



INFORME FINAL

Proyecto FIP
N° 2007-15

Evaluación hidroacústica
del stock desovante de
merluza de tres aletas,
año 2007



AGOSTO
2008



INFORME FINAL

FONDO DE INVESTIGACIÓN
PESQUERA

Proyecto FIP N° 2007-15

Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza de tres aletas, año 2007

• Agosto 2008 •



REQUIRENTE

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, FIP
Presidente del Consejo:
Jorge Chocair Santibáñez

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP
Jefe División Investigación Pesquera:
Mauricio Braun Alegría
Director Ejecutivo.
Mauricio Braun Alegría

• Agosto, 2008 •



JEFE DE PROYECTO

ÁLVARO SAAVEDRA GODOY

AUTORES

Evaluación hidroacústica de la biomasa, abundancia, distribución espacial y batimétrica y análisis agregaciones

ÁLVARO SAAVEDRA G.

Composición de tallas, edad y proporción sexual referido a distribución espacial y batimétrica

RENATO CÉSPEDES M.

VILMA OJEDA C.

LUIS ADASME M.

Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad.

EDUARDO DÍAZ R.

JORGE OLIVA L.

Importancia relativa fauna acompañante

ESTEBAN MOLINA

Ítems alimentarios merluza de tres aletas

PATRICIA ROJAS

COLABORADORES

Embarque B/H Fríosur IX, toma de datos acústicos y muestreo biológico

JOSE CÓRDOVA M.
FRANCISCO LEIVA D.
OSCAR NANCUL
JOSÉ PÉREZ

Embarque B/F Ocean Dawn, toma de datos acústicos y muestreo biológico

LEONARDO CABALLERO
LUIS CONTRERAS C.
LUPERCIO DÍAZ

Apoyo estadístico general, determinación tamaño de muestra y evaluación fuentes de error en abundancia y biomasa mediante simulaciones montecarlo.

ZAIDA YOUNG
JUAN CARLOS SAAVEDRA



RESUMEN EJECUTIVO

Se entregan los estimados de biomasa y abundancia de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), estructura de talla y edad, distribuci3n espacial, fauna acompa1ante, condiciones reproductivas, caracter1sticas de las agregaciones e 1tems alimentarios de esta especie observados durante agosto del 2007 entre las latitudes 47° y 51° S. correspondiente al proyecto FIP 2007-15.

Se realiz3 un crucero de prospecci3n ac1stica y pesquera a bordo de el B/F Ocean Dawn y el B/H Fr1osur IX entre el 20 y el 26 de agosto del 2007, cubriendo el primero el sector comprendido entre las latitudes 47°00 LS y 49°00 LS y el segundo entre las latitudes 49°00 LS y 51°00 LS realizando entre ambos un total de 49 transectas.

La distribuci3n espacial de la merluza de tres aletas estuvo limitada entre las latitudes 47°10'S y 49°50'S, encontr1ndose un foco principal de concentraci3n, entre las latitudes 48°50' y 49°00'S y uno secundario entre las latitudes 47°20' y 47°30'S, provocando que el centro de gravedad (CG) este a1o se encontrara ubicado en la latitud 48°29'S. Como es normal en este recurso, se present3 en agregaciones concentradas dentro del 1rea de estudio lo que se refleja en el alto valor del 1ndice de Gini que result3 en 0,93.

Los resultados muestran que la merluza de tres aletas se distribuy3 asociada al borde de la plataforma y talud continental, con una biomasa estimada en 98.500 toneladas con un intervalo de confianza que abarca entre 79.400 y 117.600 toneladas. La abundancia del stock de merluza tres aletas se estim3 en 97.239.608 ejemplares, de los cuales 48 millones (49%) correspondieron a machos y 50 millones (51%) a hembras.



El muestreo de talla de merluza de tres aletas proveniente del estudio del 2007 registr3 1.324 individuos, en donde 1.259 ejemplares corresponden al 3rea 2 Golfo Penas-Ladrillero y 65 ejemplares al 3rea 3 Trinidad-Concepci3n. La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el 3rea y per3odo de estudio fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 54 cm., leve predominio de las hembras (51%) respecto de los machos, y escasa presencia de juveniles (0,5% < 35 cm). La estructura de talla del 2007 registr3 una distribuci3n desplazada a la derecha con una moda principal entre los 54 y 63 cm, similar a las estructuras registradas en los estudios del 2002 y 2005. En los seis a3os de cruceros de investigaci3n, la estructura de talla de la poblaci3n de merluza de tres aletas en el 3rea y per3odo de desove es principalmente adulta, registr3ndose en cada uno de los a3os la presencia de la fracci3n adulta migratoria (50 y 65 cm) que participa en el proceso de desove.

El stock de merluza de tres aletas evaluado, present3 una estructura et3rea comprendida entre los 2 y 20+ a3os, compuesto principalmente por los GE IV a XX+, los cuales constituyen el 98% de la abundancia del stock.

El c3lculo del IGS de la fracci3n adulta permiti3 evidenciar actividad reproductiva durante el estudio, con un promedio de 4,8 en los machos y de 9,4 en las hembras. El mayor aporte al IGS estuvo dado por una mayor captura de ejemplares en evacuaci3n de gametos, indicando que la merluza de tres aletas se encontr3 con actividad reproductiva en desarrollo.

La fecundidad total fluctu3 de 105.435 a 1.210.836 ovocitos, con un promedio de 400.327 (± 283.650). La fecundidad relativa promedio fue de 427 ovocitos por gramo de peso corporal (± 139), con un m3nimo de 197 y un m3ximo de 738 ovocitos.



La captura obtenida, estuvo compuesta principalmente por merluza de tres aletas (97,8%) y merluza de cola (2,1%). Otras especies capturadas durante los lances de identificaci3n fueron cojinoba azul (*Serioteilla violacea*) y reineta (*Brama australis*), cuya participaci3n en la captura total fue totalmente marginal, con una proporci3n de participaci3n en la captura total que no super3 el 0,02%, respectivamente.

La energa retrodispersada promedio de las agregaciones de merluza de tres aletas present3 una tendencia a la baja en la serie 2003-2007.

Los resultados del contenido estomacal de merluza de tres aletas confirman la caracterstica zooplanct3faga de tipo carcin3fago ya se sealada en estudios anteriores, identific3ndose entre sus presas principales a los euf3usidos





ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
1. OBJETIVO GENERAL.....	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
3. ANTECEDENTES	3
4. METODOLOGÍA	9
4.1 Área y período de estudio.....	9
4.2 Equipos.....	10
4.2.1 Embarcación.....	10
4.2.2 Sistema de ecointegración	11
4.2.3 Redes de pesca.....	13
4.3 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas	14
4.3.1 Diseño de muestreo.....	14
4.3.2 Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas	16
4.3.3 Información acústica.....	19
4.3.4 Relación TS utilizada y coeficiente de integración en número (Cn) y peso (Cb)	19
4.3.5 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso).....	24
4.3.6 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa	27
4.3.7 Estimación del coeficiente d error (%) y coeficiente de variación (CV)	31
4.3.8 Evaluación de fuentes de error en la estimación de la biomasa acústica.....	32
4.3.9 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas.....	33
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	36
4.4.1 Muestreo a bordo.....	36
4.4.2 Composición de tallas y proporción sexual.....	37
4.4.3 Estimación de la abundancia por grupo de edad.....	39
4.4.4 Estimación de pesos promedios por grupos de edad.....	43



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.	44
4.5.1	Trabajo a bordo.....	44
4.5.2	Procesamiento de muestras	45
4.5.3	Estimaci3n de indicadores reproductivos.....	45
4.5.4	Estimaci3n de la Ojiva de madurez.....	47
4.5.5	Estimaci3n de la fecundidad.....	48
4.6	Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas, en el 3rea y per3odo de estudio.....	51
4.6.1	Proporci3n de captura.....	51
4.6.2	An3lisis de los datos	53
4.6.3	An3lisis comunitario.....	54
4.7	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en zona de estudio	56
4.7.1	Descriptores morfol3gicos y batim3tricos y de energ3a	58
4.7.2	An3lisis de los datos.....	61
4.8	Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio	63
4.8.1	Muestreo a bordo.....	63
4.8.2	Procesamiento de las muestras en laboratorio.....	63
4.8.3	An3lisis de los datos	65
5.	RESULTADOS.....	67
5.1	Calibraci3n del sistema de eointegraci3n	67
5.1.1	Lances de pesca.....	67
5.2	Determinar la biomasa, abundancia y la distribuci3n del stock desovante en el 3rea de estudio	68
5.2.1	Biomasa y abundancia	68
5.2.2	Distribuci3n espacial del stock de merluza de tres aletas	69
5.2.3	An3lisis de incertidumbre.....	71
5.2.4	Preparaci3n manuscrito en idioma ingl3s para enviar a publicaci3n	73
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.....	74
5.3.1	Composici3n de tallas y proporci3n sexual.....	74
5.3.2	Estructura de edades del stock.....	77
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	83
5.4.1	3ndice gonadosom3tico	80
5.4.2	An3lisis macrosc3pico	85



5.4.3	Análisis microscópico	86
5.4.4	Ojiva de madurez.....	91
5.4.5	Fecundidad	91
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	93
5.5.1	Proporci3n de captura.....	93
5.5.2	Identificaci3n de agrupaciones	94
5.6	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas	95
5.6.1	Resultados generales agregaciones merluza de tres aletas	95
5.6.2	Descriptores segun latitud	98
5.6.3	Descriptores segun rango de fondo.....	99
5.6.4	Resultados análisis componentes principales	101
5.7	Determinar la composici3n de los principales ítems alimentarios de Merluza de tres aletas en el área de estudio	103
5.8	Taller de entrega de resultados	107
5.8.1	Presentaci3n del proyecto	107
5.8.2	Panel de discusi3n.....	108
5.8.3	Asistentes al taller.....	111
6.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	113
7.	CONCLUSIONES	125
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	129

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS:

- Anexo 1.** Red de mediana Atlántica 5 utilizada en B/F Ocean Dawn.
- Anexo 2.** Test DHG para comparaci3n de redes.
- Anexo 3.** Determinaci3n de tamaño de muestra para estimar la distribuci3n de frecuencia de talla, talla promedio y proporci3n sexual de la captura de merluza de tres aletas en cruceros de prospecci3n.
- Anexo 4.** Evaluaci3n de fuentes de error en la estimaci3n de abundancia y biomasa acústica de la merluza de tres aletas a través de simulaciones Monte Carlo.
- Anexo 5.** Personal participante por actividad y objetivo específico.
- Anexo 6.** CD contiene: Informe final (PDF) y Resumen ejecutivo (Word) Proyecto FIP N° 2007-15.





ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Rendimientos mensuales (t/h) de merluza de tres aletas. (1993-2007) zona sur exterior (47°S-57°S).
- Tabla 2.** Escala macrosc3pica para determinar estadios de madurez sexual de machos de merluza de tres aletas.
- Tabla 3.** Escala macrosc3pica para determinar estadios de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas.
- Tabla 4.** Caracterizaci3n histomorfol3gica de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas (Pájaro y Macchi, 2001 (modificada)).
- Tabla 5.** Calibraci3n del sistema de eointegraci3n EK60. B/H Fríosur IX
- Tabla 6.** Calibraci3n del sistema de eointegraci3n ES60. B/F Ocean Dawn.
- Tabla 7.** Posici3n y captura lances de identificaci3n merluza de tres aletas, B/F Ocean Dawn, B/H Fríosur IX y B/F Uni3n Sur.
- Tabla 8.** Estimados de Biomasa y abundancia seg3n m3todos de Hansen, Kish, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, ańo 2007.
- Tabla 9.** Área, y S_A promedio y varianza estimados seg3n m3todos de Hansen, Kish, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, ańo 2007.
- Tabla 10.** Valores estimados de biomasa seg3n relaci3n de TS utilizada para merluza de tres aletas, ańo 2007.
- Tabla 11.** Parámetros de la relaci3n peso-longitud de merluza de tres aletas, crucero de evaluaci3n agosto del 2007.
- Tabla 12.** Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos. Crucero agosto del 2007.
- Tabla 13.** Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras. Crucero agosto del 2007.
- Tabla 14.** Parámetros del variograma para merluza de tres aletas, agosto 2007.



