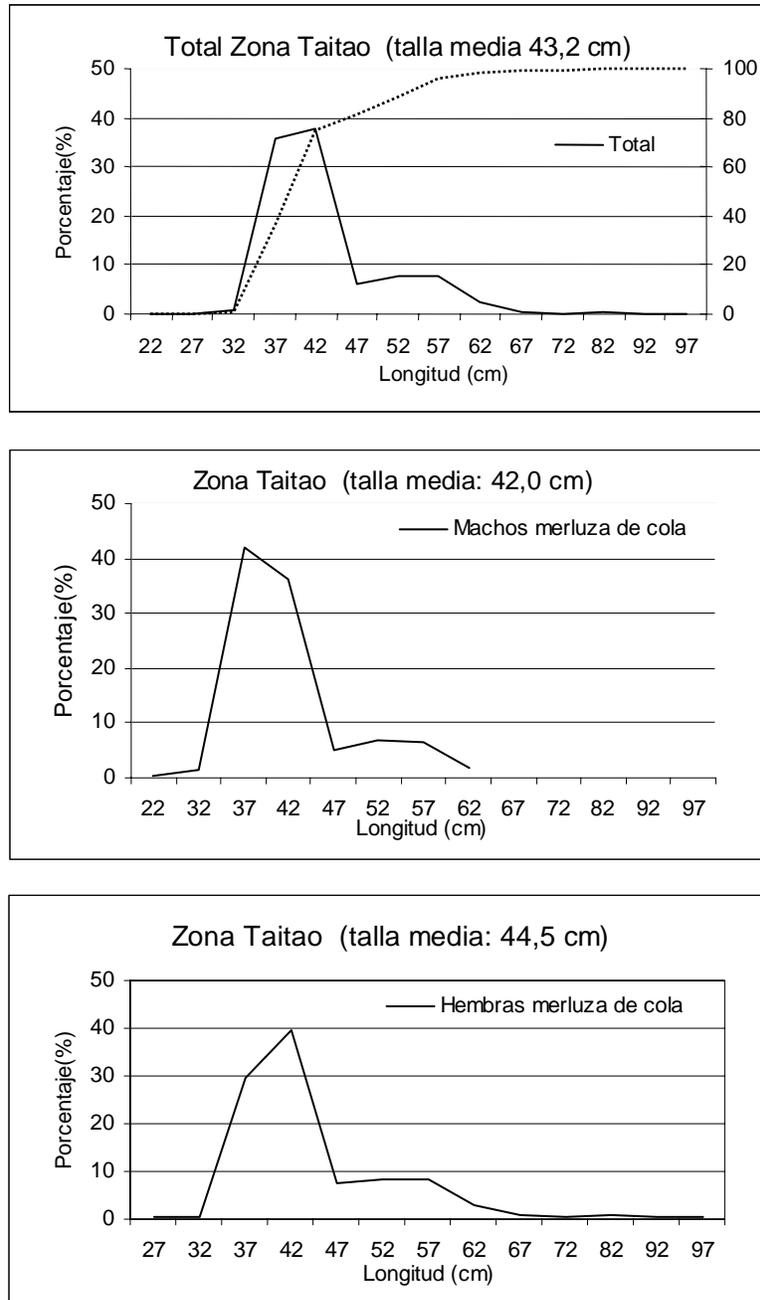


Figura 47. Distribuci3n de tallas de merluza de cola total y por sexo para la zona de Taitao.

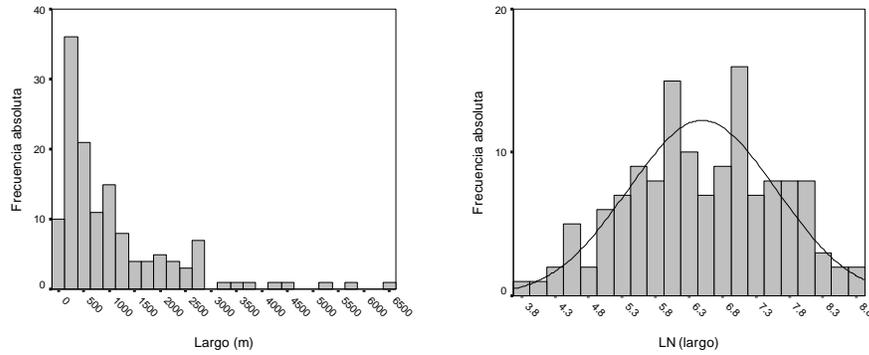


Figura 48. Distribuci3n de frecuencia y datos normalizados del descriptor largo de agregaciones.

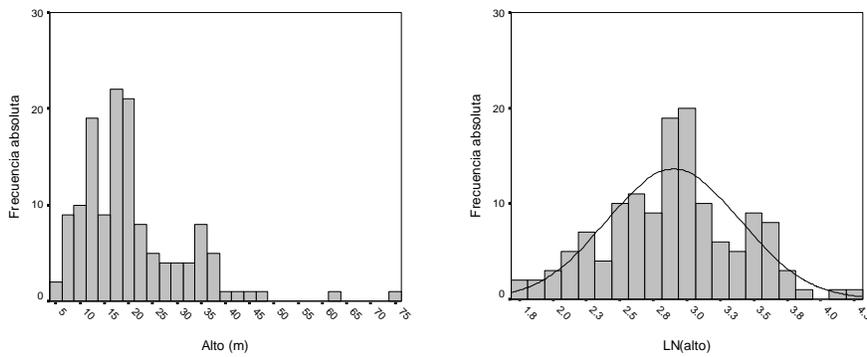


Figura 49. Distribuci3n de frecuencia y datos normalizados del descriptor alto de agregaciones.

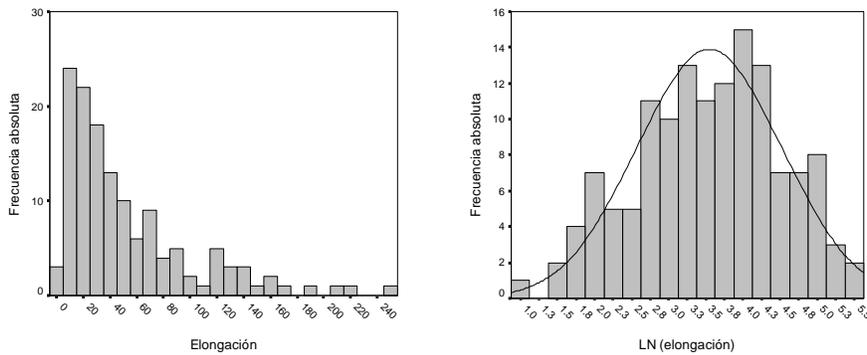


Figura 50. Distribuci3n de frecuencia y datos normalizados del descriptor elongaci3n de agregaciones.

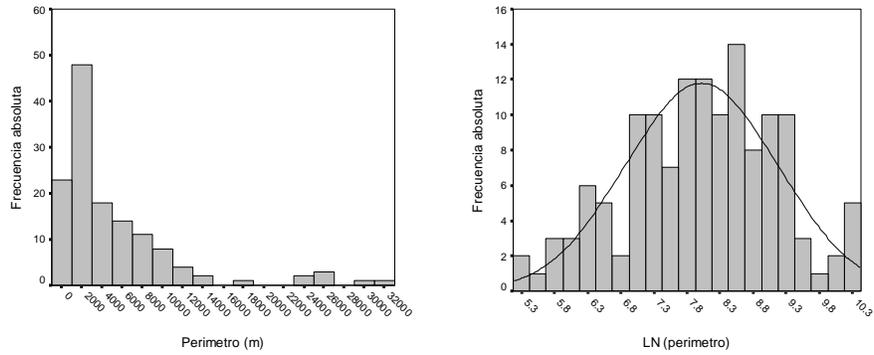


Figura 51. Distribuci3n de frecuencia y datos normalizados del descriptor perimetro de agregaciones.

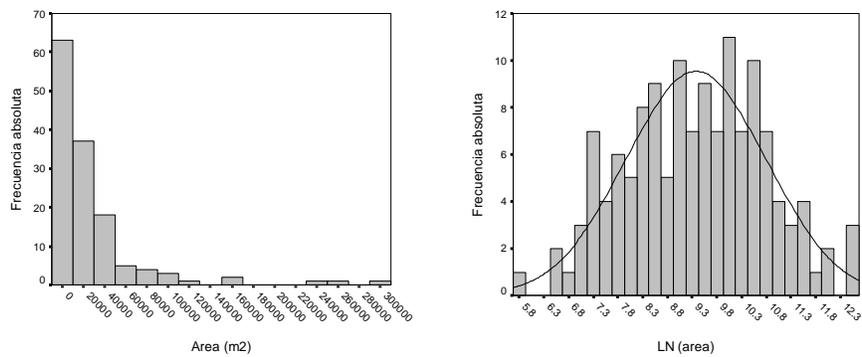


Figura 52. Distribuci3n de frecuencia y datos normalizados del descriptor 1rea de agregaciones.

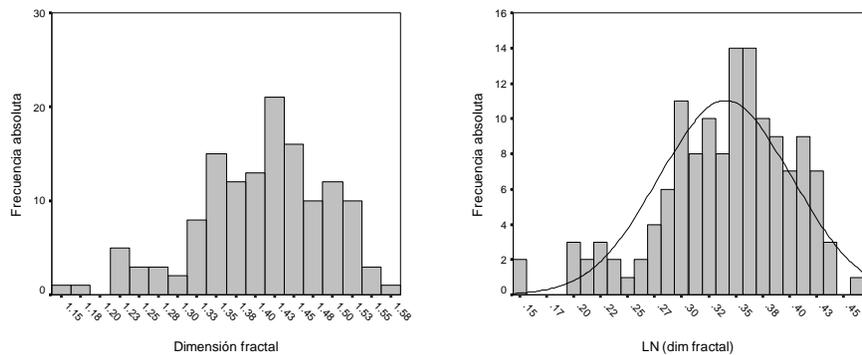


Figura 53. Distribuci3n de frecuencia y datos normalizados del descriptor dimensi3n fractal.

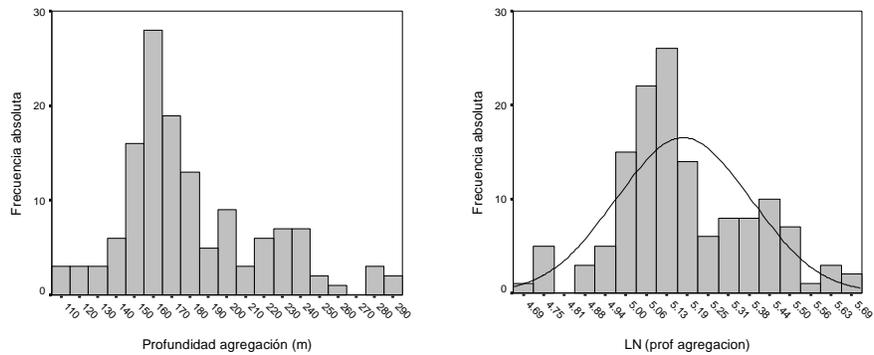


Figura 54. Distribuci3n de frecuencia y datos normalizados del descriptor profundidad de agregaciones.

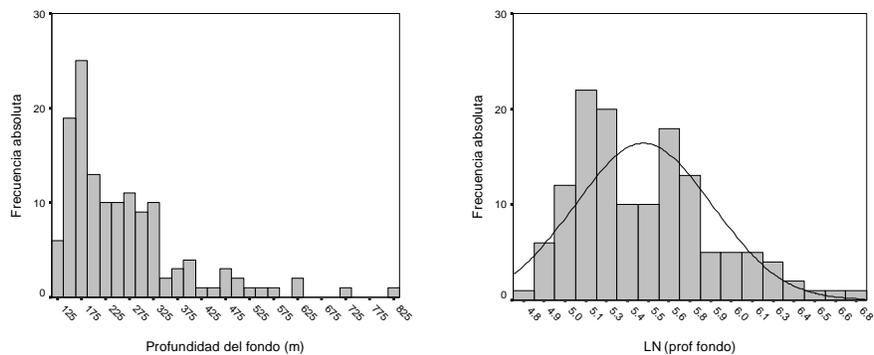


Figura 55. Distribuci3n de frecuencia y datos normalizados del descriptor profundidad del fondo.

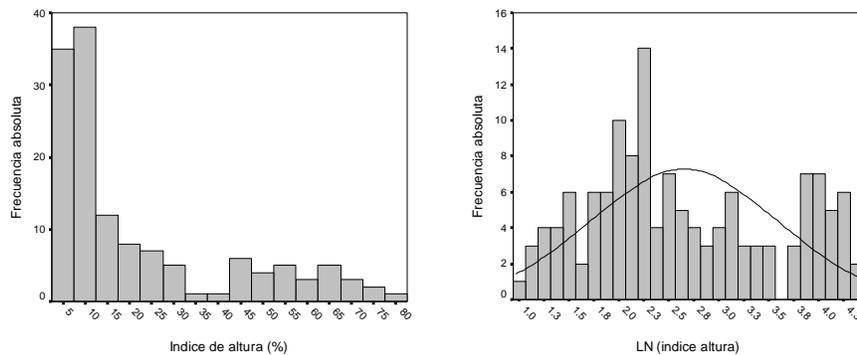


Figura 56. Distribuci3n de frecuencia y datos normalizados del descriptor 3ndice de altura.

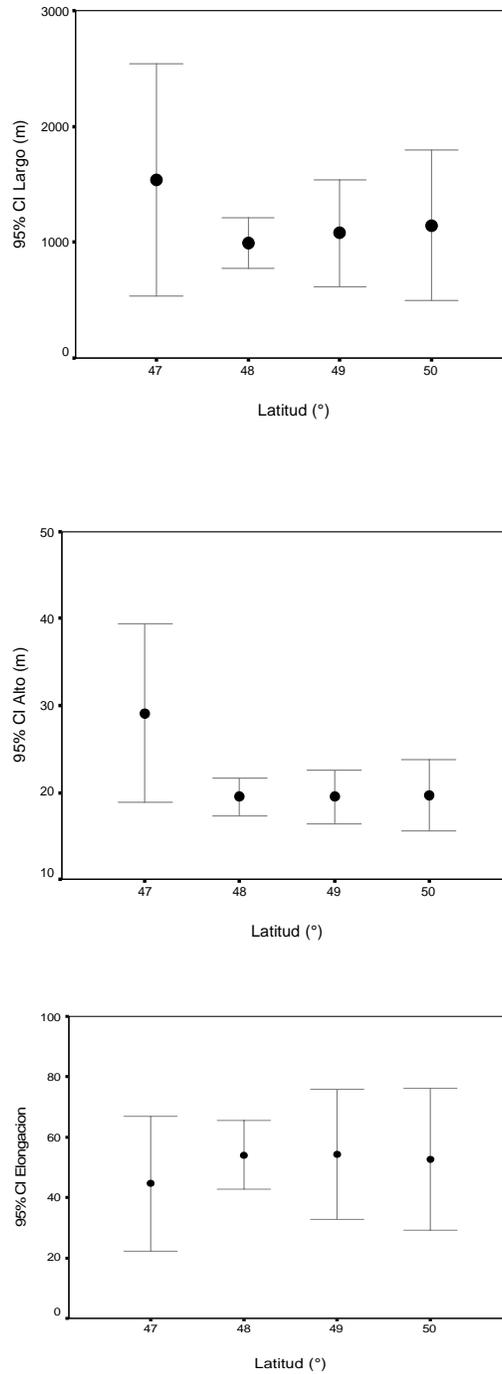


Figura 57. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n segun latitud.

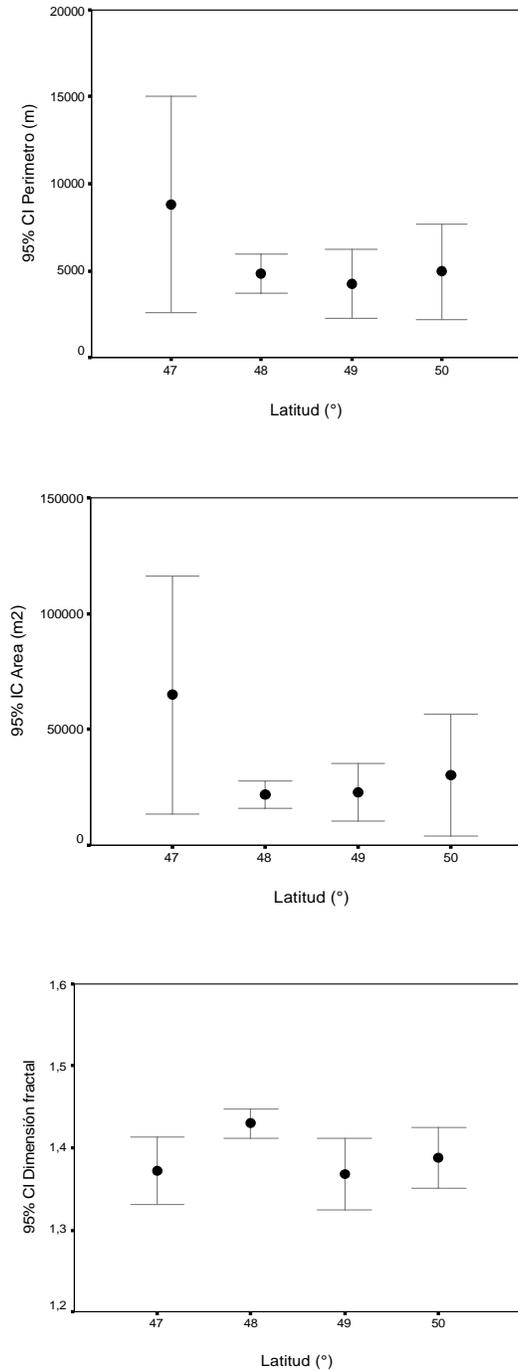


Figura 58. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n latitud.

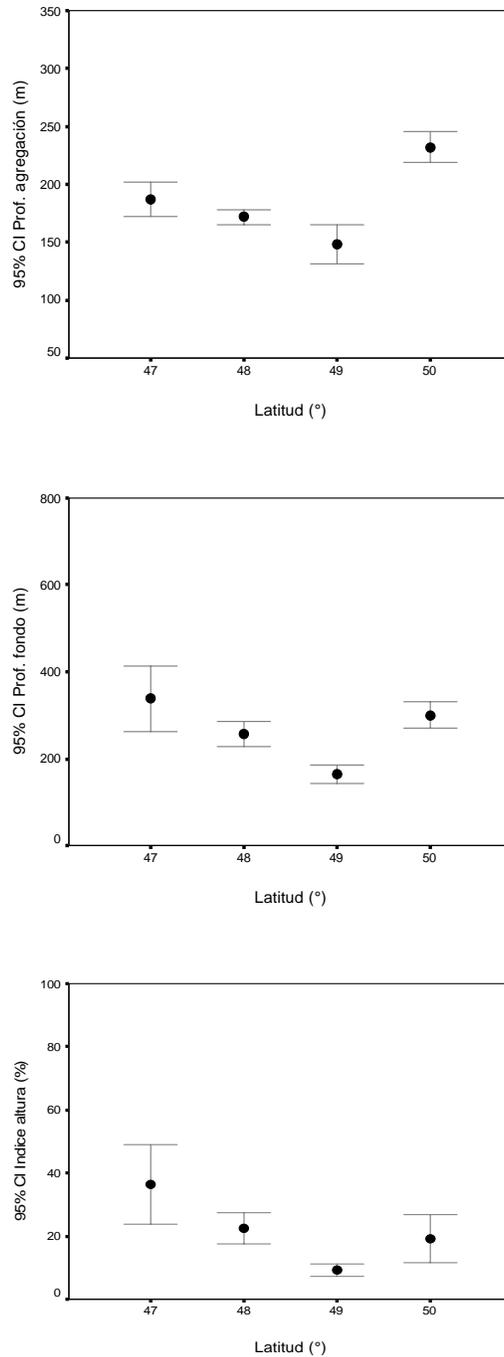


Figura 59. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim3tricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura seg3n latitud.

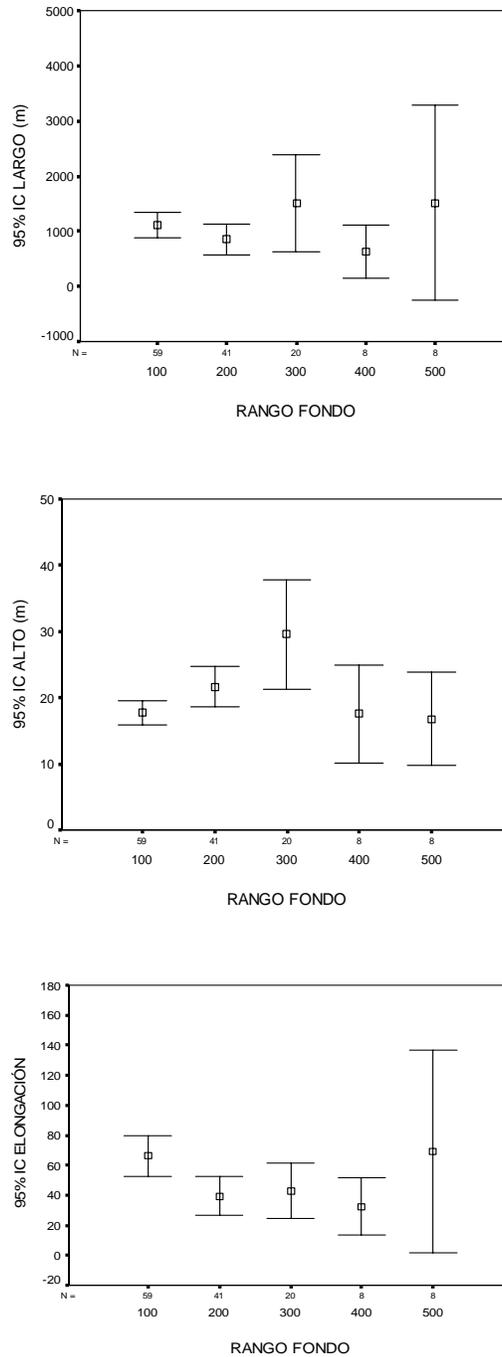


Figura 60. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n rango de fondo.