- Tabla 15.** Estadística b3sica de la talla de merluza de tres aletas total y por 3rea. Crucero agosto, 2007.
- Tabla 16.** N3mero de individuos por grupo de edad, varianza (var) y coeficiente de variaci3n (cv) en la abundancia de merluza de tres aletas. Crucero de evaluaci3n 2007.
- Tabla 17.** Incidencia de estadios de madurez por sexo ponderado a la captura del lance, en ejemplares de merluza de tres aletas muestreados en el crucero de prospecci3n (agosto) y en la Pesquería demersal austral (septiembre).
- Tabla 18.** Registro de proporci3n de hembras maduras por tamaño, del total analizadas en el crucero del 2007 y de los cruceros 2001 al 2007 para el ajuste de la ojiva de madurez
- Tabla 19.** Valores promedio, m3ximos y m3nimos de los descriptores morfol3gicos, batim3tricos y de energía de agregaciones de merluza de tres aletas
- Tabla 20.** Valores promedio, y desviaci3n est3ndar de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2003-2007.
- Tabla 21.** Valores promedio, Desv. Est3ndar y coeficiente de variaci3n de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones de merluza de tres aletas, seg3n latitud.
- Tabla 23.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparaci3n de valores medios (normalizados) de los descriptores por latitud.
- Tabla 24.** Valores promedio, Desv. Est3ndar y coeficiente de variaci3n de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones de merluza de tres aletas seg3n rango de fondo
- Tabla 25.** Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparaci3n de valores medios (normalizados) de los descriptores por rango de fondo.
- Tabla 26.** Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).
- Tabla 27.** Valores propios y proporci3n de la variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes principales
- Tabla 28.** Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales



- Tabla 29.** N3mero y porcentaje de muestras biol3gicas y est3magos de merluza de tres aletas analizados. (agosto 2007).
- Tabla 30.** Indicadores del contenido estomacal de merluza de tres aletas (2005, 2007).
- Tabla 31.** 3ndice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas, total (2005, 2007) y por lance (2007).
- Tabla 32.** 3ndice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas para los seis cruceros de investigaci3n entre 2001 y 2007.
- Tabla 33.** Frecuencia de estados de digesti3n (%) de Euf3usidos seg3n la hora de pesca en est3magos de merluza de tres aletas. (2007).
- Tabla 34.** /Indicador coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de merluza de tres aletas, total (2005, 2007) y por lance en 2007



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Buques participantes en la prospección: a) B/H Fríosur IX b) B/F Ocean Down.
- Figura 2.** Red mediagua Gloria utilizada por B/H Fríosur IX.
- Figura 3.** Instalación cubrecopo 50 mm en red de mediagua.
- Figura 4.** Distribución de las transectas de muestreo acústico y lances de pesca de identificación en el área de estudio, agosto 2007.
- Figura 5.** Inspección de ecogramas.
- Figura 6.** Agregación tipo estrato de merluza de tres aletas.
- Figura 7.** Descriptores morfológicos y batimétricos de una agregación.
- Figura 8.** Distribución espacial de merluza de tres aletas, agosto del 2007
- Figura 9.** Variograma distribución merluza de tres aletas, agosto 2007.
- Figura 10.** Curvas de Lorenz estimadas para los años 2001-2007.
- Figura 11.** Distribución de talla de la captura de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por área de pesca y sexo. Crucero agosto, 2007.
- Figura 12.** Distribución de talla de merluza de tres aletas registrada por el crucero de investigación y la pesca comercial del buque arrastrero fábrica (20 – 26 de agosto) en el área y período, 2007.
- Figura 13.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por sexo para los cruceros hidroacústicos 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007. (B/F Unzen julio 2002; B/C Abate Molina agosto 2003 y B/C Abate Molina septiembre 2004; BF Unzen agosto 2005, B/F Unzen agosto 2006, B/F Ocean Down agosto 2007, respectivamente).
- Figura 14.** Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por áreas para los cruceros hidroacústicos 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007 (B/F Unzen julio 2002; B/C Abate Molina agosto 2003 y B/C Abate Molina septiembre 2004; BF Unzen agosto 2005, B/F Unzen agosto 2006, B/F Ocean Down agosto 2007, respectivamente).
- Figura 15.** Distribución de la captura y número de ejemplares muestreados por lance de pesca. Crucero de Investigación Merluza de tres aletas 2007.



- Figura 16.** a) Distribución de frecuencia de tallas del muestreo de longitudes observadas versus las muestras colectadas para el estudio de edad, para machos y hembras, en el crucero de investigación 2007; b) Frecuencia ponderada de tallas (en base a la captura de los lances) de merluza de tres aletas en el crucero 2007.
- Figura 17.** Vista distal de otolito de merluza de tres aletas perteneciente a uno de los ejemplares de mayor talla encontrados en el crucero de investigación, Longitud pez 69 cm A: otolito entero LO=19,64 mm Edad=21. B: Ampliación del sector cauda que permite visualizar más detalladamente los anillos de crecimiento.
- Figura 18.** Dispersión de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Crucero de Investigación 2007.
- Figura 19.** Curvas teóricas de peso - longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra, para el período 2002-2007.
- Figura 20.** 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 2001-2007. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigación.
- Figura 21.** Distribución por clases de talla y por GE de la abundancia registrada en los Cruceros de Evaluación de merluza de tres aletas. Período 2001 - 2007
- Figura 22.** Índice gonadosomático promedio por lance para ejemplares recolectados en el crucero de evaluación (agosto y pesquería demersal austral (PDA) en agosto y septiembre.
- Figura 23.** Incidencia de estadios de madurez macroscópicos en machos, recolectados en el crucero de evaluación y PDA, en agosto y septiembre.
- Figura 24.** Incidencia de estadios de madurez macroscópicos en hembras, recolectados en el crucero de evaluación y PDA, en agosto y septiembre.
- Figura 25.** Incidencia de estadios de madurez microscópicos en hembras de merluza de tres aletas, recolectadas en el crucero de evaluación y PDA, en septiembre.
- Figura 26.** Proporción de EMS microscópicos por lance en hembras recolectadas en el crucero de evaluación (agosto) y PDA (septiembre)
- Figura 27.** Frecuencia de estadios de madurez microscópicos por grupo de longitud de hembras recolectadas en el crucero de evaluación.



- Figura 28.** Frecuencia de estadios de madurez microsc3picos por grupo de longitud en hembras recolectadas en PDA (septiembre).
- Figura 29.** Valor promedio del 3ndice gonadosom3tico para cada EMS microsc3pico en hembras recolectadas en el crucero de evaluaci3n (agosto) y PDA (septiembre).
- Figura 30.** Ojiva de madurez sexual para hembras de merluza de tres aletas. Ajuste datos agrupados de cruceros del 2001 al 2007 (datos observados 2007; ajuste 2001 al 2007).
- Figura 31.** Relaci3n entre el tama1o y la fecundidad total en la merluza de tres aletas.
- Figura 32.** Relaci3n entre el peso corporal y la fecundidad total en la merluza de tres aletas.
- Figura 33.** Proporci3n de captura obtenida en los lances de identificaci3n.
- Figura 34.** Distribuci3n latitudinal de la composici3n de captura obtenida en los lances de pesca de identificaci3n.
- Figura 35.** Resultado del an3lisis de clasificaci3n para los lances de identificaci3n.
- Figura 36.** Resultado del an3lisis de clasificaci3n para los lances de identificaci3n.
- Figura 37.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor largo de agregaciones.
- Figura 38.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor alto de agregaciones.
- Figura 39.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor elongaci3n de agregaciones.
- Figura 40.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor per3metro de agregaciones.
- Figura 41.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3rea de agregaciones.
- Figura 42.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor dimensi3n fractal.
- Figura 43.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones.
- Figura 44.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor profundidad del fondo.
- Figura 45.** Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3ndice de altura.
- Figura 46.** Distribuci3n de frecuencia de la energ3a retrodispersada de las agregaciones.



- Figura 47.** Distribuci3n de frecuencia de la densidad acústica de las agregaciones.
- Figura 48.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n segun latitud.
- Figura 49.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos perimetro, área y dimensi3n fractal segun latitud.
- Figura 50.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura segun latitud.
- Figura 51.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica de agregaciones segun latitud.
- Figura 52.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n segun rango de fondo.
- Figura 53.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos perimetro, área y dimensi3n fractal segun rango de fondo.
- Figura 54.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimétricos profundidad de agregaciones e índice de altura segun rango de fondo.
- Figura 55.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica segun rango de fondo.
- Figura 56.** Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes.
- Figura 57.** Representaci3n de las estrategias alimenticias segun el método gráfico de Amundsen *et al.* (1996) para los años 2005 y 2007. (♦: 2007, ▲: 2005).
- Figura 58.** Representaci3n gráfica de los indicadores Numérico, Gravimétrico y de Frecuencia de los ítemes alimentarios de la merluza de tres aletas para los años 2005 y 2007.(azul: 2005, rojo: 2007).
- Figura 59.** Estimados de biomasa y abundancia para merluza de tres aletas, años 2001-2007.



ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Red de mediagua Atlántica 5 utilizada en B/F Ocean Down.
- Anexo 2.** Test DHG para comparaci3n de redes.
- Anexo 3.** Determinaci3n de tamaño de muestra para estimar la distribuci3n de frecuencia de talla, talla promedio y proporci3n sexual de la captura de merluza de tres aletas en cruceros de prospecci3n.
- Anexo 4.** Evaluaci3n de fuentes de error en la estimaci3n de abundancia y biomasa acústica de la merluza de tres aletas a través de simulaciones Monte Carlo.
- Anexo 5.** Personal participante por actividad y objetivo específico.
- Anexo 6.** CD contiene: Informe final (PDF) y Resumen ejecutivo (Word) Proyecto FIP N° 2007-15.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock desovante de merluza de tres aletas en el per3odo de m3xima actividad reproductiva, a trav3s del m3todo hidroac3stico, en la zona comprendida entre la latitud 47° y 51° L.S.

2. OBJETIVOS ESPEC3FICOS

- 2.1** Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en n3mero) y la distribuci3n espacial y batim3trica del stock desovante de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio.
- 2.2** 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.
- 2.3** 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.
- 2.4** Determinar la importancia relativa de la fauna acompa3ante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas en el 3rea y per3odo de estudio.
- 2.5** Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en la zona de estudio.
- 2.6** Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de tres aletas en el 3rea 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, Argentina, 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 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; Saavedra *et al.*, 2006). A este respecto, *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.



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), 36 cm por Córdova *et al.* (2003) y 36,6 cm por Saavedra *et al.* (2007). 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. 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, Saavedra *et al.*, 2006). Una característica de los estudios de la dieta 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). 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).

En Chile, la explotación comercial de la merluza de tres aletas se inicia con el desarrollo de la pesquería demersal sur austral a mediados de la década del 70, 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 investigaci3n 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 distribuci3n 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 distribuci3n de la merluza de tres aletas estimada a partir de las áreas de operaci3n de un buque en actividades de Pesca de Investigaci3n, 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 localizaci3n 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 direcci3n 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 distribuci3n 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) estim3 para la primera quincena de diciembre de 1992 rendimientos promedios de merluza de tres aletas de $3,2 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$, mientras Lillo y Paillam3n (1996) estimaron para el per3odo diciembre de 1994 a abril de 1995 rendimientos de pesca que fluctuaron entre $0,7$ y $4,5 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$. En el per3odo julio-noviembre los rendimientos de pesca han presentado un fuerte aumento, fluctuando desde $8 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ (noviembre de 1998 y 2000) a $137 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ (julio de 1997), mientras que en el resto de los a3os los valores m3ximos promedios han fluctuado entre 43 y $81 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$. Un elemento com3n, lo constituye la baja en los rendimientos de pesca en el per3odo octubre y noviembre, (Lillo *et al.*, 1993, C3rdova y C3spedes, 1997, Lillo y C3spedes, 1998; C3spedes *et al.*, 2003; Saavedra *et al.*, 2006, Saavedra *et al.*, 2007) (**Tabla 1**).

En lo relativo a la biomasa de la merluza de tres aletas, dos evaluaciones directas realizadas mediante m3todos ac3sticos el a3o 1993 para la zona comprendida entre las latitudes 47°S a 57°S , se3alan valores de 186 mil toneladas en junio y 66 mil toneladas en noviembre, registr3ndose una disminuci3n de la biomasa del 65% entre ambos per3odos, hecho tambi3n atribuido al proceso migratorio del recurso (Lillo *et al.*, 1993). Las evaluaciones directas mediante m3todos ac3sticos durante el per3odo reproductivo realizados durante 2001 y 2002, han resultado en biomاسas en torno a las 200 mil toneladas, bordeando las 175 mil toneladas el 2003 y sufriendo una merma considerable el 2004 alcanzando las 84.000 toneladas, situaci3n atribuible este ultimo a3o al per3odo de realizaci3n del crucero, ya que el recurso se encontr3 en una condici3n de post-desove y muy disminuido f3sicamente. El 2005 el recurso alcanz3 los niveles observados el 2003 mientras que el 2006 se verifica una merma en su evaluaci3n alcanzando las 130 mil toneladas.



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 Zelandia (Russelo; 1994, 1995), aunque en otros se encontraron fracciones del stock segregados por talla y edad (Spak, 1975).