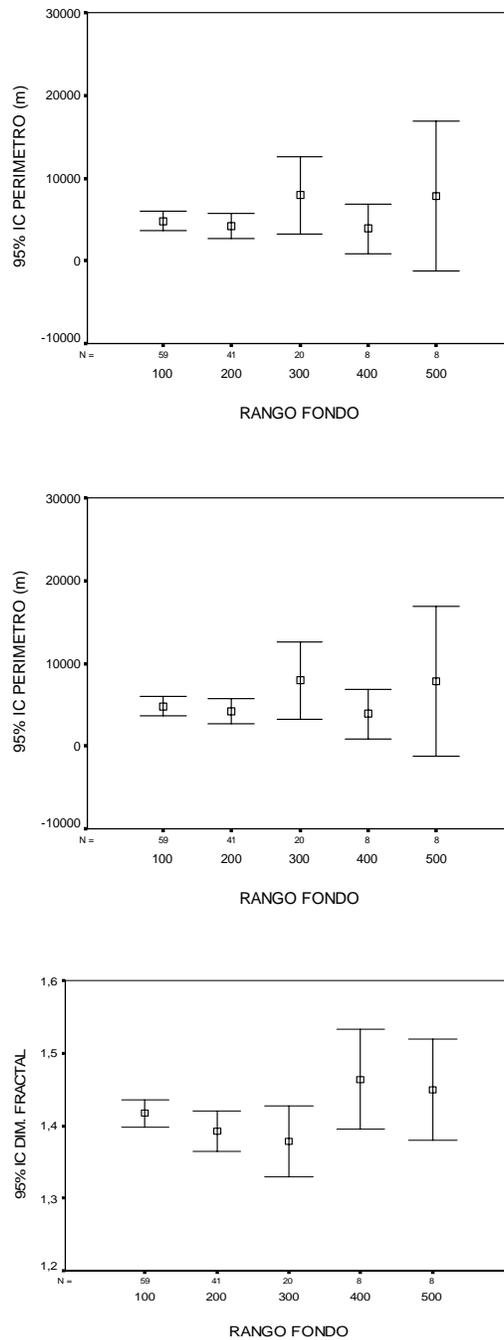


Figura 61. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos perimetro, 1rea y dimensi3n fractal seg3n rango de fondo.

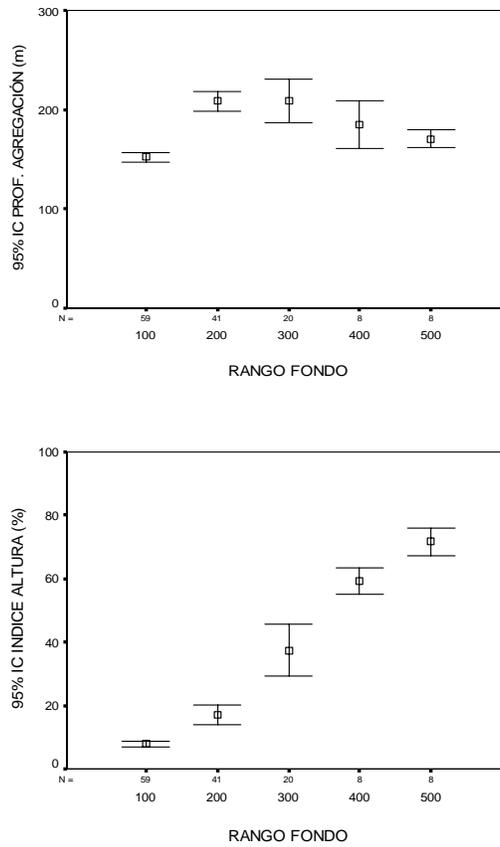


Figura 62. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim6tricos profundidad de agregaciones e 6ndice de altura seg6n rango de fondo.

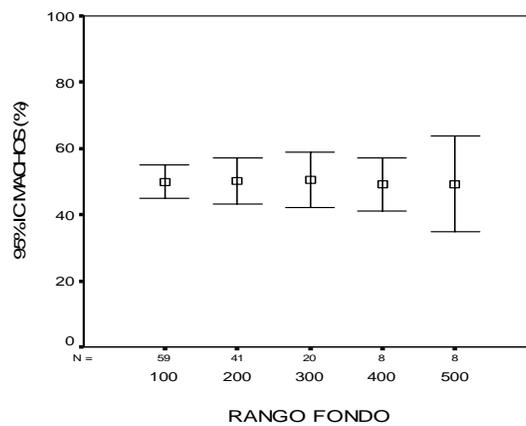


Figura 63. Valor promedio e intervalo de confianza del porcentaje de machos en las agregaciones seg6n rango de fondo.

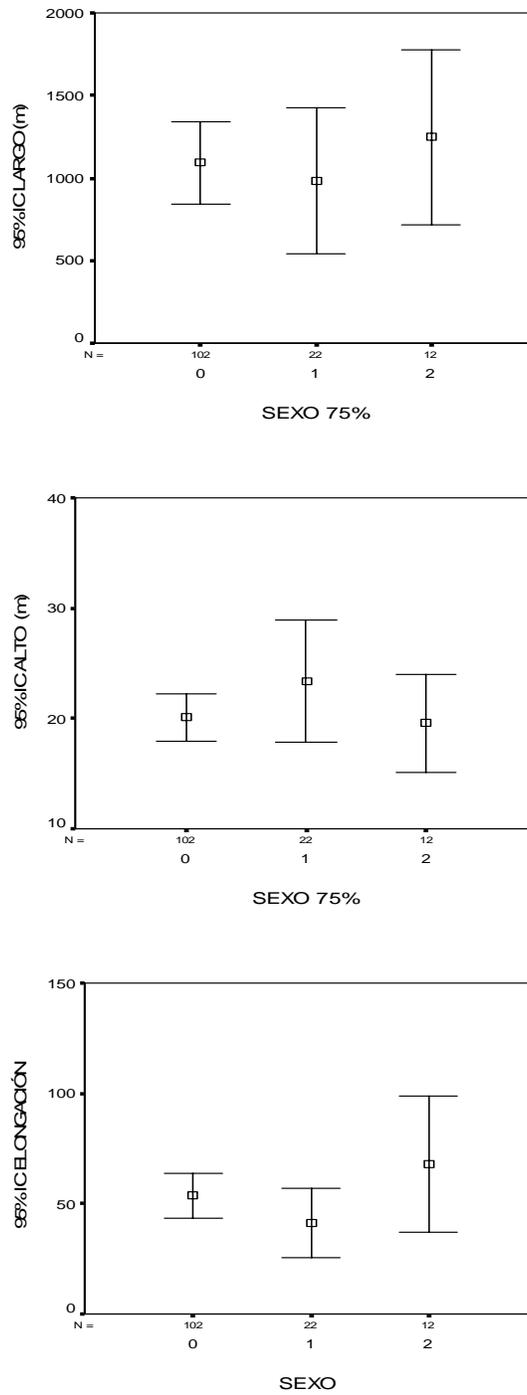


Figura 64. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n rango de sexo.

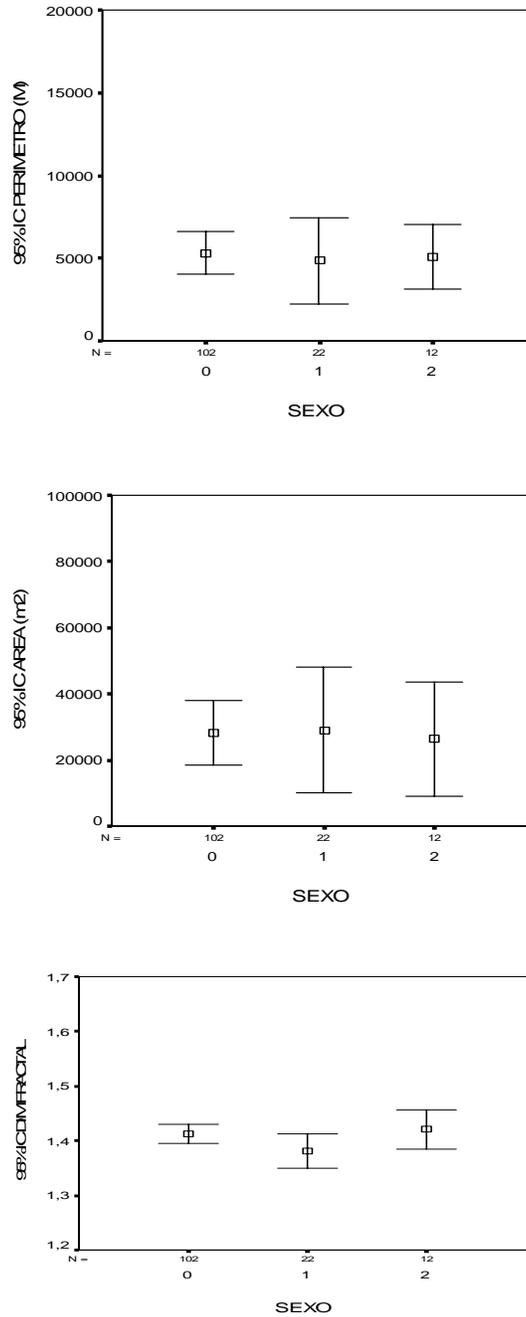


Figura 65. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos perimetro, 1rea y dimensi3n fractal seg3n rango de sexo.

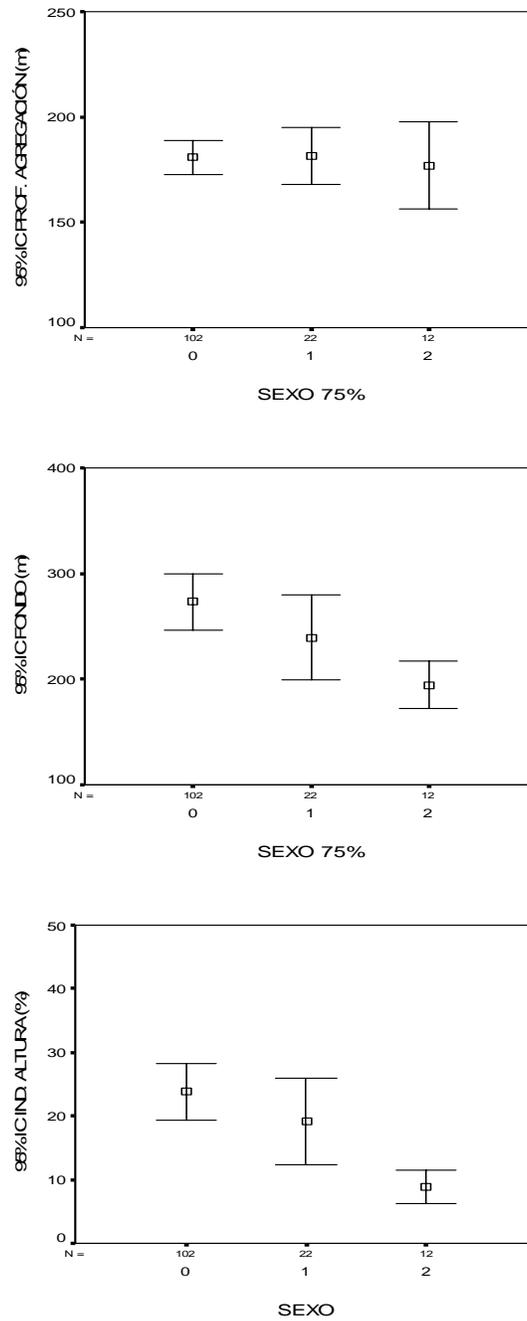


Figura 66. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batim6tricos profundidad de agregaciones, fondo e 6ndice de altura seg6n rango de sexo.