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 y en la conveniencia de mantener una línea de investigación de la biomasa del stock desovante del recurso, el Consejo de Investigación pesquera ha decidido incluir un proyecto de evaluación directa de la *M. australis* en el programa de investigación pesquera correspondiente al año 2007, del que se presenta su pre-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 20 al 26 de Agosto del 2006, 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 utilizaci3n del software EVA2, se utiliz3 el 3rea entregada por dicho programa en unidades de grados cuadrados, los cuales fueron transformados a millas n3uticas cuadradas de acuerdo a su correspondiente correcci3n por el coseno de la latitud media de la forma

$$\text{3rea} = \text{Area}_{\text{grados}} * 3600 * \cos(\text{Lat}^\circ \text{S}) \text{ mn}^2$$

$$\text{Area}_{\text{grados}} = \iint \text{Lat}(y) \text{Lat}(x) dy dx$$

4.2 Equipos

4.2.1 Embarcaci3n

Para efectuar el estudio, el Instituto de Fomento Pesquero efectu3 un llamado a participar a las empresas que operan buques arrastreros en la pesquer3a demersal sur austral, obteni3ndose respuesta positiva de la empresa Fr3osur, quien manifest3 su inter3s en participar con el B/H Fr3osur IX (LOA 54 m, TRG 950 ton, potencia motor principal 2.194 HP) y de la Pesquera Sur Austral con el B/F Ocean Dawn (LOA 65 m, TRG de 1900 ton, potencia motor principal 2.273 HP), comenzando la prospecci3n el B/H Fr3osur IX entre el 51° y 49° L.S. desde el 20 al 23 de agosto y posteriormente el B/F Ocean Dawn entre el 49° y 47° L.S. desde el 23 al 26 de agosto (**Fig. 1**).

La operaci3n pesquera de estas naves fue regulada mediante la Resoluci3n de pesca de investigaci3n N° 2405 de la Subsecretar3a de Pesca en las que se autoriz3 la extracci3n de un m3ximo de 700 toneladas de merluza de tres aletas imputadas a la reserva de investigaci3n, fraccionada en 70 toneladas para el B/H Fr3osur IX y 630 toneladas para el B/F Ocean Dawn.



4.2.2 Sistema de ecointegraci3n

El B/F Ocean Dawn 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. Este ecosonda fue configurado para transmitir a una potencia de 2.000 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 (27,55 dB), mientras que el coeficiente de absorci3n nominal fue de 9,75 dB/km. El nivel m3nimo de detecci3n fue de -65 dB. El B/H "Fr3osur IX" cuenta con un ecosonda marca Simrad modelo EK60 con un transductor ES38B (Split-beam transducer) de frecuencia de 38 KHz, Este ecosonda al igual que el anterior, fue configurado para transmitir a una potencia de 2.000 W con una duraci3n del pulso (medio) de 1,024 ms. La ganancia obtenida en la calibraci3n fue 23,97 dB, debiendo corregirse 3sta durante el post-proceso de los datos. El coeficiente de absorci3n nominal fue de 9,75 dB/km, y el nivel m3nimo de detecci3n fue de -65 dB. Adicionalmente, a ambos buques se les instal3 el programa SonarData Echolog[®] 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, al B/F Ocean Dawn se conect3 un disco duro externo de 120 Gb de capacidad directamente al computador del ES60, mientras que en el B/H Fr3osur IX se instal3 un sistema en red con el EK60 que permiti3 almacenar directamente en un notebook los archivos generados.

Los sistemas de ecointegraci3n, fueron calibrados 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 diámetro de fuerza de blanco conocida ($TS(esf) = -33,6$ dB re 1 m^2), 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 acústica del blanco estándar ($TS_{(medido)}$) 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 efectúa también mediante la aplicaci3n de un factor de correcci3n a la ganancia actual de integraci3n ($SV_{(gain)}(0)$). Este factor se calcul3 como la raz3n logarítmica entre la integraci3n medida del blanco estándar ($S_A(medido)$) y su integraci3n te3rica ($S_A(esf)$) mediante el siguiente procedimiento:

$$S_{A(esf)} = \frac{4 * \pi * \sigma_{bs} * (1852)^2}{\Psi * r^2}$$
$$SV_{(gain)} = SV_{(gain)}(0) + \frac{10 * \log \frac{S_A(medido)}{S_A(esf)}}{2}$$

Donde:

- σ_{bs} = secci3n dispersante de la esfera.
- σ_{bs} = $10^{TS(esf)/10}$
- r = profundidad de la esfera (m)
- Ψ = ángulo equivalente del haz acústico
- $S_{A(esf)}$ = integraci3n te3rica del blanco estándar
- $S_{A(medido)}$ = integraci3n medida del blanco estándar



$SV_{(gain)}$ = ganancia en modo de integración ajustada

$SV_{(gain)}(0)$ = 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, 2005).

Del proceso y análisis de los datos se estableció que para el B/F Ocean Dawn la nueva ganancia del equipo era de 27,55 dB , pero debido a que el ecosonda ES60 no permite cambiar el valor ingresado de fábrica e igual a 26,5 dB, 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. En el caso del B/H Fríosur IX la ganancia anterior era de 24,74 dB mientras que la nueva ganancia fue establecida en 23,97 dB.

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 y de la pesquería demersal sur austral en general. La red utilizada en el B/H Fríosur IX fue la red Gloria 1408 (**Fig. 2**), mientras que en el B/F Ocean Dawn se utilizó la red Atlantica 5 (**Anexo 1**), 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, en ambas redes el copo de la red fue armado con una cubierta interior (calcetín) de 50 mm de tamaño de malla. (**Fig. 3**).



A fin de comparar las estructuras de tama1o obtenidas con ambas redes, se utiliz3 las distribuciones de frecuencia de las capturas obtenidas para merluza de cola antes del inicio del crucero de evaluaci3n de merluza de tres aletas (durante el crucero de evaluaci3n de merluza de cola) en fechas y zonas geogr1ficas coincidentes entre ambas embarcaciones. Para este fin se usaron ocho lances que cumplieron con los requisitos establecidos (cuatro por cada embarcaci3n). La prueba de hip3tesis se hizo mediante la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG) (Miranda, 1998), explicada en profundidad mas adelante, la cual permite verificar la similitud en las estructuras de talla de las capturas realizadas con las redes utilizadas por ambas embarcaciones. La prueba de hip3tesis es (H_0): la estructura de talla generada por el conjunto de lances realizados por el Ocean Dawn es estad3sticamente similar a la estructura de tallas obtenida por el conjunto de lances efectuados por el Fr3osur IX. El desarrollo de este an1lisis se entrega en el **Anexo 2**.

4.3 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en n3mero) y la distribuci3n espacial y batim3trica del stock desovante de merluza de tres aletas.

4.3.1 Dise1o de muestreo

Asumiendo aleatoriedad en la distribuci3n del recurso con respecto a la localizaci3n de la primera transecta, el muestreo de tipo sistem1tico ha sido considerado como el m1s adecuado para estudios orientados a estimar la abundancia, precisi3n y distribuci3n de un recurso (Simmonds y Fryer (1996), Simmonds (1996), MacLennan y Simmonds (2005), Shotton y Bazigos (1984). Adem1s, Simmonds *et al.* (1991), se1alan que una evaluaci3n directa de un recurso pesquero debe considerar adem1s 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, 2005).

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 cubrir de manera mas completo el sector, considerando la topología del fondo, con una plataforma continental estrecha y un talud abrupto.

Durante el crucero se realizaron 49 transectas con una separación entre ellas de cinco millas náuticas, que cubrieron longitudinalmente desde el veril de los 100 a 1.000 metros de profundidad (**Fig 4**).

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.



4.3.2 Identificaci3n de ecotrazos de merluza de tres aletas

La identificaci3n de los ecotrazos correspondientes a la merluza de tres aletas, se realiz3 mediante la inspecci3n visual de los ecogramas, para lo cual se utiliz3 el software SonarData Echoview® fij3ndose un umbral m3nimo de detecci3n (S_v) de -65 dB. El procedimiento utilizado es el considerado est3ndar (Simmonds *et al.*, 1991) constando de los siguientes pasos (**Fig. 5**):

- 1) Defini3n de l3neas de superficie y l3nea de fondo en el ecograma, las cuales limitaron las zonas de integraci3n superior e inferiormente en el ecograma.
- 2) Revisi3n y edici3n de la l3nea de fondo, la cual fue corregida en las zonas en que hubo p3rdida de se1al, o en las zonas en que eventualmente el fondo se confund3a con se1ales de agregaciones muy cercanas a 3ste, corrigiendo la se1al por zona muerta. Esta correcci3n de la se1al de fondo gener3 un l3mite inferior para el 3rea de integraci3n.
- 3) Revisi3n y edici3n de la l3nea de superficie, la cual deb3 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 integraci3n, 3sta l3nea se ubic3 3 metros bajo el transductor.
- 4) Defini3n de regiones a integrar, donde se integraron las regiones dentro de cada IBM (Intervalo B3sico de Muestreo de 0,5 millas n3uticas de extensi3n). La delineaci3n de la regi3n a integrar fue de tipo manual, encerrando convenientemente en la regi3n el ecotrazo detectado para su posterior integraci3n



La asignaci3n de las unidades de eointegraci3n, se realiz3 mediante el m3todo propuesto por Bodholt (1991), que plantea que la contribuci3n a la integraci3n ($S_{A(i)}$) de una especie "i" a la integraci3n total ($S_{A(t)}$) del intervalo b3sico de muestreo es proporcional a su participaci3n en la captura en n3mero (w_i) de las "j" especies participantes en el lance y su coeficiente de dispersi3n ac3stico (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 caracteristica monoespecifica de la mayoria de los lances exitosos de merluza de tres aletas, se consider3 la proporci3n en n3mero como asignador de la proporci3n de S_A para merluza de tres aletas, aplic3ndose para esta especie su coeficiente de dispersi3n ac3stico. En el caso de los lances con captura multiespecifica se consider3 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 utiliz3 la relaci3n para peces fis3stomos (Foote 1987). Para cojinoba del sur y dada la falta de informaci3n para esta especie se opt3 por replicar la relaci3n 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)

Las tallas medias fueron estimadas a partir de los pesos medios de acuerdo a las relaciones longitud-peso derivadas de los muestreos biol3gicos del crucero e informaci3n del crucero de evaluaci3n de merluza de cola y merluza austral 2005.



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 asignaci3n de la proporci3n en n3mero de merluza de tres aletas y de las especies recurrentes de cada lance se realiz3 al 3rea inmediatamente vecina a 3ste.

La incertidumbre generada por la asignaci3n de TS de las especies recurrentes, si bien no se puede obviar, dado el car3cter monoespecífico de las capturas de merluza de tres aletas se puede considerar de bajo nivel.

Durante el crucero y debido a condiciones de mal tiempo en la zona durante el per3odo de estudio, lo cual asocia necesariamente una merma en la operatividad de las embarcaciones, sobre todo en la de menor calado (Fr3osur IX), y debido a las necesarias condiciones de seguridad que debieron tomarse, es que a los lances efectuados por ambas embarcaciones (8 lances), debi3 complementarse los lances efectuados por el B/F Uni3n Sur (buque de mayor calado y potencia perteneciente a pesquera Emdepes) concerniente a zonas en que se coincidiera cronol3gica y geogr3ficamente con el crucero de prospecci3n (15 lances) En este buque se encontraba a bordo un muestreador IFOP tomando datos operativos de los lances de pesca, datos de frecuencia de talla de las capturas y muestreo biol3gico de merluza de tres aletas sumando un muestreo de otolitos. Lo anterior permiti3 disponer de informaci3n en 23 lances distribuidos en las zonas de concentraci3n del recurso. La distribuci3n espacial de los lances se entrega en la **Figura 4.**



4.3.3 Informaci3n acústica

La prospecci3n acústica nocturna, se llevó a cabo en forma continua durante la navegaci3n, discretizando la informaci3n en Unidades Básicas de Muestreo (UBM.) de 0,5 mn. (Barbieri *et al.*, 1998). La informaci3n acústica está representada por el valor de densidad promedio detectada en cada UBM. a lo largo de la transecta, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada (S_A) y los valores de intensidad de blanco (TS), detectados dentro de los límites de integraci3n de las UBM's.

4.3.4 Relaci3n TS utilizada y coeficiente de ecoinTEGRACI3N en número (C_n) y peso (C_b)

- **Relaci3n TS**

Aún cuando la obtenci3n de los datos de fuerza de blanco se ha efectuado en todos los cruceros de prospecci3n 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 distribuci3n del recurso no es la óptima para la detecci3n de blancos individuales, por cuanto el recurso se presenta de preferencia en agregaciones tipo estrato o muy agregado (**Fig. 6**). 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 utiliz3 la relaci3n 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 comparaci3n se utiliz3 la relaci3n se~alada para *Micromesistius poutassou* por Monstad (1992), que es empleada en las evaluaciones de *Micromesistius australis* en Nueva Zelanda (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 3ltima relaci3n ella deber3a ser considerada con precauci3n, pues Hanchet (2000), se~ala que la relaci3n de fuerza de blanco propuesta por Monstad (1992) sobreestimar3a la biomasa en niveles del 30%. En este escenario las estimaciones mediante m3todos hidroac3sticos de la biomasa de la fracci3n desovante del stock de merluza de tres aletas deben ser consideradas como un indicador del tama~o del stock.

Se incorpora adem3s la relaci3n estimada por God3 *et al.* (2002) y Heino *et al.* (2003) los que en experimentos de medici3n de TS efectuadas sobre *Micromesistius poutassou*, obtuvieron s3lo un resultado confiable que les permiti3 estimar la relaci3n:

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

Se debe considerar que la aplicaci3n de esta relaci3n significaba una reducci3n 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.



Finalmente y por segundo a1o se utiliza la relaci3n estimada por Lillo *et al.*, 2006 para merluza de tres aletas e igual a:

$$TS = 20 * \text{Log}(talla) - 69,1 \quad (dB)$$

Los argumentos descritos anteriormente son los que mantienen como base la aplicaci3n de la relaci3n estimada para merluza com1n en la evaluaci3n de merluza de tres aletas, debiendo considerarse los estimados como una abundancia y biomasa relativa, aun cuando la nueva relaci3n estimada por Lillo *et al.*, 2006 sirva como base para futuras evaluaciones. No obstante lo anterior, la recopilaci3n de informaci3n de blancos individuales se continuar1 intentando en futuros cruceros.

Respecto a la estimaci3n 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 lances diferenciados latitudinalmente (zonas en una estrecha franja longitudinal), 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 : la estructura de talla generada por cada lance de pesca es "igual" a la estructura de tallas obtenida por el conjunto total de lances.



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

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

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

Hipótesis 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 distribución χ^2 la cual esta dada por la siguiente expresión:

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

Esta estadística se distribuye como una distribución chi-cuadrado con $k-1$ grados de libertad, dando cuenta de cuan similar es el número de ejemplares observado de talla “k” dentro de cada zona con respecto a lo que se esperaría 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 relaci3n:

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

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 decisi3n respecto de la hip3tesis 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 significaci3n preestablecido $\alpha = \alpha_0 = (0.05)$.

De acuerdo a lo anterior, la estimaci3n de la TS media a partir de los datos de talla, se realiz3 a partir de la distribuci3n de frecuencia ponderada de talla asignada para toda el 1rea de estudio, ya que la prueba estadística muestra que el 94,12% de los lances de pesca realizados en la zona de estudio cumple



el supuesto de igualdad, no existiendo evidencias estadísticamente significativas para rechazar la hipótesis nula

- **Coefficiente de ecointegración**

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

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

Para evaluar la relación Ts/longitud, se utilizó la talla promedio obtenida de los muestreos de talla d los lances de pesca ponderados por la captura de cada lance respecto a la captura total en la zona

4.3.5 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)

La abundancia y biomasa de merluza de tres aletas en el área de estudio se estimó según:

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

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

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

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



donde :

\hat{A}_k = abundancia a la talla k (en n3mero).

a = 3rea (m^2).

\hat{C}_{nk} = coeficiente de ecointegraci3n a la talla k ($n/mn^2/S_a$)

\bar{w}_{kj} = peso promedio a la talla k, expresado en (t).

$\hat{A}_T; \hat{B}_T$ = abundancia y biomasa total.

\hat{P}_k = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca agrupados en el 3rea de estudio.

\hat{R}_k = estimador de raz3n a la talla k.

Siendo:

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

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

- **Hansen y Wolter**

El estimador de raz3n (\hat{R}) de las lecturas ac3sticas del ecointegrador (\hat{S}_a) por IBM correspondiente a los m3todos de Hansen **et al.** (1953) y Wolter (1985) se calcula seg3n:

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

donde:

n = n3mero de transectas de la muestra

X_i = densidad de la transecta i-3sima.

Y_i = n3mero de IBM. en la transecta i-3sima.



- **Bootstrap**

El estimador de \hat{R} segun el m3todo Bootstrap se calcula segun:

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

siendo \hat{R} un estimador de raz3n obtenido de la i-3sima muestra de tamao n seleccionado con reposici3n 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 geometr3a del 3rea de distribuci3n del recurso y estima su densidad (Z), que es equivalente a la raz3n \hat{R} , s3lo en dicha 3rea (V) mediante la expresi3n:

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

Z_v es un estimador de la media ponderada de las muestras de las lecturas ac3sticas, sin embargo, en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular, y donde cada una de ellas tiene igual 3rea de influencia, el estimador de Z_v se calcula como la media aritm3tica de los datos de S_A por intervalo b3sico de muestreo.



La lectura acústica del ecointegrador por ESDU corresponde a la expresi3n:

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

donde :

S_v = coeficiente volumétrico de dispersi3n (m^2/m^2).

R_o = profundidad de referencia del blanco (m).

r_2, r_1 = límites superior e inferior de la ecointegraci3n ó de los estratos programados (m).

1.852 = factor de transformaci3n de m a mn.

4.3.6 Estimaci3n de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determin3ó segú n:

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

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

La varianza de la biomasa se calcula segú n:

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

La varianza del coeficiente de ecointegraci3n en número (\hat{C}_{nk}) se determina segú n:

$$\hat{V}(\hat{C}_{nk}) = (4\pi)^{-2} (10)^{-2(0.1T\bar{S}_k+1)} \ln^2(10) \hat{V}(T\bar{S}_k)$$



Para lo cual se necesita la varianza de la relaci3n de TS, la que no se dispone. Por este motivo no se incorpora la varianza del coeficiente de ecointegraci3n sac3ndolo de la ecuaci3n como una constante. Esta fuente de incertidumbre se incorpora al realizar la simulaci3n por montecarlo de este coeficiente.

Para dise1os sistem3ticos como el propuesto en esta evaluaci3n, donde se considera un 3nico 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 poblaci3n en estudio no presenta periodicidad en relaci3n a la selecci3n de la muestra sistem3tica. En este contexto, se obtienen cuatro estimadores alternativos de varianza de la raz3n.

- **Conglomerado de tama1o desiguales (Hansen *et al.*,1953)**

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

donde, N es el n3mero total de transectas en el 3rea, 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} est3 dado por la expresi3n:

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



- **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:

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

- **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}_i 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).



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

Donde \hat{F}^{-1} es la funci3n inversa de la distribuci3n 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 funci3n inversa de la distribuci3n normal est3ndar y Z_α es el percentil superior de una normal est3ndar.

- **M3todo de las variables regionalizadas**

Un cuarto estimador de varianza utilizado corresponde al propuesto por Matheron (1971), para datos geogr3ficamente correlacionados mediante la ecuaci3n:

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

Donde los t3rminos de la ecuaci3n se pueden representar mediante sus respectivos variogramas ($\gamma(h)$) seg3n:

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

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

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



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).

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.

Coficiente de variaci3n:

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

4.3.8 Evaluaci3n de fuentes de error en la estimaci3n de biomasa ac3stica

Para estimar y diagnosticar las fuentes de incertidumbre en las estimaciones ac3sticas, Rose *et al.* (2000) y O'Driscoll (2004) proponen un m3todo basado en simulaciones Monte Carlo. El m3todo involucra el conocimiento de las distribuciones de probabilidad de las fuentes de incertidumbre, a partir de las cuales se generan muestras aleatorias que son incorporadas en el proceso de estimaci3n de biomasa ac3stica.

En este estudio se propuso estudiar el aporte de las fuentes de error en la estimaci3n de la biomasa, que corresponden al factor de ecointegraci3n (fuerza de blanco promedio (\bar{TS})), las lecturas ac3sticas por intervalo b3sico de muestreo (S_A), la composici3n de tamaos y el peso medio (\bar{w}). Por lo tanto, para estas fuentes de error, se determin3 las distribuciones de probabilidad asociadas y se realizaron simulaciones Monte Carlo con el objetivo de obtener una estimaci3n de la incerteza del estimado de biomasa de merluza tres aletas, y compararlas con las estimaciones de varianza del resto de los m3todos de estimaci3n propuestos en este estudio.



4.3.9 Distribuci3n espacial del stock de merluza de tres aletas

La distribuci3n espacial de la merluza de tres aletas en el 1rea prospectada, se estim3 a partir de los datos de densidades locales provenientes 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 visualizar las 1reas 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 1rea 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 orden en el m3todo intrínseco, es decir, que la media y la varianza de los incrementos sean constantes, permite estimar el variograma experimental $2\gamma^*(h)$ como:

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



Siendo $Z(x_i)$ el valor experimental en el punto x_i y $N(\theta, h)$ el n3mero de pares de datos en la direcci3n θ y distancia h .

El ajuste del variograma experimental a un modelo matem3tico, se efectu3 de acuerdo a la propuesta de Cressie (1993) para los modelos esf3rico y exponencial como:

Modelo esf3rico:

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

Modelo exponencial:

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

Donde, c_0 corresponde a la variabilidad de microescala, c_s , c_e representan la varianza estructural de los respectivos modelos de variogramas y a_s , a_e los rangos o distancias hasta la cual los datos presentan correlaci3n.

La suma de ambas variabilidades ($c_0 + (c_s; c_e)$), representa el *sill* o nivel m3ximo de variabilidad. En el caso del modelo exponencial el rango se asume como el punto en el cual el modelo incluye el 95% del *sill*, esto puede ser estimado como tres veces el rango te3rico ($3a_e$).



El ajuste de los modelos a los datos del variograma experimental, se realiz3 mediante el m3todo de m3nimos cuadrados descrito por Cressie (1993) minimizando la funci3n:

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

donde H es el n3mero de intervalos en que la distancia entre puntos de muestreo fue discretizada. Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo a $N(h_i)$, que es el n3mero de pares de datos utilizados para estimar $\hat{\gamma}(h_i)$ y al inverso de $\gamma(h_i)^2$. Lo anterior, tiene la propiedad de aumentar la ponderaci3n de los puntos cercanos al origen del variograma, permitiendo obtener un buen ajuste en las cercan3as de su origen y disminuir la ponderaci3n de los puntos 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 seg3n (Bez y Fernandes, 2002):

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

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 Indice de



Gini (Myers y Cadigan, 1995). La curva de Lorenz es un método gráfico para representar el grado de concentración de la distribución, representándose en el eje de la abscisa la proporción acumulada del área y en el eje de la ordenada la proporción acumulada de la biomasa. Si el recurso se distribuyera homogéneamente, la curva de Lorenz sería una recta desde el origen (función identidad) y curva si el recurso presenta algún grado de concentración.

El Índice (δ) de Gini, es un indicador numérico relacionado a la curva de Lorenz y se estima como el doble del área comprendida entre la función identidad y la curva de Lorenz. Este índice puede fluctuar entre 0 (distribución homogénea) a valores cercano a 1 (alta concentración).

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, latitudinal y batimétrica.

La determinación de tamaño de muestra para estimar la distribución de frecuencia de talla, talla promedio y proporción sexual de la captura de merluza de tres aletas en cruceros de prospección se encuentra en el **Anexo 3**.

4.4.1 Muestreo a bordo

En la estimación de la estructura de tallas y la proporción sexual de merluza de tres aletas se basó en un diseño de muestreo bi-etápico, en donde la unidad de muestreo primario fue el lance de pesca y la unidad de segunda etapa fue una submuestra al azar de ejemplares de la captura del lance, siendo ésta la unidad de análisis. En este sentido, a bordo y físicamente cerca del pozo de pesca de la nave, fueron realizados



muestreos biológicos de las capturas en todos los lances de pesca de identificación de ecotrazos. El muestreo biológico consistió en un muestreo al azar de los ejemplares capturados de la especie. La información registrada del muestreo biológico consistió básicamente en los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posición, profundidad y captura), y los datos del muestreo biológico, como: talla y sexo.

4.4.2 Composición de tallas y proporción sexual

La estimación de la composición de longitud total se obtuvo de la acumulación de las estructuras de talla obtenidas en cada lance de pesca, utilizando 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,

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

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



Notaci3n:

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 proporci3n a la talla.
- \hat{P}_s = Estimador de la proporci3n 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 proporci3n 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, seg3n los mismos estratos espaciales empleados en proyectos similares de evaluaci3n hidroac3stica en la especie efectuados entre el 2001 y 2006 (FIP 2001-20, FIP 2002-20, FIP 2003-10, FIP 2004-8, FIP 2005-06, BIP 2006 N3 30043868-0). Para efectos de an3lisis espacial fue empleada la subdivisi3n latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2002) y C3rdova *et al.* (2003), consistente en dividir el 3rea de estudio en 3 3reas: Area 1 entre 4530' y 47329' S. denominada Taitao; Area 2 entre 47330' y 48359' S. denominada Golfo Penas-Ladrillero; y Area 3 entre 493 y 513 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.

La observaci3n de las muestras se realiz3 empleando microscopios estereosc3picos con magnificaci3n 10X. Se utiliz3 sistema de an3lisis de im3genes con software Image Pro-Plus, lo cual potencia la captura de im3genes y registro de elementos de mediciones que permiten la conformaci3n



de colecciones de referencia en este recurso, las que corresponden a registros en que queda grabado en imágenes y datos las observaciones que permiten la ilustraci3n (criterios de discernimiento) de los estudios de muestras para las generaciones futuras, lo cual forma parte del trabajo del Laboratorio de Edad y Crecimiento de IFOP, dentro del marco del proyecto “Actualizaci3n y Perfeccionamiento de Metodologías Científicas para el Estudio de Edad en peces” (financiado por INNOVA-SUBPESCA).

Claves edad - talla y tamaño de muestra

Las claves edad - talla son matrices que históricamente 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 según su grupo de edad (GE) y calcular además la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos.