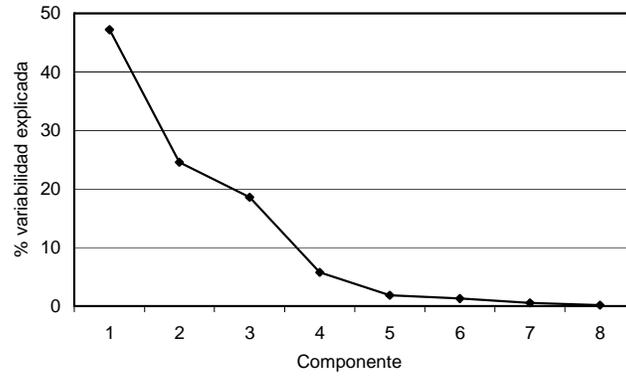


Figura 67. Porcentaje de variabilidad explicada por cada uno de los componentes.

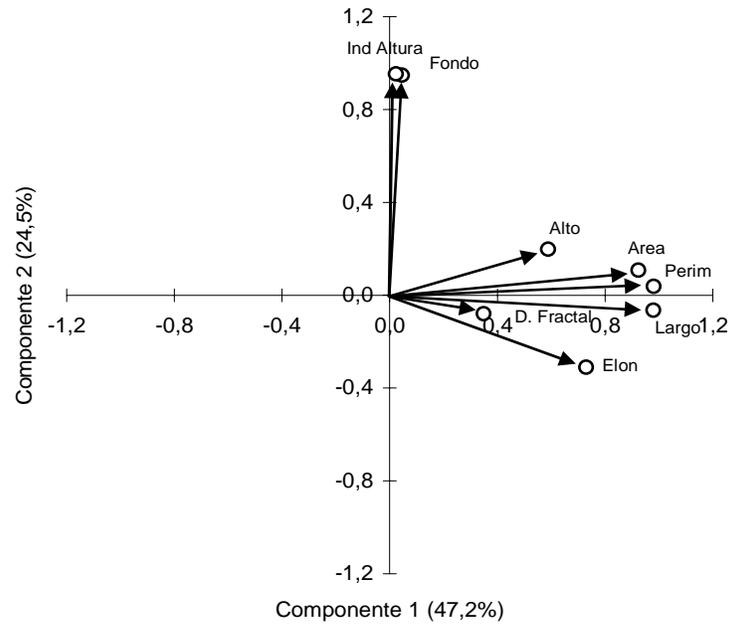


Figura 68. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes.

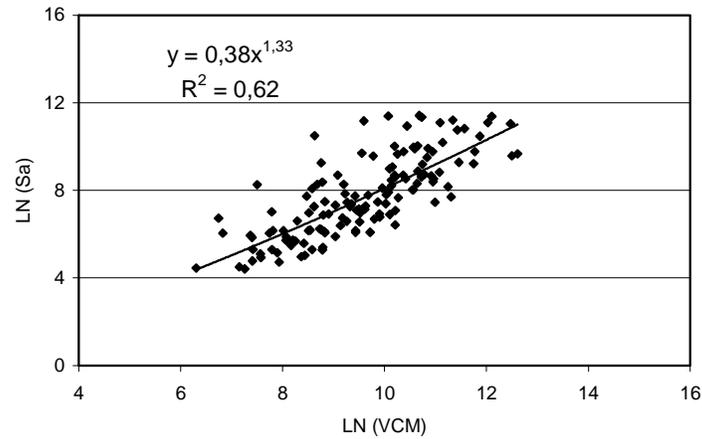


Figura 69. Relaci3n potencial entre LN(Sa) y LN del valor de componente morfom3trico (VCM)

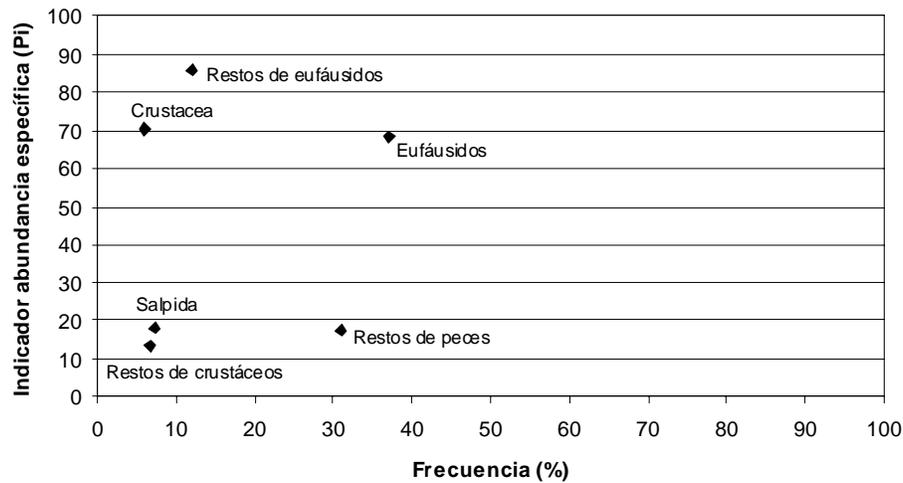


Figura 70. Distribuci3n del Indicador de abundancia especifica (P_i) *versus* el indicador de frecuencia (%) de la dieta de merluza de tres aletas. B/I A. Molina (agosto 2005).

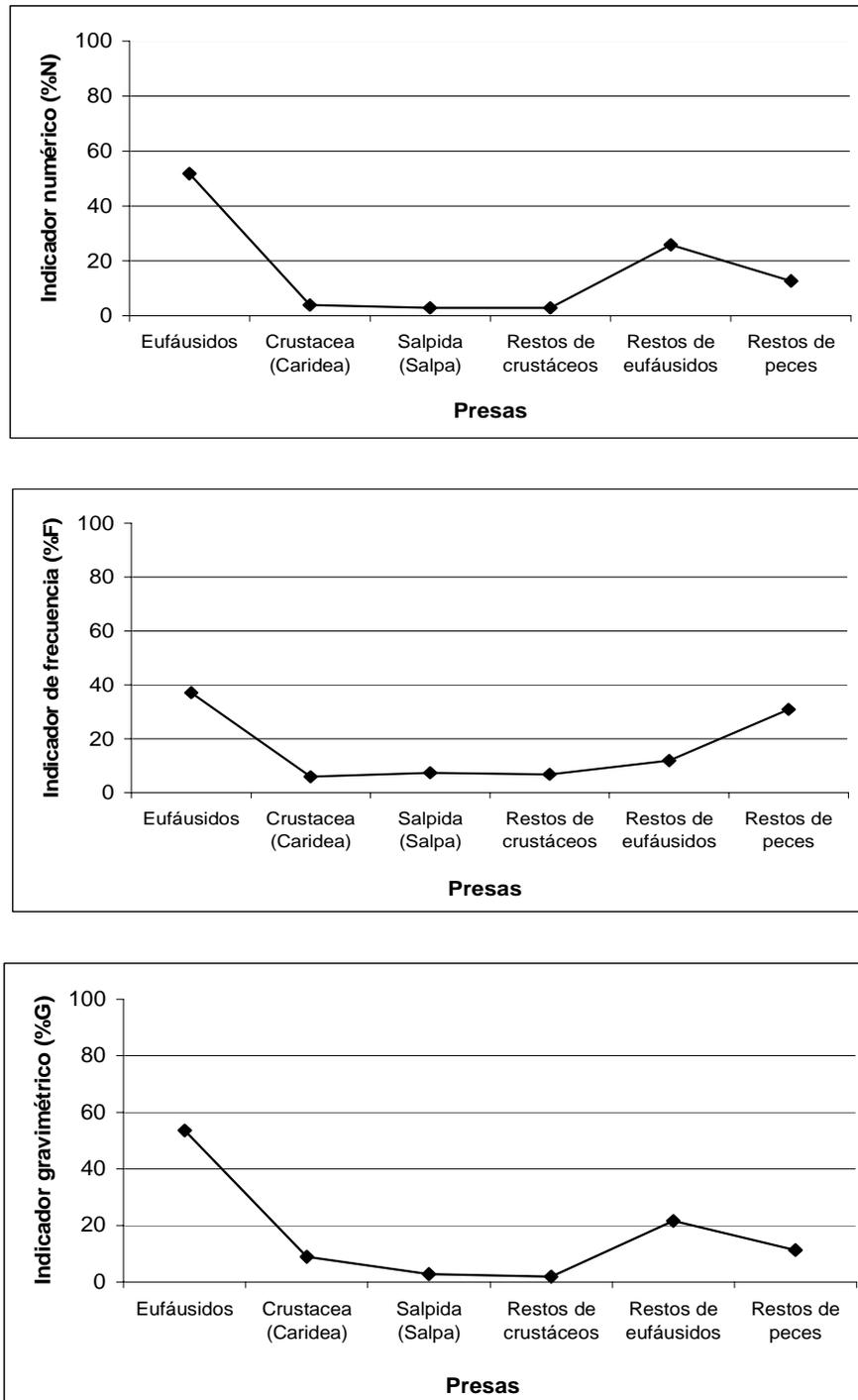


Figura 71. Distribuci3n del indicador a) numérico, b) frecuencia y c) gravimétrico de la dieta de merluza de tres aletas. B/I A. Molina (agosto 2005).

T A B L A S



Tabla 1
Rendimientos mensuales (t/h) de merluza de tres aletas. (1993-2004)
zona sur exterior (47°S-57°S)

Mes	1993	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Julio	67	13	31	50	29	28	20	19	18	14	7
Agosto	80	59	51	137	62	41	63	43	59	46	54
Septiembre	68	81	32	47	47	27	21	28	40	39	30
Octubre	33	17	26	21	19	18	21	24	20	1	23
Noviembre	28	8	29	14	8	10	8	14	-	-	-

Tabla 2
Calibraci3n del sistema de ecointegraci3n ES60. B/F UNZEN.

Ecosonda	Simrad ES 60	
Lugar	Bahía de Puerto Chacabuco	
Fecha	03-08-2005	
Profundidad esfera	15 m	
Profundidad fondo	29 m	
Frecuencia	38 KHz	
Ganancia (fábrica)	26,5 dB	
Ganancia (calibraci3n)	26,9 dB	
TS medio observado	-33,6 dB	
Ancho de banda	2425 Hz	
Intervalo de muestreo	0,192 m	
Coefficiente de absorci3n	9,75 dB/km	
Sa correcci3n	0,0 dB	
Velocidad del sonido	1500 m/s	
2-way beam angle	-20,6 dB	
	<u>Alongship</u>	<u>Athwartships</u>
Sensibilidad del ángulo	21,9	21,9
Ancho del haz	7,1 °	7,1 °
Desplazamiento del ángulo	0,0 °	0,0 °



Tabla 3

Escala macroscópica para determinar estadios de madurez sexual de machos de merluza de tres aletas.

Estadio	Denominación	Aspecto macroscópico
I	Virginal	Sexo indeterminado, gónadas pequeñas, filiformes, generalmente juveniles menores de 24 centímetros.
II	Inmaduro	Testículos pequeños rojizos sin zonas blancas (reposo).
III	En maduración	Testículos turgentes, rojizos con zonas blancas y vasos sanguíneos visibles (en preparación). A ligera presión no escurre líquido seminal.
IV	Maduro	Testículos blancos, muy firmes, al apretar escurre semen (líquido viscoso blanco) (en evacuación).
V	Evacuados	Testículos grandes, flácidos rojizos, con zonas blancas muy vascularizadas.