La asignaci3n de los GE comprende a todos los peces nacidos en un mismo ańo (clase anual); corresponde a un número entero de ańos y se basa en el número de anillos observado en la estructura, el tipo de borde y la época del ańo en que se obtuvo la muestra. Se emplea una fecha arbitraria de nacimiento, la cual, en el caso de las pesquerías chilenas es el primero de enero, brindando facilidad en la identificaci3n de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado restando al ańo 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 según:

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



Donde:

- i = grupo de edad
- j = longitud total del pez
- q_{ij} = probabilidad de los individuos de longitud "j" de pertenecer a un GE dado
- n_{ij} = n3mero de individuos de edad "i" con longitud "j"
- n_j = n3mero total de individuos de longitud j.

Asignaci3n de la abundancia por grupo de edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud (N_j), se asignan a las diferentes edades seg3n una clave talla-edad. Esta clave, generada a partir de la informaci3n del crucero, indica las probabilidades de que un individuo de una determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades.

El n3mero de individuos perteneciente a cada GE seg3n intervalo de talla es:

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

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

Donde:

- N_j = n3mero estimado de individuos a la longitud "j"
- N_{ij} = n3mero estimado de longitud "j" que pertenecen a la edad "i"
- N_i = n3mero estimado de individuos a la edad "i".

Haciendo referencia de N_j con respecto a N_t , se obtiene la proporci3n con que participa cada GE en la estimaci3n de abundancia.



El planteamiento metodol3gico sealado anteriormente, permite obtener matrices completas las que presentan expl3citamente toda la estructura interna de la captura en n3mero de individuos por clase de longitud y para cada grupo de edad, lo cual es de importancia para c3lculos tales como las longitudes medias ponderadas para cada GE.

Considerando la proporci3n (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 = Proporci3n de peces que pertenecen al estrato de longitud j
- N = Tama1o de la muestra de longitudes
- n_j = Tama1o de la submuestra de edad en el estrato de longitud j
- q_{ij} = Proporci3n de n_j peces clasificados en el grupo de edad i
- L = N3mero de estratos de longitud

El primer t3rmino de la expresi3n entre par3ntesis corresponde a la varianza dentro de los estratos de longitud y el segundo a la varianza entre los estratos de longitud.



Estas 3ltimas expresiones permiten calcular, adem3s de la proporci3n con que participa cada GE, la varianza con que contribuye cada uno de los grupos.

4.4.4 Estimaci3n de pesos promedios por grupos de edad

La estimaci3n del peso a partir de la longitud promedio tiene un sesgo sistem3tico, 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 m3todos que permiten corregir en forma significativa este sesgo. Ambos m3todos, en lo que se ha comprobado, entregan resultados muy similares por lo que se opta en este estudio por desarrollar las correcciones bajo la metodolog3a 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 est3 frente a crecimiento isom3trico 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 funci3n 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 ecuaci3n anterior permite expresar el peso promedio de un grupo, en t3rminos de los par3metros (media y varianza) de la distribuci3n normal de sus longitudes.



4.5 Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadios de madurez macrosc3picos, y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificaci3n.

4.5.1 Trabajo a bordo

Para evaluar la condici3n reproductiva del stock de merluza de tres aletas, se recolectaron hembras de cada uno de los lances con pesca que se efectuaron durante el crucero de prospecci3n asociado a la fase del proyecto. Las muestras fueron seleccionadas en forma aleatoria, dado que 3stas debieron permitir estimar una serie de indicadores como es la proporci3n de estadios de madurez, el 3ndice gonadosom3tico, la fecundidad y la ojiva de madurez.

En cada lance con captura de merluza de tres aletas se consider3 realizar un muestreo biol3gico Sin embargo dado el bajo n3mero de lances efectivos en el crucero de prospecci3n, se registr3 un total de 284 ejemplares muestreados para la caracterizaci3n de la condici3n reproductiva.

A cada ejemplar se le registr3 la longitud total, el peso total y peso eviscerado con una balanza de contrapeso. En el caso de las hembras, a todos ejemplares por lance se les extrajeron los ovarios, los que fueron pesados e inmediatamente fijados en formalina al 10% tamponada (introducidos completamente en el fijador), previa asignaci3n del estado de madurez sexual mediante criterios macrosc3picos, seg3n la escala de madurez espec3fica de merluza (IFOP, 1985) que consta de los estadios descritos en las **Tablas 2 y 3**. La fijaci3n es una etapa esencial de la t3cnica histol3gica, siendo de gran importancia la velocidad de penetraci3n del fijador en los diversos tejidos para conservarlo lo m3s parecido al estado vivo y protegerlo de la autol3sis y del ataque bacteriano y evitando las distorsiones y retracciones que



sobrepasen los l3mites compatibles con la obtenci3n de cortes (Santander *et al.*, 1984 y Hunter, 1985).

4.5.2 Procesamiento de muestras

Las lecturas macrosc3picas de la madurez sexual, asignadas durante el procesamiento biol3gico a bordo, se corroboraron en el laboratorio mediante un examen microsc3pico de los ovarios fijados de acuerdo al diagn3stico morfohistol3gico del par3nquima gonadal, en base a los criterios b3sicos se1alados por Wallace y Selman (1981); Selman y Wallace (1989) para peces tele3steos y los descritos por Hunter y Macewicz (1985), apoyado adem3s de una escala microsc3pica apreciativa de la madurez sexual espec3fica para merluza de tres aletas reportada por C3rdova *et al.* (2003) (**Tabla 4**). El m3todo microsc3pico se basa en la observaci3n interna de la g3nada y resulta necesario para confirmar las apreciaciones macrosc3picas del grado de madurez, dado que permite obtener una informaci3n precisa y detallada de las distintas transformaciones morfol3gicas que acontecen durante el ciclo de maduraci3n sexual.

4.5.3 Estimaci3n de Indicadores reproductivos

Estimador del 3ndice gonadosom3tico (IGS)

Se calcul3 el 3ndice gonadosom3tico, como una proporci3n del desarrollo (peso) de la g3nada (W_g) con respecto al peso corporal (W). Tambi3n, el indicador se consider3 como un promedio ponderado de los 3ndices por lance, donde el ponderador corresponde a la captura de la especie en cada lance.



- **Estimador del 3ndice gonadosom3tico**

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

donde

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

- **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

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

Estimaci3n de estadios de madurez en la captura

El dise1o de muestreo para estimar la proporci3n de estadios de madurez corresponde a un muestreo aleatorio bi-et3pico, donde las unidades de primera etapa corresponden a los lances y de segunda etapa a la selecci3n de ejemplares al interior del lance.

Estimador de la proporci3n 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.

4.5.4 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 virginales, aquellas en EMS 1.

Debido a que un ejemplar puede estar maduro o inmaduro, los datos de madurez sexual poseen una distribuci3n binomial. Los datos fueron ajustados 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 se fijar3 en 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.

4.5.5 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 28 hembras que correspondi3 a la totalidad de la muestra disponible del crucero que clasific3 para el c3lculo de fecundidad.

Para el c3lculo de fecundidad total se consideraron aquellos ovarios intactos y en un estado avanzado de desarrollo, los que ser3n sometidos a un examen histol3gico para descartar aquellos con indicio de desove (fol3culos postovulatorios) o atresia folicular.



La estimaci3n de la fecundidad se efectu3 mediante la aplicaci3n del m3todo de la moda m3s avanzada, donde secciones de tejido ov3rico preservados en soluci3n fijadora fueron pesados con una precisi3n de 0,1 mg y los ovocitos disgregados del estroma se separaron por clase de tama1o a trav3s de una bater3a de tamices, con un rango de 250 a 2.000 micras, con un arrastre de agua en un sistema de vibraci3n. Los registros del n3mero de ovocitos retenidos en cada malla se utilizaron para la identificaci3n de los diferentes grupos modales.

Para el c3lculo de la fecundidad se utilizaron s3lo aquellos ovarios maduros, cuyas distribuciones de frecuencia mostraron al grupo modal m3s avanzado claramente identificable. El n3mero de ovocitos vitelados avanzados en la submuestra se utilizaron para la estimaci3n del n3mero total de ovocitos maduros del ovario (fecundidad total), de acuerdo a la expresi3n:

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

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} = N3mero 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 = N3mero de submuestras del ovario
 n^* = N3mero de hembras analizadas.

La estimaci3n de la fecundidad media poblacional, representativa del total de la poblaci3n de hembras maduras, requiere del ajuste de un modelo que explique los datos de la fecundidad total en funci3n de un par3metro corporal (peso, talla). En merluza de tres aletas la relaci3n entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total se ha ajustado a un modelo de regresi3n lineal simple (Lillo *et al.*, 2002; C3rdova *et al.*, 2003 y Lillo *et al.*, 2004):

$$4 \quad \hat{F}_j = \alpha + \beta W_j$$

El an3lisis de los resultados permiti3 determinar la condici3n reproductiva de la merluza de tres aletas, los que fueron comparados con los resultados obtenidos en evaluaciones anteriores, seg3n per3odos de realizaci3n de crucero de prospecci3n.



4.6 Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas, en el 1rea y per3odo de estudio

4.6.1 Proporc3n de captura

En el dise1o a emplear para determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante, se consider3 como unidad muestral el lance de pesca. La informaci3n b1sica que caracteriz3 el muestreo fue el peso de las especies en kilogramos, adem1s de la informaci3n que caracteriz3 el muestreo como el n1mero del lance, posici3n geogr1fica, hora de inicio y t3rmino, fecha y profundidad del lance.

En el dise1o se contempl3 la realizaci3n de un censo de lances, al interior de los cuales se tom3 una muestra aleatoria de la captura, cuyo tama1o estaba en funci3n a la cantidad extra3da. Para esto, al momento de traspasar la pesca desde la red al pozo, se extrajeron muestras en cajas de 30 kg y su n1mero vari3 de acuerdo a la siguiente escala de captura.

Intervalo Captura (kg)	N1mero 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 pr1ctica de realizar dicho pesaje en el buque factor3a y buque hielero debido a falta de espacio (limita el n1mero de cajas a muestrear) y tiempo disponible, por lo que se limit3 el n1mero m1ximo 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 total est3 dado por la siguiente relaci3n:

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

donde:

C_j : Captura total en el lance j .

C_o : Captura total tacumulada

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

W_{jk} : Peso en la caja k del lance j

M : N3mero total de lances en el viaje.

\hat{p}_{ej} : Estimador de la proporci3n de la especie e en el lance j

donde C_j se estim3 a partir de la observaci3n directa de la captura en los pozos de pesca, los cuales se encuentran debidamente cubcados en peso por el Armador del buque.

La expresi3n para el estimador de la varianza del estimador p_e , est3 dada por:

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



Donde

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

Lo anterior permiti3 determinar la importancia relativa global para el 1rea de estudio de la fauna acompa1ante. Posteriormente se agruparon los lances por rango de profundidad y posici3n latitudinal a fin de describir y analizar la presencia de las especies seg1n estas categor1as (m1todo gr1fico).

4.6.2 An1lisis de los datos

Se efectu3 un an1lisis descriptivo orientado a determinar el aporte porcentual en peso de las especies que componen la fauna acompa1ante del recurso ***M. australis***, destacando que se efectuaron descripciones en t1rminos de posici3n latitudinal y en forma global, respecto de la captura total obtenida y de la captura de la especie objetivo, adem1s de la captura de las especies que componen la fauna acompa1ante.

Para determinar el aporte porcentual en peso de cada especie respecto del total de la captura de ***M. australis***, se agrup3 la fauna acompa1ante por especie en rangos latitudinales. Para estimar la importancia relativa de las especies, se consider3 revisar el registro del volumen de captura espec1fico y efectuar la determinaci3n de la importancia relativa (en peso) de las especies que constituyen su fauna acompa1ante. La importancia relativa se determin3 en t1rminos de la contribuci3n a la captura total y en relaci3n a la especie objetivo. 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 hist3ricos se~alan que la fracci3n parental de *M. australis* generalmente conforma agregaciones de caracteristicas monoespecificas (Lillo *et al.*, 2002).

4.6.3 An3lisis comunitario

Este an3lisis consisti3 basicamente en establecer e identificar agrupaciones especificas dentro de la fauna acompa~ante, las que se obtienen a partir de la aplicaci3n de m3todos de an3lisis basados en la clasificaci3n y ordenaci3n de las especies. Estos m3todos num3ricos, seg3n Acuña *et al.*, 2004, permiten obtener una visi3n macro de c3mo est3 estructurada la comunidad a la cual esta asociada la especie objetivo.

4.6.3.1 Identificaciones de agrupaciones especificas

Para la identificaci3n de agrupaciones faunisticas especificas, el 3rea de estudio en cada caso fue dividida seg3n los criterios descritos anteriormente. El an3lisis consisti3 en la identificaci3n por macro zona de las agrupaciones especificas a partir del an3lisis de clasificaci3n de conglomerados (an3lisis de *cluster*) y de ordenaci3n MDS (*Multidimensional Scaling*) (Clifford & Stephenson, 1975).

Ambos m3todos requieren la construcci3n de una matriz de similaridad, la que fue estructurada a partir de una matriz de abundancia relativa (CPUA) de las especies componentes de la fauna acompa~ante, agrupadas por macrozona. La comparaci3n se realiz3 utilizando el 3ndice de similitud de Bray-Curtis (**BC**; Bray & Curtis, 1957), seg3n Arancibia 1988 la ventaja de utilizar este 3ndice es que no es afectado por las ausencias (valores cero). La funci3n del 3ndice se expresa por:



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

donde p n3mero de puntos macro zona rango batim3trico, x_{ij} es la abundancia relativa de la especie "i" en la macro zona "j" rango batim3trico "j" y x_{ik} es la abundancia relativa de la especie "i" en la macro zona "i" rango batim3trico "k".