Tabla 4

.Escala macroscópica para determinar estadios de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas.

Estadio	Denominación	Aspecto macroscópico
I	Virginal	Sexo indeterminado, gónadas pequeñas, filiformes, generalmente juveniles menores de 24 centímetros.
II	Inmaduro	Comienzo de maduración de juveniles y reincidentes, ovario bien definido de color rosado claro, sin óvulos visibles al ojo desnudo. En ejemplares grandes es normal que el ovario en esta fase presente lúmen claramente apreciable, pero su pared es más gruesa que en la fase V (indica reposo gonádico).
III	En maduración	Gónadas de gran volumen con óvulos visibles de color amarillo pálido, pero no traslúcido, con escasa vascularización. Por lo general, el lúmen desaparece cuando los óvulos alcanzan un diámetro mayor de 500 micrones. Ovario turgente.
III A	Maduración con desove parcial reciente	Ovario muy vascularizado y con óvulos visibles a simple vista, los que en pequeña proporción presentan una gota oleosa (de color verde amarillento), que corresponde a restos de un desove anterior reciente. En este caso la gónada es más flácida que en la fase III.
IV	Desovante	Ovario turgente con óvulos visibles y transparentes de color anaranjado. Al apretarlo escurren óvulos transparentes.
V	Desovado y En regresión	Ovario vacío, distendido, lúmen amplio, muy flácido, de color rojizo de aspecto hemorrágico, sin óvulos visibles. Este ovario pasa al estado II, inmaduro.



Tabla 5
Caracterización histomorfológica de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas (Pájaro y Macchi, 2001 (modificada)).

Estadio	Clasificación	Descripción
I	Virginal e Inmaduro reincidente	Sólo ovocitos previtelogénicos basófilos
II	En Desarrollo (inicial)	Un número de ovocitos muestra vesículas de vitelo en el citoplasma (estado vesicular). Los ovocitos más grandes presentan glóbulos de vitelo entre las vesículas. Se observan también, ovocitos previtelogénicos basófilos.
III	En Desarrollo (tardío)	A medida que el crecimiento avanza, el diámetro de los ovocitos incrementa y su citoplasma se hace acidófilo, debido a la acumulación de glóbulos de vitelo. Ovocitos previtelogénicos y en estado vesicular están presentes.
IV	Hidratado y En desove	En la fase final de la maduración, ovocitos vitelados incrementan rápidamente su volumen debido a la hidratación. Durante la ovulación es posible observar folículos postovulatorios (FPO) junto a ovocitos hidratados y vitelados tardío.
V	Desove parcial	Presencia de ovocitos vitelados tardío junto a folículos postovulatorios
VI	Desovada	Esta fase indica el final del desove e involucra la degeneración y reabsorción de los ovocitos maduros residuales. Presencia de ovocitos atrésicos junto con ovocitos previtelogénicos.



Tabla 6
Posición y captura en peso (Kg) de los lances de identificación merluza de tres aletas

Lance	fecha	Posición inicio		CAPTURAS (kg)							TOTAL
		Latitud	Longitud	M cola	M sur	M 3 aletas	Palometa	Reineta	Jibia	Cojinsur	
1	14-ago-05	4701.17	7534.18	6400	1600						8000
2	14-ago-05	4705.00	7535.90	12250	750						13000
3	14-ago-05	4711.43	7535.66	1800	100					100	2000
4	14-ago-05	4719.00	7537.60								0
5	14-ago-05	4733.54	7538.77	100	100						200
6	15-ago-05	4749.71	7543.93	150	150						300
7	15-ago-05	4751.20	7543.70			33000					33000
8	15-ago-05	4741.29	7538.55					1		3	4
9	15-ago-05	4747.36	7539.92					1.5			1.5
10	15-ago-05	4748.70	7542.05			3000					3000
11	15-ago-05	4756.34	7543.26	700		6300					7000
12	16-ago-05	4759.63	7549.64	920	50	30					1000
13	16-ago-05	4803.28	7551.65					12		1	13
14	16-ago-05	4809.19	7553.89			19000					19000
15	16-ago-05	4812.83	7553.96	240		560					800
16	16-ago-05	4814.58	7554.40	500		4500					5000
17	17-ago-05	4820.97	7553.09	1700		15300					17000
18	17-ago-05	4828.30	7553.10			9000					9000
19	17-ago-05	4834.81	7554.45			1000					1000
20	17-ago-05	4840.61	7555.43	50		450					500
21	18-ago-05	4902.14	7557.44	180		20					200
22	18-ago-05	4855.75	7557.90			180		20			200
23	18-ago-05	4852.16	7556.05	200		19800					20000
24	18-ago-05	4908.84	7559.06					270	30		300
25	19-ago-05	4929.80	7551.01			50000					50000
26	19-ago-05	4936.24	7552.90								0
27	19-ago-05	4926.80	7552.35			7000					7000
28	19-ago-05	4921.17	7553.34			300					300
29	20-ago-05	4958.31	7549.64	2375	125						2500
30	20-ago-05	4952.67	7550.66				3			5	8
31	20-ago-05	5006.36	7550.50					4			4
32	20-ago-05	5018.04	7554.87								0
33	20-ago-05	5016.02	7550.99	1750		500				250	2500
34	21-ago-05	5027.62	7605.41								0
35	21-ago-05	5034.75	7605.63	10		20	40				70
36	21-ago-05	5038.70	7605.95	2800		11200					14000
37	21-ago-05	5046.60	7609.65	15		280		5			300
38	22-ago-05	5049.50	7609.90	150		1350					1500
39	22-ago-05	5053.97	7605.24								0
40	22-ago-05	5058.20	7601.70								0
41	22-ago-05	5110.70	7552.00	1500		1000					2500



Tabla 7
Posici3n y captura en n3mero de los lances de identificaci3n merluza de tres aletas

Lance	fecha	Posici3n inicio		CAPTURAS (N3 individuos)						TOTAL	
		Latitud	Longitud	M cola	M sur	M 3 aletas	Palometa	Reineta	Jibia		Cojinsur
1	14-ago-05	4701.17	7534.18	16913	576						17489
2	14-ago-05	4705.00	7535.90	62788	260						63049
3	14-ago-05	4711.43	7535.66	9549	35					111	9695
4	14-ago-05	4719.00	7537.60								0
5	14-ago-05	4733.54	7538.77	122	51						173
6	15-ago-05	4749.71	7543.93	246	48						294
7	15-ago-05	4751.20	7543.70			28901					28901
8	15-ago-05	4741.29	7538.55					1		6	7
9	15-ago-05	4747.36	7539.92					1			1
10	15-ago-05	4748.70	7542.05			3814					3814
11	15-ago-05	4756.34	7543.26	1149		5750					6899
12	16-ago-05	4759.63	7549.64	2013	16	41					2070
13	16-ago-05	4803.28	7551.65					11		2	13
14	16-ago-05	4809.19	7553.89			14501					14501
15	16-ago-05	4812.83	7553.96	570		719					1289
16	16-ago-05	4814.58	7554.40	1188		5672					6860
17	17-ago-05	4820.97	7553.09	12319		19010					31329
18	17-ago-05	4828.30	7553.10			9425					9425
19	17-ago-05	4834.81	7554.45			1378					1378
20	17-ago-05	4840.61	7555.43	128		556					684
21	18-ago-05	4902.14	7557.44	446		28					473
22	18-ago-05	4855.75	7557.90			246		18			264
23	18-ago-05	4852.16	7556.05	495		21882					22377
24	18-ago-05	4908.84	7559.06					245	20		265
25	19-ago-05	4929.80	7551.01			38940					38940
26	19-ago-05	4936.24	7552.90								0
27	19-ago-05	4926.80	7552.35			6104					6104
28	19-ago-05	4921.17	7553.34			290					290
29	20-ago-05	4958.31	7549.64	6991	60						7052
30	20-ago-05	4952.67	7550.66					3		8	11
31	20-ago-05	5006.36	7550.50					4			4
32	20-ago-05	5018.04	7554.87								0
33	20-ago-05	5016.02	7550.99	20588		863				278	21729
34	21-ago-05	5027.62	7605.41								0
35	21-ago-05	5034.75	7605.63	24		26	36				86
36	21-ago-05	5038.70	7605.95	6582		8875					15457
37	21-ago-05	5046.60	7609.65	35		1723		5			1763
38	22-ago-05	5049.50	7609.90	353		1269					1622
39	22-ago-05	5053.97	7605.24								0
40	22-ago-05	5058.20	7601.70								0
41	22-ago-05	5110.70	7552.00	5017		940					5957



Tabla 8

Estimados de Biomasa y abundancia según métodos de Hansen, Kish, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2005

Método	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N*1000)	CV
Hansen	172.522	0,160	177.403	0,074
Kish	172.522	0,155	177.403	0,061
Bootstrap	173.366	0,156	178.271	0,064
Geoest.	173.875	0,154	178.794	0,057

Tabla 9

Área, y Sa promedio y varianza estimados según métodos de Hansen, Kish, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, año 2005

Método	Area (mn ²)	Sa Prom	Var(Sa)	CV
Hansen	1.968,5	450,19	16889,4	0,289
Kish	1.968,5	450,19	10395,5	0,226
Bootstrap	1.968,5	452,39	11852,3	0,241
Geoest.	1.983,9	450,19	8716,0	0,207

Tabla 10

X² crítico y X² calculado para las tres áreas en el test de DHG

	Valores
N° categorías	37
Valor Z	1,644485
X ² crítico	52
N° total grupos	3
X ² calculado Grupo 1	47,1
X ² calculado Grupo 2	20,7
X ² calculado Grupo 2	44,6
% aprobado	100



Tabla 11

Estimados de abundancia, biomasa y sa promedios para lastres zonas y 1rea de estudio

	Abundancia	CV	Biomasa (t)	CV
Area norte	108443	0,047	105460	0,151
Area centro	58741	0,109	57124	0,177
Area sur	11370	0,105	11057	0,175
Suma Areas	178554		173641	
estimado Area unica	178796	0,057	173876	0,154

	Area (mn2)	Sa prom	Varianza Sa	CV
Area norte	200,8	2698,15	170510,0	0,153
Area centro	30,4	9654,10	19105920,0	0,453
Area sur	119,8	473,98	42289,2	0,434
estimado Area unica	1983,9	450,19	8716,0	0,207

Tabla 12

Par1metros de la relaci3n peso-longitud de merluza de tres aletas, crucero de evaluaci3n agosto del 2005

Sexo	Par1metros	Zona sur
Machos	a	0,0011994 (0,0007610 - 0,0016378)
	b	3,4204887 (3,3288646 - 3,5121127)
	N	672
	r^2	0,9286
Hembras	a	0,0013210 (0,0008108 - 0,0018311)
	b	3,3979859 (3,3023397 - 3,4936320)
	N	784
	r^2	0,9048
Ambos	a	0,0012253 (0,00090678 - 0,0015439)
	b	3,4160703 (3,3514040 - 3,4807365)
	N	1456
	r^2	0,9206



Tabla13
Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, crucero agosto 2005

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20+
10 - 11																					
12 - 13																					
14 - 15																					
16 - 17																					
18 - 19																					
20 - 21																					
22 - 23																					
24 - 25																					
26 - 27																					
28 - 29	11006	11006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30 - 31	410877	205438	205438	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32 - 33	58763	29382	29382	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34 - 35	6623	6623	6623	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36 - 37	77045	77045	77045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38 - 39	665704	166426	166426	499278	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40 - 41	1354448			1185142	0	0	169306	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42 - 43	3555180			507883	1354354	677177	1015766	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44 - 45	4962608				661681	496261	2812144	330841	330841	165420	165420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46 - 47	8494842				1213549	1386913	3293918	693457	1386913	173364	173364	0	173364	0	0	0	0	0	0	0	0
48 - 49	8429456				330567	1156984	2809819	1156984	1156984	495850	495850	165283	495850	165283	330567	165283	0	0	0	0	0
50 - 51	5609284					193424	773694	1160542	386847	580271	386847	773694	580271	580271	580271	193424	0	0	0	0	0
52 - 53	6480753						555493	185164	370329	555493	370329	555493	370329	555493	185164	1110986	1296151	185164	0	0	0
54 - 55	16263911							213999	213999	1069994	1711991	1711991	1069994	1069994	1069994	2781985	1497992	1069994	855995	1925989	0
56 - 57	24339202									234031	234031	936123	2340308	3744493	2340308	5148677	4680616	1638216	1872246	1170154	0
58 - 59	10893971									184644	553931	738574	369287	2031079	2769654	1292505	1661792	738574	184644	369287	0
60 - 61	1167431														466972	233486	233486	0	0	0	0
62 - 63	493985															493985	0	0	0	0	0
64 - 65																					
66 - 67																					
68 - 69																					
70 - 71																					
72 - 73																					
74 - 75																					
76 - 77																					
78 - 79																					
80 - 81																					
82 - 83																					
84 - 85																					
86 - 87																					
TOTAL	93275090	0	245826	484914	2192303	3560151	3910759	11430141	3740986	3845913	3459067	3994682	5211726	4883672	8867390	7923198	11440212	8025564	3680270	2912885	3465431
PORCENTAJE	0,00	0,26	0,52	2,35	3,82	4,19	12,25	4,01	4,12	3,71	4,28	5,59	5,24	9,51	8,49	12,27	8,60	3,95	3,12	3,72	
TALLA PROM. (cm)	0,00	30,65	34,37	40,51	44,79	46,34	46,62	48,94	48,35	52,12	53,94	54,05	54,72	55,52	56,44	56,03	56,45	56,57	56,04	55,60	
VARIANZA	0,00	0,63	13,13	1,84	4,29	5,23	6,74	6,06	6,74	11,92	14,57	9,01	8,62	7,19	6,46	5,50	1,94	2,98	1,22	1,84	

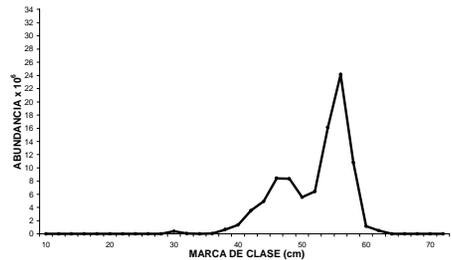
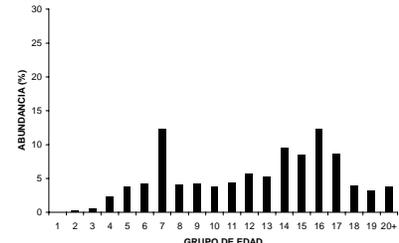




Tabla14
Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, crucero agosto 2005

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20+
10 - 11																					
12 - 13																					
14 - 15																					
16 - 17																					
18 - 19																					
20 - 21																					
22 - 23																					
24 - 25																					
26 - 27	1796	1796																			
28 - 29	32840	32840																			
30 - 31	90994	45497	45497																		
32 - 33	27367	27367																			
34 - 35	48747		48747																		
36 - 37	4447		4447																		
38 - 39	40708		40708																		
40 - 41	360212			360212																	
42 - 43	598899			399266	199633																
44 - 45	2060613			158509	792544	475526	475526	158509													
46 - 47	3093528				162817	976904	1302538	651269													
48 - 49	5495368				515191	858651	2404224	1030382	515191	171730											
50 - 51	7905760					359353	1976440	1976440	2156116	718705	179676	179676	359353								
52 - 53	7084251					196785	787139	983924	1377493	983924											
54 - 55	5162694						344180	344180	1376718												
56 - 57	13480234								179736	359473	1078419	1977101	1078419	2336574	718946	2336574	1437892	172090	172090	179736	1078419
58 - 59	21058023									569136	2086831	1078419	1078419	2845679	1897119	3414815	3414815	2655967	948560	1517695	1517695
60 - 61	14013283									179657		1257602	1257602	1616917	1257602	3593149	1796575	1257602	538972	2515205	2515205
62 - 63	4189386										174558				523673	698231	523673	523673	349116	1396462	1396462
64 - 65	771394															385697					
66 - 67																					
68 - 69																					
70 - 71																					
72 - 73																					
74 - 75																					
76 - 77																					
78 - 79																					
80 - 81																					
82 - 83																					
84 - 85																					
86 - 87	0																				
TOTAL	85520543	0	107499	139398	917987	1470552	3066852	7290046	5144703	5605255	2062102	2687301	6115144	4395194	8289841	4938305	11321482	7558651	5328278	2188474	6893478
PORCENTAJE		0,00	0,13	0,16	1,07	1,72	3,59	8,52	6,02	6,55	2,41	3,14	7,15	5,14	9,69	5,77	13,24	8,84	6,23	2,56	8,06
TALLA PROM. (cm)		0,0	30,3	34,4	42,1	46,1	47,3	49,1	50,1	52,0	52,5	56,2	56,2	58,1	57,2	58,6	58,4	59,2	59,0	59,2	60,1
VARIANZA		0,00	2,48	10,02	2,07	3,41	6,26	5,86	5,58	4,24	4,18	6,92	6,81	5,21	7,19	5,83	5,92	4,20	3,36	4,70	4,90

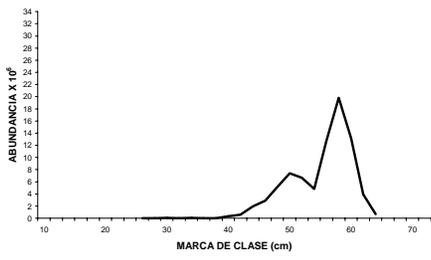
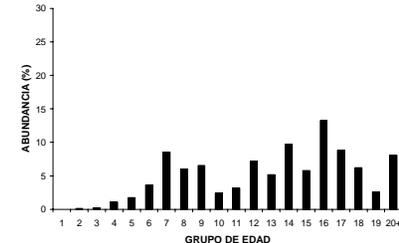




Tabla 15

Parámetros del variograma para merluza de tres aletas, agosto 2005)

Período	Pepita	Sill	Rango	% Nugget	% Estructura
Agosto 2005	10.000	11.980.000	0,03	8,0	92,0

Tabla 16

Estadística básica de la talla de merluza de tres aletas por área y rango de profundidad (promedio relinga superior). B/F Unzen (agosto, 2005).

		Talla					< 35 cm %	Prop. Sexual		
		Min. (cm)	Max. (cm)	Prom. (cm)	Desv. Est (cm)	Numero Individuos		Machos %	Hembras %	
Total Area	Macho	29	63	52,5	2,2	1850	0,5	52,2	47,8	
	Hembra	27	65	55,6	2,5	2067	0,2			
	Total	29	65	54,0	1,9	3917	0,3			
Area 2 G. Penas-Ladrillero 47°30' - 48°59' L.S.	Macho	30	63	51,9	6,4	1259	0,1	57,0	43,0	
	Hembra	38	65	55,1	6,4	1163	0,0			
	Total	30	65	53,3	6,5	2422	0,1			
Area 3 Trinidad-Concepción 49° - 51° L.S.	Macho	29	63	53,5	8,4	591	1,1	44,7	55,3	
	Hembra	27	65	56,4	8,8	904	0,5			
	Total	27	65	55,1	8,7	1495	0,7			
Por rango de profundidad promedio de red (m)	100-199 m	Macho	30	63	52,2	6,3	1003	0,1	55,5	44,5
		Hembra	40	65	55,3	6,1	949	0,0		
		Total	30	65	53,5	6,3	1952	0,1		
	200-299 m	Macho	29	63	52,9	7,8	801	0,9	48,1	51,9
		Hembra	27	65	56,0	8,4	1040	0,4		
		Total	27	65	54,6	8,2	1841	0,5		
	300-399 m	Macho	30	60	50,2	10,0	46	13,0	37,1	62,9
		Hembra	31	64	55,7	7,9	78	2,6		
		Total	30	64	53,7	9,6	124	6,5		

Tabla 17

Pesos promedios de merluza de tres aletas en el crucero de evaluación 2005.

	Peso medio (gr)	error estandar	% participación
Total	1054	21,79	
machos	956	23,02	52,2
hembras	1160	29,02	47,8



Tabla 18

Proporci3n de estadios de madurez sexual ponderado a la captura del lance en merluza de tres aletas para el per3odo de estudio.

Sexo Análisis	Estadios de madurez sexual					
	I	II	III	IV	V	
Machos macrosc3pico	0,0	0,4	3,8	94,0	1,8	
Hembras macrosc3pico	0,0	0,5	54,8	0,1	32,8	11,8
Hembras microsc3pico	0,1	0,0	23,1	38,6	37,9	0,2



Tabla 19

Registro de proporci3n de hembras maduras por tama1o del total analizadas en el crucero de 2005 y los cruceros 2001 al 2005, para el ajuste de la ojiva de madurez.

Tama1o	Crucero 2005		Crucero 2001 al 2005	
	Proporci3n	Total	Proporci3n	Total
22			0,0	2
23			0,0	1
24			0,0	1
25			0,0	1
26				
27				
28				
29	0,0	3	0,0	7
30	0,0	4	0,0	8
31	0,0	8	0,07	15
32	0,0	9	0,0	11
33	0,0	2	0,0	9
34		0	0,29	7
35	0,5	2	0,30	10
36	0,0	1	0,67	9
37	0,0	1	0,54	13
38	1	1	0,70	20
39	0,0	1	0,78	23
40	0,0	1	0,79	33
41	1	3	0,89	38
42	1	2	0,83	36
43	1	8	0,88	34
44	1	10	0,93	46
45	1	14	0,96	50
46	1	25	0,95	63
47	1	31	0,98	62
48	1	30	0,97	67
49	1	38	1	73
50	1	30	0,98	87
51	1	51	0,99	101
52	1	37	0,97	100
53	1	25	1	92
54	1	25	1	106
55	1	29	1	167
56	1	25	0,99	172
57	1	44	1	216
58	1	42	1	199
59	1	61	1	185
60	1	57	1	136
61	1	25	1	64
62	1	15	1	31
63	1	6	1	7
64	1	3	1	7
65	1	1	1	1



Tabla 20

Proporci3n de captura (%) y Frecuencia de ocurrencia obtenida en los lances de pesca de identificaci3n.