Para equilibrar los valores at3picos (especies raras, poco comunes o con valores de abundancia relativa muy altos), los valores de la matriz original de abundancia relativa (CPUA) fueron transformados a trav3s de la aplicaci3n de ra3z cuarta ($\sqrt[4]{}$), seg3n el criterio propuesto por Clarke & Warwick, (1994).

4.6.3.2 Determinaci3n de diferencias entre asociaciones comunitarias (ANOSIM)

Una vez establecidas las agrupaciones comunitarias de la fauna acompa1ante a partir del an3lisis de clasificaci3n, estas fueron comparadas a trav3s del an3lisis de similitud ANOSIM de una v3a (Clarke y Green, 1988), con el prop3sito de establecer las diferencias que puedan establecerse entre las agrupaciones comunitarias identificadas. El an3lisis considera efectuar permutaciones no param3tricas, entre pares de datos, sobre la matriz de similitud obtenida a partir del 3ndice de similitud (**BC**). De esta forma, se obtiene el coeficiente **R** y su respectivo nivel de significancia, global y para todos los pares de datos comparados. El estad3stico **R** se encuentra definido por la siguiente ecuaci3n:

$$R = \frac{(r_B - r_w)}{n * (n - 1/4)}$$



donde: r_B corresponde al promedio de los rangos de similitud de todos los pares de replicas en las distintas macro zonas y r_W corresponde al promedio de todos los rangos de similitud entre r3plicas dentro de cada macro zona.

El valor de R puede variar entre -1 y +1. Cuando el valor de R es igual o pr3ximo a cero las agrupaciones espec3ficas resultantes no muestran diferencias en la estructura de sus valores de abundancia relativa (CPUA). Por otro lado, cuando el valor de R es igual o se aproxima a 1, es indicativo de que las agrupaciones obtenidas presentan diferencias en la estructura de sus valores de abundancia relativa (CPUA.).

Tanto los an3lisis de clasificaci3n y ordenaci3n como los an3lisis de similitud (ANOSIM) fueron realizados utilizando el paquete estad3stico R.

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

La caracterizaci3n de las agregaciones de merluza de tres aletas, se efectu3 mediante el uso de descriptores que se estimaron a partir de observaciones ac3sticas verticales realizadas durante la prospecci3n ac3stica, lances de pesca y navegaciones realizadas durante el crucero de evaluaci3n mediante el sistema de eointegraci3n Simrad ES-60 y EK-60. Estos datos fueron posteriormente procesados mediante el programa Sonardata Echoview[®], obteni3ndose un total de 181 registros de ecotrazos correspondientes a merluza de tres aletas.

Definiendo un ecotrazo como un conjunto de muestras ac3sticas que poseen una continuidad vertical y horizontal y adem3s 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 detecci3n e integraci3n 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 seña acústica.
- 5) Una vez limpio el ecograma se enmarcó el ecotrazo seleccionado dentro de una regi3n (rectangular) y se procedió a la detecci3n automática de agregaciones, delineándose de esta forma el contorno de ésta. Los parámetros de detecci3n fueron variables y dependieron de cada ecotrazo en particular, ya que en ocasiones un parámetro estandar provoca cortes en la agregaci3n.
- 6) Asignaci3n 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 “regi3n” la sumatoria de los S_A (PRC_NASC) que esta regi3n generaba en cada celda o IBM.

4.7.1 Descriptores morfol3gicos, batimétricos y de energía

Se utilizaron descriptores que se pueden clasificar en tres tipos: morfol3gicos que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones, batimétricos que definen su posici3n en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Fre3n *et al.* 1996). Y de energía que reflejan la energía retrodispersada por el blanco o agregaciones de peces. Dentro de los descriptores morfol3gicos estimados para las agregaciones se encuentran: el área transversal, altura, largo, elongaci3n y perímetro. De tipo



batimétrico se consideraron la profundidad del fondo, profundidad media de agregaciones e índice de altura (**Fig. 8**). Como descriptores de energía se considero la energía retrodispersada (expresada en S_a) y densidad acústica expresada en S_a/m^2 .

El área de una agregaci3n se obtiene asociando un rectángulo a cada muestra S con un valor de amplitud sobre el umbral de eointegraci3n. 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 agregaci3n ($Area$) 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 agregaci3n.

La dimensi3n fractal ($DFrac$) es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregaci3n, éste corresponde a la relaci3n entre la superficie de un cuadrado con un perímetro equivalente al de la agregaci3n y la superficie de la agregaci3n, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociaría al grado de cohesi3n entre los peces que constituyen la agregaci3n, especialmente en la frontera o borde de la agregaci3n (Scalabrin, 1997):



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

La elongaci3n (*Elon*) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregaci3n y es definido b3sicamente como la relaci3n entre el largo y el alto, donde valores elevados estar3n asociados a agregaciones de forma el3ptica, mientras que valores menores a agregaciones de tipo circular.

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

El Indice de altura (*IndAlt*) es utilizado para medir la posici3n relativa del centro de la agregaci3n en la columna de agua con respecto al fondo y se expresa en forma porcentual como:

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

Los descriptores de energ3a est3n referidos a la energ3a retrodispersada de las agregaciones en unidades de Sa (m^2/mn^2) y a la densidad ac3stica (*Dacust*) de las mismas referidas en unidades de Sa por 3rea (Sa/m^2), determinadas de acuerdo a:

$$Sa = 4 * \pi * (1852)^2 * 10^{\frac{S\bar{v}_{prom}}{10}} * Altura media$$



Donde:

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

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

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

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

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

$$Dacust = Sa/Area$$

Donde *Area*: Area transversal (m²) de la agregaci3n (definida a continuaci3n en descriptores morfol3gicos).

4.7.2 An3lisis de los datos

Las agregaciones con su morfolog3a, batimetr3a y energ3a asociada se referenciaron considerando su posici3n geogr3fica (latitud, longitud). Se aplic3 una logaritmicaci3n a los datos que no presentaban una distribuci3n normal. Lo anterior fue testado mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra, la cual compara la funci3n de distribuci3n acumulada observada de una variable con una distribuci3n te3rica 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 distribuci3n acumuladas te3rica y observada. Esta prueba de bondad de ajuste contrasta si las observaciones podr3an razonablemente proceder de la distribuci3n 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. Las variables que aún no presentaban una distribución normal fueron analizadas mediante el test de Krustal Wallis para distribuciones no normales

Se realizó un análisis de los descriptores de acuerdo a rangos latitudinales y a rangos de fondo (rangos de 100 metros). Luego, los datos fueron analizados mediante la aplicación del análisis de componentes principales (ACP). Este método permite resumir la información contenida en la matriz de datos y permitir una representación visual o geométrica de la información (Rencher, 1995), preservando las características de la observación original.

Se redujo la dimensionalidad del problema obteniéndose nuevas variables que fueron expresadas como combinación lineal de las variables originales. Para el logro de lo anterior, se utilizó 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 aplicó el criterio de selección 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 interpretación.



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

4.8.1 Muestreo a bordo

Los est3magos estudiados fueron obtenidos a partir de los muestreos biol3gicos de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) efectuados a los ejemplares capturados en el B/F Ocean Dawn. Las muestras de ejemplares de merluza de tres aletas fueron tomadas al azar y se registr3 la informaci3n del lance de pesca (fecha, n3mero del lance, y posici3n). En los muestreos realizados se colectaron los est3magos de los ejemplares, los cuales fueron etiquetados y almacenados, para su posterior an3lisis en laboratorio. Durante el muestreo tambi3n se registr3 el estado del est3mago, clasific3ndose como vac3o, rotos y con contenido.

4.8.2 Procesamiento de las muestras en laboratorio

Antes de realizar el procesamiento o an3lisis del contenido estomacal, los est3magos fueron puestos en bandejas durante 24 horas para eliminar el exceso de soluci3n preservante. Posteriormente, cada est3mago se identific3 en un registro indicando el n3mero de la etiqueta, luego fueron pesados (gramos), luego se extrajo el contenido estomacal pes3ndose individualmente. Las presas contenidas en los est3magos fueron identificadas (al menor nivel taxon3mico posible y observado bajo lupa), contadas y pesadas (peso h3medo con 0,01 gramo de precisi3n). El estado de digesti3n de las presas se clasific3 seg3n 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 digesti3n, pero la presa est1 entera. En el caso de peces la piel ha perdido su tonalidad, las aletas muestran estado de digesti3n (p3rdida de tejido).
- **Frescos:** las presas muestran muy peque1os rasgos de digesti3n, permanecen enteras y su piel sana, e incluso con escamas.

Esta informaci3n permiti3 explorar alguna relaci3n de la alimentaci3n con la hora del lance de pesca; por ejemplo una mayor proporci3n (porcentual) de est3magos con estados frescos y enteros podr1a indicar una condici3n activa de alimentaci3n de merluza de tres aletas. Por otro lado, en los casos posibles, en los peces presas fueron medidos en longitud total. Informaci3n que fue traspasada archivo computacional para su procesamiento y an1lisis.

Para llevar a cabo el an1lisis de las muestras estomacales en laboratorio se emplearon diversos elementos, como pinzas, tijeras, bistur1, agujas de disecci3n, placas petri, frascos, lupa estereosc3pica, balanzas (0,01 g precisi3n), y claves taxon3micas pertinentes para plancton, crust1ceos, moluscos y peces (Retamal, 1981, 1994, 2000; 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 digesti3n se prest3 atenci3n a su forma, hocico, aletas, cola, musculatura, color de piel, escamas y otolitos para intentar identificar el 1tem. En el caso de los crust1ceos-presa se observ3 diversas caracter1sticas, como por ejemplo forma del caparaz3n, ap3ndices, ojos y tama1o de los ojos. Por 1ltimo, cuando no fue posible identificar la presa, 3stas fueron clasificadas como restos seg1n la respectiva *taxa* m1s elevada; por ejemplo restos de peces y restos de crust1ceos.



4.8.3 An3lisis de los datos

En el an3lisis del contenido estomacal fueron empleados descriptores cuantitativos propuestos por Hyslop (1980), que a continuaci3n se describe:

- **Num3rico:** cada ítem de presa encontrado en los est3magos es contado y expresado en forma porcentual del total de presas del ítem en el total de est3magos con contenido analizados.
- **Gravim3trico:** consiste en pesar cada tax3n presa en cada est3mago. Se emplea este m3todo por sobre el volum3trico, porque considera que el peso es una variable adecuada cuando se recolecta gran cantidad de material, es relativamente f3cil 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 est3magos.
- **Frecuencia de ocurrencia:** n3mero de veces que el ítem aparece en el total de los est3magos, expresados en porcentajes.

La importancia relativa de cada tax3n de presa se determin3 mediante un índice combinado, denominado Índice de Importancia Relativa estandarizado a 100% (%IIR) propuesto por Cort3s (1997), el cual es una modificaci3n al IIR descrito por Pinkas *et al.* (1971, *fide* Berg, 1979). Una de las principales ventajas de emplear el IIR estandarizado es que permite y facilita la comparaci3n entre estudios dietarios y se estima como:

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



donde,

N: Porcentaje del n3mero de presas de cada tax3n encontrado en los est3magos analizados de la especie objetivo.

P: Porcentaje del peso de las presas de cada tax3n, expresado en forma porcentual respecto del peso total de todos los taxa de presa.

F: Porcentaje de la frecuencia de aparici3n de cada tax3n presa.

i: ítem presa $i = 1, 2, \dots, n$

Esta informaci3n fue complementada con la informaci3n de dieta registrada (IIR) para la especie en estudios de a3os anteriores, proveniente de proyectos similares.



5. RESULTADOS

5.1 Calibraci3n del sistema de ecointegraci3n

La calibraci3n ac3stica del sistema de ecointegraci3n del B/H Fr3osur IX se realiz3 el 11 de agosto en Puerto Chacabuco (XI regi3n). Los resultados obtenidos se entregan en la **Tabla 5**. La nueva ganancia se estim3 en 23,97 dB, mientras que la calibraci3n en el B/F Ocean Dawn se realiz3 el 3 de septiembre del 2007 tambi3n en Pto. Chacabuco, estim3ndose 3sta en 27,55 dB (**Tabla 6**).

5.1.1 Lances de pesca

La ejecuci3n de los lances de pesca no estuvo exenta de problemas, en primer lugar por las condiciones meteorol3gicas en la zona sur del 3rea de estudio cubierta por el B/H Fr3osur IX que limit3 notablemente su operaci3n referida a la ejecuci3n de lances, completando solamente 3 lances (sin 3xito). Se debe consignar adem3s que cuando se efectuaron los lances comparativos durante el crucero (que no se incluyen en el listado de lances) no se obtuvo pesca, por lo que a fin de comparar los resultados de ambas redes se recurri3 a lances anteriores a la prospecci3n de merluza de tres aletas, durante el crucero de evaluaci3n de merluza de cola con lances efectuados entre el 13 y 14 de agosto por ambas embarcaciones en una zona en com3n (**Anexo 2**) y con las mismas redes utilizadas en la prospecci3n, s3lo cambia la especie. En este sentido, la prueba estadística demostr3 que las estructuras de talla obtenidas por las redes de ambas embarcaciones no presentan diferencias estadisticamente significativas entre s3, raz3n por la cual no existen evidencias para rechazar la hip3tesis nula, es decir, la estructura de tallas obtenida en los lances comparativos realizados por Ocean Dawn no difiere de la estructura obtenida por el Fr3osur IX. Aun as3 en este crucero adem3s de los lances realizados



por el B/F Ocean Dawn y el B/H Fríosur IX, se incorporan los lances efectuados por el B/F Unión Sur durante el periodo y zonas en común de operaci3n, los cuales fueron debidamente muestreados bajo los estándares de muestreo del Ifop. De esta forma se completó un total de 23 lances de los que se entrega su distribuci3n geográfica y composici3n de capturas (**Tabla 7**).

5.2 Determinar la biomasa, abundancia y la distribuci3n del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio

5.2.1 Biomasa y abundancia

Producto de la incertidumbre que provoca la relaci3n 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 estimaci3n relativa de la abundancia, sin embargo considerando que esta relaci3n ha sido utilizada en estudios de ańos anteriores, los resultados son comparables entre sí. 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 96,390 y 100,511 millones de ejemplares según el método aplicado, siendo los mayores con el método de Bootstrap y el geoestadístico, aun así la diferencia máxima alcanzó al 4,3% entre métodos (**Tabla 8**).

La biomasa total varió entre 97.639 y 101.814 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 0,11.



Considerando el m3todo geostadístico la biomasa se estimó 98.500 toneladas (**Tabla 8**) con un intervalo de confianza entre 79.400 y 117.600 toneladas.

El reporte de los S_A medios y varianza obtenidos por cada uno de los m3todos se entrega en la **Tabla 9**.

Al realizar la estimaci3n con la relaci3n de fuerza de blanco-talla de Monstad (1992), y con el m3todo geoestadístico, se obtuvo una biomasa total de 134.174 toneladas, resultando un aumento del 36,2% respecto al estimado con la relaci3n de Lillo (1996). Mientras que al utilizar la relaci3n de TS-talla de Godø *et al.* (2002) se obtuvo un estimado de biomasa de 34.949 toneladas, con una reducci3n del 64,5% respecto al estimado en este estudio. Finalmente al utilizar la nueva relaci3n para merluza de tres aletas estimada por Lillo *et al.*, 2006 se obtuvo una biomasa de 113.093 toneladas, con un aumento del 15% (**Tabla 10**).

En la estimaci3n de la abundancia, se empleó la informaci3n de distribuci3n de frecuencia de tallas y las relaciones peso-longitud (**Tabla 11**) obtenidas durante el crucero de prospecci3n.

La abundancia de la fracci3n desovante considerada como aquella mayor a 36 cm de longitud total, representó el 97,6% en machos y 99,9% en hembras, indicando la presencia de un stock esencialmente adulto durante el per3odo y área de la prospecci3n (**Tablas 12 y 13**), mientras que la composici3n sexual del recurso en abundancia fue de un 51,1% de hembras y de un 48,9% de machos.

5.2.2 Distribuci3n espacial del stock de merluza de tres aletas

Durante el crucero se prospectó un área de 1.849 millas náuticas cuadradas, con una distribuci3n espacial del recurso que mostró el patr3n característico para esta especie



en el área y período del estudio, esto es, ocupando una estrecha franja asociada a la plataforma y talud continental (**Fig. 9**). Esta situación también es observada en los parámetros del variograma, que ajustado a un modelo exponencial (**Fig. 9**) presentó una distribución estructurada en un rango de 2,2 millas náuticas, estando su varianza compuesta en un 61,3% por el modelo (**Tabla 14**)

Dentro del área de estudio el recurso se distribuyó principalmente entre las latitudes 47°20'S y 49°40'S, encontrándose un foco principal de concentración entre las latitudes 48°50'S y 49°00'S y un foco secundario de baja concentración entre las latitudes 47°20'S y 47°30'S (**Fig. 8**). El centro de gravedad (CG) este año se ubicó en la latitud 48°28'S, entre las dos zonas de concentración pero más cercana al foco principal, (al centro), su valor de inercia alcanzó los 0,72, menor que el año anterior reflejando una distribución más acotada que el año 2006 (inercia de 0,83). El CG respecto al año anterior es un poco más al norte donde se ubicó en la latitud 49°16'S. El año 2005 el CG de la distribución estuvo centrado en la latitud 48°46'S (Saavedra *et al.*, 2006), más al sur que lo observado en el presente caso, mientras que el año 2004 el recurso se encontró ubicado más al sur (CG 50°10'S) (Lillo *et al.* 2004). El año 2003 el CG se ubicó en la latitud 47°45'S. Los años 2002 y 2001 el centro de gravedad de las distribuciones se ubicó en la zona central del área de estudio en las latitudes 48°27'S y 49°42'S respectivamente.

La distribución batimétrica de la merluza de tres aletas fluctuó entre los 100 y 350 metros de profundidad alcanzando un valor promedio de 200 metros, rangos similares a los observados en años anteriores

La fuerte concentración que es característica de este recurso en el período de desove en el área de estudio, se refleja en el valor estimado para el Índice de Gini, el cual



alcanzó un valor de 0,96 cifra mayor al 2006 (0,91) y de similar valor al año 2005 (0,97) indicando la característica de este recurso de conformar agregaciones de alta concentración dado el período de desove. Esta condición se repite año a año situación que se aprecia observando las curvas de Lorenz (**Fig. 10**).

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 históricamente, 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 del momento en que se realiza el crucero, el cual se debe realizar 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. Para el control de este factor se consideró 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 en la proporción de los S_A asignados a la especie objetivo, lo cual fue abordado mediante la realización de los lances de identificación y asignación por proximidad directa a la vecindad del lance de pesca. 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 p3rdida de informaci3n por cabeceo y roleo del buque durante la prospecci3n no fue posible de medir ya que no se dispone del software ni de los equipos necesarios, pero ante la imposibilidad de medirlo, se opt3 por minimizarlo realizando las transectas en sentido oeste-este, de tal forma que el buque navegaba con viento en popa, por lo que se puede conceder que la p3rdida de se1al por este concepto, si la hubo, no fue significativa. Respecto a la migraci3n del stock y a la posibilidad de re-insonificar al mismo recurso, a fin de minimizar esa posibilidad y ya que se cont3 con la participaci3n de 2 buques el 1rea se barri3 de norte a sur desde el l3mite norte del 1rea por el B/F Ocean Dawn y de sur a norte desde el l3mite sur del 1rea por el B/H Fr3osur IX.

Tambi3n se cuantific3 la incerteza asociada a la evaluaci3n ac3stica mediante la metodolog3a propuesta por Rose *et al.* (2000) y recomendada por O'Driscoll (2004), a fin de evaluar diferentes fuentes de error en la estimaci3n de la biomasa, bajo un enfoque de simulaci3n modelo basado, donde los t3rminos de la ecuaci3n hidroac3stica son tratados como variables aleatorias que pueden ser descritas por una distribuci3n de probabilidades. El m3todo simulado fue el de Hansen considerandose como fuentes de error en la estimaci3n de la biomasa los estimadores involucrados en el factor de ecointegraci3n (fuerza de blanco promedio (\overline{TS})), la composici3n de tama1os (\hat{P}_k), peso medio (\hat{W}_k) y las lecturas ac3sticas por intervalo b1sico de muestreo (\hat{R}). Para cada una de las fuentes de error se determin3 su distribuci3n de probabilidad asociada y se realizaron 5.000 simulaciones MonteCarlo en el proceso de estimaci3n de la biomasa, con el objetivo de obtener una estimaci3n de la incerteza del estimado.

La biomasa y sus l3mites de confianza estimadas mediante el m3todo propuesto por Rose *et al.*, (2000) y recomendado por O'Driscoll *et al.*, (2004), se estim3 en 97.445 t, con un coeficiente de variaci3n de 0,12 con una diferencia de 194



toneladas respecto al estimado en el estudio con el mismo m3todo y un coeficiente de variaci3n 0,01 punto menor respecto al estimado en el estudio.

Respecto a la incerteza generada por el bajo n3mero de lances efectivos con muestra de merluza de tres aletas, la que no se puede desconocer, y que podr3a tener efectos en la precisi3n del estimado en el sentido de que las distribuciones de frecuencia obtenidas sean representativas del stock presente en el 3rea de estudio, y tomando en cuenta que hist3ricamente el stock evaluado es un stock adulto con una baja variabilidad en los tama3os medios y que adem3s las estructuras de talla obtenidas en todos los cruceros de investigaci3n no difieren significativamente de las estructuras obtenidas por la pesca comercial (dada la edad adulta del stock), podemos esperar que el aporte como fuente de error del n3mero de lances efectivos no sea relevante. Si bien no se cumpli3 a cabalidad este 3tem, la evaluaci3n hidroac3stica y el plan de desarrollo de las transectas se logr3 completar al 100%, disminuyendo en cierto margen la incerteza del estimado.

5.2.4 Preparaci3n manuscrito en idioma ingl3s para enviar a publicaci3n

El manuscrito preliminar se encuentra en el **Anexo 4** "Evaluaci3n de fuentes de error en la estimaci3n de abundancia y biomasa ac3stica de la merluza de tres aletas a trav3s de simulaciones Monte Carlo.", el cual se presenta en espa3ol y se encuentra aun en la etapa de desarrollo del an3lisis y discusi3n de resultados.



5.3 Estimar la composici3n de tallas, edad y proporci3n sexual del stock desovante de merluza de tres aletas en el 1rea de estudio, referido principalmente a su distribuci3n espacial y batim3trica.

5.3.1 Composici3n de tallas y proporci3n sexual

Muestreos

Debido al escaso registro de informaci3n de estructura de talla a partir de los lances de identificaci3n de los buques Ocean Down y Fr3osur IX (460 ejemplares), se complement3 la informaci3n con estructuras de tallas provenientes de lances de pesca del B/F Uni3nsur para el mismo per3odo (20-26 de agosto de 2007) y 1rea de estudio. El total de merluzas de tres aletas muestreadas fue de 1.324 individuos (727 machos y 597 hembras, **Tabla 15**), en donde el 95% corresponde al 1rea 2 Golfo Penas-Ladrillero con 1.259 ejemplares, y los restantes 65 ejemplares corresponden al 1rea 3 Trinidad-Concepci3n. Esta cantidad de muestra son similares al crucero hidroac3stico de merluza de tres aletas efectuado en el a3o 2003 (Lillo *et al.*, 2004), pero inferior a los estudios efectuados en el 2005 y 2006 (Saavedra *et al.*, 2006 y 2007, respectivamente).

Distribuci3n de talla en la zona de estudio, estrato espacial y batim3trico.

Como ha sido habitual en los anteriores estudios de evaluaciones directas sobre merluza de tres aletas en el 1rea y per3odo de desove, la estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el 1rea y per3odo de estudio fue principalmente de individuos adultos, con escasa presencia de individuos juveniles (0,5% <35 cm) y una talla adulta promedio de 54 cm (**Tabla 15**).



La composici3n de tallas registr3 una moda principal entre 54 y 63 cm, seguido de la presencia de ejemplares entre 40 y 50 cm (**Fig. 11**). La proporci3n sexual registr3 una leve superioridad de las hembras (51%, **Tabla 15**) respecto de los machos (49%), siendo habitual que la composici3n de talla de la hembra registre un desplazamiento de la distribuci3n a la derecha respecto de los machos (**Fig. 11**), en donde la talla promedio de las hembras (56 cm) supera a los machos (52 cm, **Tabla 15**).

Latitudinalmente, durante el estudio solo se registr3 informaci3n de la distribuci3n de talla del 3rea 2 Golfo de Penas-Ladrillero (**Tabla 15**), la cual sustenta pr3cticamente la estructura total del 3rea de estudio. Luego, la descripci3n de la composici3n de talla entregada para el 3rea total es similar a las registradas en el 3rea 2 Golfo de Penas-Ladrillero (**Fig. 11 y Tabla 15**). Mientras, el 3rea 3 Trinidad-Concepci3n registr3 una muy escasa informaci3n de estructura de talla con 65 ejemplares medidos, no obstante el rango de tallas (36 – 63 cm) est3 dentro del rango de la estructura del 3rea 2 Golfo de Penas-Ladrillero (**Tabla 15**).

Distribuci3n de talla del crucero de investigaci3n y la pesca comercial en la zona de estudio.

La estructura de talla registrada en el estudio fue analizada respecto de la estructura de talla del recurso registrada en la captura comercial del buque surimero (dirigido a pescar merluza de tres aletas), para la misma 3rea y per3odo de estudio (**Fig. 12**), en donde ambas distribuciones de tallas presentaron pertenecer a una similar familia de distribuci3n de talla; en donde, la estructura de la pesca comercial registr3 una presencia de hembras (54%) mayor que respecto de la estructura del estudio, la cual registr3 mayor predominio de las hembras (51%, **Fig. 12**).