Especie	Captura total		Captura fauna Acompañante (%)	Frecuencia de ocurrencia (%)
	(Kg)	(%)		
Merluza tres aletas	183.790	83,1	-	56,1
Merluza de cola	33.790	15,3	90,3	48,8
Merluza del sur	2.875	1,3	7,7	17,1
Reineta	357	0,2	1,0	22,0
Cojinoba azul	359	0,2	1,0	12,2
Jibia	30	0,01	0,1	2,4
Total	221.201	100	100	

Tabla 21

Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfol3gicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas

Variable	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	N obs
Largo (m)	1088,1	6468,5	41,0	1185,0	136
Alto (m)	20,6	73,8	5,9	10,9	136
Elongaci3n	52,9	245,3	2,5	49,0	136
Perímetro (m)	5213,6	31339,1	172,5	6189,1	136
Area (m ²)	28225,8	292105,8	321,1	46650,0	136
Dim. Fractal	1,41	1,58	1,16	0,08	136
Prof. Card (m)	180,6	294,9	109,5	38,4	136
Prof. Fondo (m)	260,9	817,0	119,4	125,8	136
Indice altura	21,8	81,2	2,7	20,9	136

Tabla 22

Valores promedio, y desviaci3n estándar de los descriptores morfol3gicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2003-2005.

Variable	2003		2004		2005	
	Prom	 D.S.	Prom	 D.S.	Prom	 D.S.
Largo (m)	1.776	1.945	1.742	1.390	1.088	1.185
Alto (m)	31	13	23	10	21	11
Elongaci3n	56	57	80	68	53	49
Perímetro (m)	7.722	9.627	9.530	7.063	5.214	6.189
Area (m ²)	65.831	91.378	42.787	40.310	28.226	46.650
Dimensi3n Fractal	1,36	0,11	1,46	0,07	1,41	0,08
Prof. Card. (m)	253	85	208	42	181	38
Prof. Fondo. (m)	414	212	448	247	261	126
Indice Altura (%)	30	22	44	20	22	21
N observaciones	107		46		136	



Tabla 23

Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, según latitud.

Variable	Lat	N	Prom	D.S.	C.V
Largo	47	15	1.539,4	1.809,0	1,18
	48	80	989,6	977,2	0,99
	49	18	1.078,9	930,8	0,86
	50	23	1.143,6	1.502,8	1,31
Alto	47	15	29,1	18,6	0,64
	48	80	19,5	9,7	0,50
	49	18	19,5	6,3	0,32
	50	23	19,7	9,4	0,48
Elongación	47	15	44,7	40,4	0,90
	48	80	54,1	50,7	0,94
	49	18	54,2	43,4	0,80
	50	23	52,8	54,4	1,03
Perímetro	47	15	8.819,9	11.218,4	1,27
	48	80	4.837,7	5.060,3	1,05
	49	18	4.233,7	3.991,7	0,94
	50	23	4.935,7	6.360,2	1,29
Área	47	15	65.024,6	92.842,3	1,43
	48	80	21.874,5	26.847,7	1,23
	49	18	22.969,9	25.113,5	1,09
	50	23	30.431,3	60.790,7	2,00
Dim. Fractal	47	15	1,37	0,07	0,05
	48	80	1,43	0,08	0,06
	49	18	1,37	0,09	0,06
	50	23	1,39	0,09	0,06
Prof. Agregacion	47	15	187,2	26,5	0,14
	48	80	171,9	27,8	0,16
	49	18	148,2	34,3	0,23
	50	23	232,1	31,5	0,14
Fondo	47	15	338,1	136,7	0,40
	48	80	257,0	135,1	0,53
	49	18	164,1	43,3	0,26
	50	23	299,5	70,1	0,23
Ind. Altura	47	15	36,4	22,9	0,63
	48	80	22,6	22,1	0,98
	49	18	9,1	4,0	0,44
	50	23	19,3	17,4	0,90



Tabla 24

Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparaci3n de valores medios de los descriptores por latitud (datos normalizados).

Variable		Suma cuadrática	G.L.	media	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	0,8	3	0,26	0,21	0,888
	Intra-grupos	164,2	132	1,24		
	Total	165,0	135			
Alto	Inter-grupos	1,6	3	0,55	2,27	0,083
	Intra-grupos	31,7	132	0,24		
	Total	33,4	135			
Elongaci3n	Inter-grupos	0,4	3	0,14	0,14	0,936
	Intra-grupos	127,8	132	0,97		
	Total	128,3	135			
perímetro	Inter-grupos	1,1	3	0,36	0,27	0,847
	Intra-grupos	176,9	132	1,34		
	Total	178,0	135			
Área	Inter-grupos	4,4	3	1,47	0,73	0,539
	Intra-grupos	267,3	132	2,03		
	Total	271,8	135			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,0	3	0,02	4,72	0,004
	Intra-grupos	0,5	132	0,00		
	Total	0,5	135			
Fondo	Inter-grupos	5,0	3	1,68	12,40	0,000
	Intra-grupos	17,9	132	0,14		
	Total	22,9	135			
Ind. Altura	Inter-grupos	11,6	3	3,87	4,86	0,003
	Intra-grupos	105,2	132	0,80		
	Total	116,9	135			



Tabla 25
Valores promedio, Desv. Estándar y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas según rango de fondo

Variable	Rango fondo	N	Prom	D.S.	C.V
Largo	100	59	1.110,4	900,9	0,81
	200	41	853,1	912,7	1,07
	300	20	1.515,2	1.872,6	1,24
	400	8	631,8	583,4	0,92
	500	8	1.517,0	2.108,0	1,39
Alto	100	59	17,7	7,2	0,41
	200	41	21,7	9,7	0,45
	300	20	29,5	17,6	0,59
	400	8	17,5	8,8	0,50
	500	8	16,8	8,4	0,50
Elongación	100	59	66,2	51,3	0,78
	200	41	39,4	41,1	1,04
	300	20	43,0	39,6	0,92
	400	8	32,4	23,1	0,71
	500	8	69,0	80,8	1,17
Perímetro	100	59	4.810,9	4.430,8	0,92
	200	41	4.202,8	4.882,8	1,16
	300	20	7.956,6	10.004,8	1,26
	400	8	3.872,1	3.507,9	0,91
	500	8	7.847,6	10.816,3	1,38
Área	100	59	20.889,8	21.564,8	1,03
	200	41	21.771,7	27.979,3	1,29
	300	20	64.696,9	95.198,9	1,47
	400	8	14.414,9	17.489,8	1,21
	500	8	38.039,4	62.549,4	1,64
Dim. Fractal	100	59	1,42	0,07	0,05
	200	41	1,39	0,09	0,06
	300	20	1,38	0,10	0,08
	400	8	1,46	0,08	0,06
	500	8	1,45	0,08	0,06
Prof. Agregación	100	59	152,4	17,5	0,11
	200	41	208,7	30,5	0,15
	300	20	208,8	47,0	0,23
	400	8	185,0	28,5	0,15
	500	8	170,7	10,4	0,06
Índice altura	100	59	7,9	3,4	0,43
	200	41	17,0	10,0	0,59
	300	20	37,4	17,5	0,47
	400	8	59,2	5,1	0,09
	500	8	71,7	5,3	0,07
% machos	100	59	49,9	19,4	0,39
	200	41	50,1	22,1	0,44
	300	20	50,4	18,0	0,36
	400	8	49,2	9,6	0,19
	500	8	49,2	17,3	0,35



Tabla 26
Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparaci3n de valores medios de los descriptores por latitud (datos normalizados).

variable		Suma cuadrática	G.L.	media	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	4,2	4	1,04	0,85	0,50
	Intra-grupos	160,9	131	1,23		
	Total	165,0	135			
Alto	Inter-grupos	3,4	4	0,85	3,73	0,01
	Intra-grupos	30,0	131	0,23		
	Total	33,4	135			
Elongaci3n	Inter-grupos	8,9	4	2,23	2,45	0,05
	Intra-grupos	119,3	131	0,91		
	Total	128,3	135			
Parímetro	Inter-grupos	1,8	4	0,46	0,34	0,85
	Intra-grupos	176,1	131	1,34		
	Total	178,0	135			
Área	Inter-grupos	6,1	4	1,52	0,75	0,56
	Intra-grupos	265,7	131	2,03		
	Total	271,8	135			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,0	4	0,01	2,63	0,04
	Intra-grupos	0,5	131	0,00		
	Total	0,5	135			
Índice altura	Inter-grupos	77,0	4	19,25	63,26	0,00
	Intra-grupos	39,9	131	0,30		
	Total	116,9	135			
% machos	Inter-grupos	14,7	4	3,67	0,01	1,00
	Intra-grupos	50.226,2	131	383,41		
	Total	50.240,9	135			



Tabla 27

Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparación de valores medios de los descriptores por rango de sexo (datos normalizados).

variable		suma cuadrática	gl	media	F	Sig.
Largo	Inter-grupos	3,3	2	1,64	1,35	0,26
	Intra-grupos	161,8	133	1,22		
	Total	165,0	135			
Alto	Inter-grupos	0,5	2	0,27	1,08	0,34
	Intra-grupos	32,8	133	0,25		
	Total	33,4	135			
Elongación	Inter-grupos	3,4	2	1,69	1,80	0,17
	Intra-grupos	124,9	133	0,94		
	Total	128,3	135			
Perímetro	Inter-grupos	2,2	2	1,10	0,83	0,44
	Intra-grupos	175,8	133	1,32		
	Total	178,0	135			
Área	Inter-grupos	4,3	2	2,16	1,07	0,34
	Intra-grupos	267,4	133	2,01		
	Total	271,8	135			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,0	2	0,00	1,29	0,28
	Intra-grupos	0,5	133	0,00		
	Total	0,5	135			
Prof. Agregaciones	Inter-grupos	0,0	2	0,00	0,07	0,94
	Intra-grupos	5,7	133	0,04		
	Total	5,7	135			
Fondo	Inter-grupos	0,7	2	0,37	2,23	0,11
	Intra-grupos	22,2	133	0,17		
	Total	22,9	135			
Ind. Altura	Inter-grupos	4,0	2	1,98	2,33	0,10
	Intra-grupos	112,9	133	0,85		
	Total	116,9	135			

Tabla 28

Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).

	Largo	Alto	Elon	Perim	Area	Dfrac	ProfCard	Fondo	IndAlt
Largo	1								
Alto	0,49	1							
Elongación	0,79	0,00	1						
Perímetro	0,95	0,58	0,67	1					
Area	0,88	0,72	0,46	0,91	1				
Dim. Fractal	0,30	-0,22	0,49	0,34	0,12	1			
Prof. Agreg.	0,10	0,31	-0,09	0,12	0,22	-0,10	1		
Fondo	0,00	0,05	-0,13	0,07	0,09	0,06	0,30	1	
Ind. Altura	-0,02	0,06	-0,17	0,06	0,06	0,06	0,00	0,90	1



Tabla 29

Valores propios y proporci3n de la variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes

	Com.1	Com.2	Com.3	Com.4	Com.5	Com.6	Com.7	Com.8
Valor propio	3,77	1,96	1,49	0,46	0,15	0,10	0,04	0,02
% variabilidad	47,18	24,54	18,58	5,78	1,86	1,31	0,56	0,19
% acumulado	47,18	71,73	90,31	96,09	97,95	99,25	99,81	100

Tabla 30

Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales

Variable	Com 1	Com 2	Com 3
Largo	0,98	-0,07	0,04
Alto	0,59	0,20	-0,69
Elongaci3n	0,73	-0,31	0,47
Perimetro	0,98	0,04	-0,01
Area	0,92	0,11	-0,27
Dim. Fractal	0,35	-0,08	0,79
Fondo	0,05	0,95	0,20
Ind. Altura	0,02	0,95	0,19

Tabla 31

Número y porcentaje de muestras biol3gicas y est3magos de merluza de tres aletas analizados. B/C A. Molina (agosto 2005).

Número Est3magos muestreados	Número de individuos	Porcentaje
Evaginado	364	24,3
Vacíos	781	52,1
Con contenido	353	23,6
Total	1.498	100
Número est3magos con contenido	353	36,3



Tabla 32

Indicadores del contenido estomacal de merluza de tres aletas por área y total. B/C A. Molina (agosto 2005).

NUMÉRICO			
ítem presa	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepción	Total
<i>Euphausia vallentini</i> (Eufáusido)	43,85	45,47	44,57
<i>Thysanoessa gregaria</i> (Eufáusido)	1,74	3,02	2,31
<i>Nematoscelis megalops</i> (Eufáusido)	7,29	1,79	4,86
Crustacea (Caridea)	2,07	6,32	3,95
Salpida (Salpa)	3,48	2,06	2,85
Restos de crustáceos	5,22		2,91
Restos de eufáusidos	14,80	39,70	25,80
Restos de peces	21,55	1,65	12,75
Total	100	100	100
Número total de individuos	919	728	1647
GRAVIMÉTRICO			
ítem presa	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepción	Total
<i>Euphausia vallentini</i> (Eufáusido)	31,88	61,02	50,06
<i>Thysanoessa gregaria</i> (Eufáusido)	0,70	1,02	0,90
<i>Nematoscelis megalops</i> (Eufáusido)	5,97	0,53	2,58
Crustacea (Caridea)	6,62	10,22	8,86
Salpida (Salpa)	4,17	1,93	2,77
Restos de crustáceos	5,05		1,90
Restos de eufáusidos	16,17	24,92	21,63
Restos de peces	29,44	0,36	11,29
Total	100	100	100
Peso total en gramos	62,70	104,04	166,74
FRECUENCIA			
ítem presa	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepción	Total
<i>Euphausia vallentini</i> (Eufáusido)	28,06	32,00	28,90
<i>Thysanoessa gregaria</i> (Eufáusido)	1,44	6,67	2,55
<i>Nematoscelis megalops</i> (Eufáusido)	6,12	4,00	5,67
Crustacea (Caridea)	2,16	20,00	5,95
Salpida (Salpa)	7,55	6,67	7,37
Restos de crustáceos	8,63		6,80
Restos de eufáusidos	8,63	24,00	11,90
Restos de peces	37,41	6,67	30,88
Total	100	100	100
Total de estómagos analizados	278	75	353



Tabla 33

Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas por área y total. B/C A. Molina (agosto 2005).

ítem presa	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepción	Total
<i>Euphausia vallentini</i> (Eufáusido)	46,71	63,51	64,47
<i>Thysanoessa gregaria</i> (Eufáusido)	0,08	0,50	0,19
<i>Nematoscelis megalops</i> (Eufáusido)	1,78	0,17	0,99
Crustacea (Caridea)	0,41	6,17	1,80
Salpidae (Salpa)	1,27	0,50	0,98
Restos de crustáceos	1,95		0,77
Restos de eufáusidos	5,87	28,90	13,30
Restos de peces	41,93	0,25	17,50
Total de estómagos analizados (%)	100	100	100
Total de estómagos analizados	278	75	353

ítem presa	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepción	Total
Eufáusidos	48,57	64,18	65,65
Crustacea (Caridea)	0,41	6,17	1,80
Salpidae (Salpa)	1,27	0,50	0,98
Restos de crustáceos	1,95		0,77
Restos de eufáusidos	5,87	28,90	13,30
Restos de peces	41,93	0,25	17,50
Total de estómagos analizados (%)	100	100	100
Total de estómagos analizados	278	75	353



Tabla 34
Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas para los cinco cruceros de investigación entre 2001 y 2005.

ítem presa	2001 agosto-septiembre	2002 agosto	2003 agosto	2004 septiembre	2005 agosto
N° indiv. analizados	2.575	1.796	452	673	1.498
N° estómagos con contenido	213	224	98	244	353
N° estómagos vacíos	817	1342	252	321	781
N° estómagos evaginados	1545	230	102	108	364
% estómago c/contenido	8,3	12,5	21,7	36,3	23,6
% estómago vacío	31,7	74,7	55,8	47,7	52,1
% estómago evaginados	60,0	12,8	22,6	16,0	24,3
	%IIR				
ítem presa	2001 agosto-septiembre	2002 agosto	2003 agosto	2004 septiembre	2005 agosto
Crustáceos					
	40,007	82,912	89,659	94,446	81,525
Eufáusidos	26,143	44,859	89,209	94,382	65,653
Anfípodos	12,907	0,001		0,021	
<i>Pasiphaea doffleini</i> (camarón)	0,756	7,739		0,042	
Caridea sp.					1,797
Copepoda	0,175	0,008		0,00003	
Restos de crustáceos	0,026	30,305	0,450	0,001	0,771
Restos de eufáusidos					13,305
Peces					
	22,405	16,983	10,303	5,553	17,499
Mictófido	22,372	14,663	9,249		
<i>Maurolicus</i> sp.	0,008		0,453	3,349	
Restos de peces	0,025	2,320	0,601	2,204	17,499
Cefalópodos					
	0,009	0,027	0,038	0,0003	
<i>Loligo</i> sp.	0,009	0,027			
Octopodidae				0,0003	
Restos de cefalópodos			0,038		
Siphonophora	16,579				
Ctenophora	0,007				
Salpidae	15,690	0,078			0,976
Restos de cnidarios	5,304				
Total	100	100	100	100	100



Tabla 35

Frecuencia de estados de digesti3n (%) de Euf3usidos seg3n la hora del d3a en est3magos de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (agosto 2005).

Rango de tiempo		Estado de digesti3n (%)			Total
(hr min)	(hr min)	Digerido	Semidigerido	Entero	
0730	1130	3,55	15,38	1,18	20,12
1131	1530	14,20	33,73	4,14	52,07
1531	1930	6,51	18,93	2,37	27,81
Total (%)		24,26	68,05	7,69	100
Frecuencia		41	115	13	169

Tabla 36

Indicador coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (agosto 2005).

3tem presa	Q	%Q
<i>Euphausia vallentini</i> (Euf3usido)	2231,17	74,47
<i>Thysanoessa gregaria</i> (Euf3usido)	2,08	0,07
<i>Nematoscelis megalops</i> (Euf3usido)	12,54	0,42
Crustacea (Caridea)	35,00	1,17
Salpida (Salpa)	7,89	0,26
Restos de crust3ceos	5,53	0,18
Restos de euf3usidos	558,05	18,63
Restos de peces	143,95	4,80
Total	2996,21	100

3tem presa	Q	%Q
Eufausidos	2245,79	74,95
Crustacea (Caridea)	35,00	1,17
Salpida (Salpa)	7,89	0,26
Restos de crust3ceos	5,53	0,18
Restos de euf3usidos	558,05	18,63
Restos de peces	143,95	4,80
Total	2996,21	100

A N E X O S

A N E X O 1

**Taller de entrega de resultados,
FIP N° 2005-06**

TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS



Proyecto FIP 2005-06

Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza tres aletas en su unidad de pesquería, 2005

Valparaíso
Miércoles 19 abril 2006

Auditorio
Marcos Espejo



Abril, 2006

TALLER DE ENTREGA DE RESULTADOS FIP 2005-06

Proyecto FIP 2005-06



“Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza tres aletas en su unidad de pesquería, año 2005”

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas en el período de máxima actividad reproductiva, a través del método hidroacústico, en la zona comprendida entre la latitud 47°00' S. y 51°00' S.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio.
- Estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.
- Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificación.
- Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas en el área y período de estudio.
- Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio.
- Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio.



P R O G R A M A

Miércoles 19 abril 2006

15:00 hrs Bienvenida a los asistentes

15:10 hrs Antecedentes del proyecto (**Alvaro Saavedra, 10'**)

15:20 hrs Exposición de metodologías y resultados del proyecto.
Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas (**A. Saavedra, 15'**)

Importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas en el área y período de estudio (**A. Saavedra, 10'**).

Composición de tallas, proporción sexual y edad del stock de merluza de tres aletas (**Renato Céspedes y Vilma Ojeda, 30'**).

Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas. (**Eduardo Díaz, 20'**).

Coffee-Break (**10'**)

Características de las agregaciones de merluza de tres aletas en el área de estudio (**A. Saavedra, 15'**).

Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio (**Patricia Rojas, 20'**).

17:20 hrs Discusión de resultados



A N E X O 2

**Personal participante por actividad y
objetivo específico**

**PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD Y OBJETIVO ESPECÍFICO
FIP N° 2005-06****Objetivo específico 2.1**

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Alvaro Saavedra	140	95	90	110	435
Sergio Lillo	0	20	55	30	105
Maria Angela Barbieri	10	40	80	30	160
Victor Correa	0	105	30	20	155
Jose Cordova	129	30	10	0	169
Manuel Rojas	140	90	80	40	350
Hernan Miranda	0	30	10	0	40
Ignacio Payá	0	0	20	0	20
Juan Carlos Saavedra	0	20	30	0	50
TOTAL	419	430	405	230	1.484

NOTA: Debido a que el crucero se ejecutó en la misma embarcación e inmediatamente después del crucero de evaluación de merluza del sur y merluza de cola (FIP 2005-04), se mantuvo el mismo personal embarcado.

Objetivo específico 2.2

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Alvaro Saavedra	0	0	10	10	20
Hernan Miranda	0	15	0	20	35
Ignacio Payá	0	0	30	10	40
Zaida Young	0	0	20	0	20
Vilma Ojeda	20	90	85	70	265
Karen Hunt	10	0	0	0	10
Luis Cid	0	680	0	0	680
Renato Cespedes	20	110	90	70	290
Luis Adasme	140	120	45	20	325
Cecilia Bravo	0	100	50	60	210
Luis Contreras	120	0	0	0	120
Julio Uribe	120	0	0	0	120
Oscar Nancul	120	0	0	0	120
TOTAL	550	1.115	330	260	2.255

NOTA: Debido a licencia pre-natal de la Sra. Karen Hunt, sus horas fueron tomadas por el Sr. Luis Cid



Objetivo espec3fico 2.3

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
Alvaro Saavedra	0	0	10	10	20
Zaida Young	0	0	20	0	20
Eduardo Diaz	0	120	80	100	300
Jorge Oliva	0	180	60	40	280
Tecnico Laboratorio	0	260	80	0	340
TOTAL	0	560	250	150	960

Objetivo espec3fico 2.4

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
Alvaro Saavedra	0	0	5	10	15
Maria Angela Barbieri	0	0	20	10	30
Victor Correa	0	0	0	0	0
Manuel Rojas	0	120	40	10	170
Hernan Miranda	0	0	15	0	15
TOTAL	0	120	80	30	230

Objetivo espec3fico 2.5

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
Alvaro Saavedra	0	120	90	55	265
Maria Angela Barbieri	0	10	40	10	60
Victor Correa	0	120	0	0	120
Manuel Rojas	0	60	30	20	110
Juan Carlos Saavedra	0	0	20	10	30
TOTAL	0	310	180	95	585

Objetivo espec3fico 2.6

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
Alvaro Saavedra	0	0	10	15	25
Zaida Young	0	0	25	0	25
Renato Cespedes	0	36	70	30	136
Luis Adasme	0	95	80	60	235
Patricia Rojas	0	210	70	40	320
TOTAL	0	341	255	145	741

A N E X O 3

**Base de datos FIP N° 2005-06
(en CD)**



A N E X O 4

Informe en formato pdf





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Blanco 839, Fono 56-32-322000
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl