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

Las estructuras de tallas de merluza de tres aletas del crucero 2006 fue analizada respecto de los resultados obtenidos en los cinco cruceros anteriores, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006 (C3rdova *et al.* 2003, Lillo *et al.* 2004 y 2005, Saavedra *et al.* 2006 y 2007, respectivamente), realizados para la misma 3rea de estudio con similar metodolog3a (**Fig. 13**).

La alta presencia de adultos entre 50 y 65 cm (**Fig. 13**) registrada en la distribuci3n de talla de merluza de tres aletas confirma para el 2007 la presencia de la fracci3n de la poblaci3n que participa en el proceso migratorio reproductivo de esta especie (Lillo *et al.* 2002); siendo la composici3n de una familia de distribuci3n similar a las estructuras registradas en los a3os 2002 y 2005 (**Fig. 13**), no obstante que esos a3os la proporci3n de hembras present3 valores (47% y 48%, respectivamente) inferiores respecto del valor registrado en el 2007 (51%). Por otro lado, la estructura del 2007 no registr3 una mayor presencia de adultos entre 40 y 50 cm, que respecto de la estructura de talla del 2006, en donde dicho rango de talla si registr3 una mayor presencia (**Fig. 13**). Luego, la distribuci3n de talla del 2007 se sit3a respecto de a3os anteriores con una distribuci3n de la moda principal desplazada a la derecha (**Fig. 13**).

Las distribuciones de tallas de merluza de tres aletas subdivididas por rango latitudinal en los seis a3os de estudios se observa claramente la presencia de la moda de adultos entre 50 a 65 cm (**Fig. 14**) que participan en el proceso reproductivo de la especie; siendo esta muy marcada en el a3o 2007, y principalmente en el 3rea 2 Golfo de Penas-Ladrillero, situaci3n que tambi3n fue registrada en el a3o 2002 para la misma 3rea (3rea 2).



5.3.2 Estructura de edades del stock

La colecta de muestras en los aspectos referidos a toma de ejemplares para medici3n de longitudes (azar) y muestreo biol3gico espec3fico en que se registran otras mediciones de los ejemplares adem3s de la talla y se colectan los otolitos, fue llevado a cabo seg3n la definici3n metodol3gica para el Crucero de Investigaci3n, no obstante la operaci3n *in situ* deriva en situaciones que a veces hacen variar el plan de n3mero de lances con 3xito que pueden proporcionar informaci3n biol3gica.

El stock evaluado de merluza de tres aletas, estuvo compuesto por ejemplares de rango de tallas comprendido entre los 28 y 69 cm de longitud total. Para el estudio de estructura de edad se colect3 bordo del B/F Ocean Down (OD) una muestra de 282 pares de otolitos (155 machos y 127 hembras). Esta muestra fue complementada con muestreos de otolitos que se obtuvieron en la misma 3rea y 3poca, en la actividad de muestreo que se realiz3 a bordo del B/f Uni3n Sur (US), los cuales correspondieron a muestras de peces entre 31 cm y 64 cm de longitud, adicionando con esto 380 pares de otolitos (158 machos y 222 hembras) al estudio.

Los Lances de pesca realizados y el muestreo de ejemplares se presentan en la **Figura 15**, en donde se puede apreciar tanto la magnitud de la captura como asimismo el grado de muestreo.

El n3mero de otolitos colectado por clase de talla es bastante similar (en proporci3n) a la distribuci3n de tallas observadas en el muestreo de longitudes (N=1.325 individuos, con 728 machos y 597 hembras), como se observa en la **Figura 16a**.



En la estructura de tallas ponderadas (usando de ponderador la captura del lance), se aprecia que la ponderaci3n le imprime un cambio notable a la estructura de tallas, realizando la moda que se produce a la clase de talla 56-57 y 58-59 cm, **Figura 16b**.

Para la estimaci3n de edad se analiz3 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 discriminaci3n de anillos de crecimiento, tanto secundarios como de caracteristicas anuales, se mantenga en el tiempo y a trav3s de los diferentes estudios.

La observaci3n de las muestras se realiz3 empleando microscopios estereosc3picos con magnificaci3n 10X. Para registro de im3genes se utiliz3 sistema de an3lisis con software Image Pro-Plus, el cual potencia las im3genes capturadas y permite el registro de elementos de mediciones que permiten la conformaci3n de colecciones de referencia en este recurso. Una muestra de c3mo se presentan en la observaci3n estas estructuras se presenta en la **Figura 17**.

Las Colecciones de referencia corresponden a registros en que queda grabado en im3genes y datos las observaciones que permiten la ilustraci3n (criterios de discernimiento) de los estudios de muestras para las generaciones futuras, lo cual forma parte del trabajo del Laboratorio de Edad y Crecimiento de IFOP, dentro del marco del proyecto "Actualizaci3n y Perfeccionamiento de Metodologías Científicas para el Estudio de Edad en peces" (financiado por INNOVA-SUBPESCA).



En el estudio de edad de la colección del crucero 2007, las muestras fluctuaron entre los 28 y 69 cm en las que se observó edades entre 2 y 25 años.

Relaciones peso - longitud

Las relaciones peso - longitud (**Tabla 11**) producto de los muestreos biológicos específicos realizados en el área de operación presentan la dispersión de las variables que se muestra en la **Figura 18**.

Si se compara las estimaciones que entregan las curvas teóricas que describen las funciones peso talla en los últimos 6 años en que se ha realizado el crucero de investigación de este recurso, se tiene que en el 2004 y 2006 ha sido donde se han registrado los menores pesos corporales de este período (**Figura 19**), lo cual en tales años, es coincidente con la presencia de ejemplares que han pasado el proceso de desove recientemente.

En la figura mencionada se puede apreciar que durante el crucero 2007 el recurso se encontraba en su estado de peso dentro de la franja de los valores promedios normales observados a la talla. Si se le compara con los años anteriores 2006 y 2004 las diferencias en peso según talla son notables.

Abundancia por grupos de edad

La estructura de edades fue estimada a partir de las claves edad-talla correspondientes al crucero de prospección realizado en el área de estudio. En estas condiciones, los grupos de edades presentes en las capturas obtenidas durante los lances de identificación comprendieron a ejemplares pertenecientes a los grupos de edades 2 a 20⁺ (**Tablas 12 y 13**). Se agrupa en 20+ todas las



edades superiores ó iguales a 20, a fin de reunir en un grupo “más” la información de peces más longevos. Esta forma de agrupación sigue el formato aplicado en forma histórica en el estudio de la pesquería.

La abundancia total de 97.239.608 corresponde a 47.520.158 machos (48,9%) y 49.719.450 hembras (51,1%). La estructura por grupos de edad corresponde a un tipo de estructura compuesto por numerosos grupos de edades que van fluctuando en intensidad lo que es típico de observar en este recurso.

La abundancia fue desagregada por clases de longitudes, empleando en forma particular la información de distribución de tallas obtenida del muestreo al azar de los lances de pesca efectuados en la zona, ponderados según la captura que se obtuvo en cada uno de ellos y las relaciones peso-longitud.

En la estructura de la abundancia registrada en el Crucero de Evaluación, se aprecia que tiene un fuerte componente de ejemplares adultos jóvenes representados por la moda en el GE IX (**Tablas 12 y 13**) correspondiendo a peces de talla promedio de 49,6 – 52,2 cm en machos y hembras respectivamente y adultos de GE XVIII cuyas tallas promedio se presentan entre 57,2 cm – 60,3 cm.

Si se considera ambos sexos en común el GE IX representa el 10% y el GE XVIII el 12% de la estructura.

Esta especie presenta un crecimiento notablemente lento después de la edad 7, con incrementos en longitud muy pequeños de año en año. Esto se traduce, en la práctica, en que existe un rango de tallas (48 – 60 cm) que contiene una gran variedad de edades como se puede apreciar en las matrices de composición por GE de la abundancia (**Tablas 12 y 13**).



Las estructuras de edades de las abundancias de los Cruceros de Investigación (2001-2007) se presentan en la **Figura 20**. A modo de referencia se incluyó también la estructura que constituye la remoción por la pesquería anual (período 2001 y 2006), considerando ambos sexos en común. Si se observa la columna A de gráficas en esta figura, en donde se presenta la estructura por GE en porcentaje, se aprecia que la moda en la pesquería (representada con barras vacías) tiene tendencia a presentar modas principales en edades de adultos jóvenes (GE III, IV, V; VI, VII y VIII en el 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006 respectivamente, moda que se sigue secuencialmente su traspaso de año en año) y una menor participación en la remoción de grupos de edades mayores (**Figura 20 A**).

En la época de desove, que es el período donde se ejecutan los cruceros de evaluación, la estructura que presenta la abundancia es diferente. Esto se aprecia particularmente en la columna B de la **Figura 20**, en que se representa tanto Abundancia registrada por Grupo de Edad en cada Crucero de Investigación, como asimismo la captura en número que ha sido extraída cada año. Al observar la secuencia correspondiente a la abundancia, se encuentra tanto la moda principal como así mismo la mayor concentración focalizada hacia peces más adultos, de 12 y más años, excepto en los años 2004 y 2006. El año 2007 presenta parte de su composición concentrada en forma importante en peces del GE XVIII y mayores, no obstante igual se presenta el GE IX de forma relevante, siguiendo la trayectoria de la marcada moda del GE VIII que se produjo en el año anterior.

En los años 2004 y 2006, en que se ha encontrado en el área de estudio una fuerte componente de peces en fase de post desove, se observa una baja representación de la fracción de adultos mayores, los cuales posiblemente siguiendo su patrón de migración ya no están presentes en el área.



De otro modo, se destaca la permanencia del sector compuesto por adultos jóvenes (GE III en el 2001; GE IV en el 2002; GE V en el 2003; GE VI en el 2004; GE VII en el 2005; GE VIII en el 2006; IX en el 2007) en toda la serie histórica, indicando una posible permanencia de este grupo en la zona ó al menos sugiriendo que no siguen el mismo comportamiento de los más adultos.

En la **Figura 21** se muestra la estructura de la serie de siete años en que se ha realizado cruceros de evaluación del recurso en el área de interés, tanto en composición de abundancia por tallas, como por GE. Se presenta señalado como **ca98** la clase anual que nació en 1998, como un ejemplo de secuencias que se siguen en forma más notable. Otras clases anuales se siguen aunque no tan marcadamente como la mencionada. Parte de lo que afecta al seguir otras clases anuales de diferente fuerza es lo ocurrido en los años 2004 y 2006, en que no se tuvo registro de la estructura al momento de que estaban los adultos mayores presentes. Es así como por ejemplo, la presencia de la clase anual 89 (**ca89**), se aprecia en forma notable en años precedentes al 2004; en el 2004 casi no se presenta; vuelve a estar presente el año 2005 como modal, en el 2006 baja notablemente su presencia en el área estudiada, y en el 2007, en que la muestra tuvo gran componente de adultos mayores esta **ca89** vuelve a destacarse como GE XVIII.

Se presenta en la **Tabla 16** la abundancia por GE, con su respectiva varianza y coeficiente de variación asociado. Como es característico el CV toma valores elevados en los casos donde la información es escasa y en los grupos de modales más relevantes este coeficiente alcanza valores entre 15 – 23 %.



5.4 Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadi3s de madurez macrosc3picos, y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificaci3n

Para el estudio del estado reproductivo se procesaron 284 ejemplares de merluza de tres aletas (machos: 164; hembras: 120), provenientes de los lances de identificaci3n realizados el 25 y 26 de agosto. De 3stos, 114 ovarios fueron sometidos a un procesamiento histol3gico para un an3lisis microsc3pico de la condici3n reproductiva.

La amplitud de tama3os de los ejemplares muestreados para el estudio de aspectos reproductivos oscil3, en los machos, de 28 a 54 cm de longitud total, mientras que en las hembras el rango de tama3os abarc3 de 29 a 69 cm de longitud total. El espectro de tama3os analizados permiti3 obtener una buena cobertura del estado reproductivo de la poblaci3n

A modo complementario, en consideraci3n al bajo n3mero de lances exitosos y de ejemplares analizados en el estudio, se entrega informaci3n reproductiva de registros y muestras de especimenes capturados en similar zona de prospecci3n durante agosto y septiembre de 2007, en el marco del proyecto de seguimiento de la pesquer3a demersal austral (PDA). Este an3lisis permiti3 evidenciar la evoluci3n temporal del proceso de desove en el 3rea de estudio. Para este efecto se analizaron 379 ejemplares (157 machos y 222 hembras), recolectados entre el 20 y 26 de agosto, y 334 hembras muestreadas entre el 3 y 19 de septiembre.

5.4.1 3ndice gonadosom3tico

El 3ndice macrosc3pico promedio (IGS) calculado para el total de machos correspondi3 a 4,5 (d.s. = 2,4), y para el total de hembras, a 8,1 (d. s. = 5,3), valor



de IGS que no se vio mayormente influenciado, en ambos sexos, por la presencia de juveniles, dada la escasa representación de éstos en la muestra. El índice gonádico para los ejemplares a partir de los 36 cm de longitud total, los cuales se consideraron maduros, de acuerdo al estimado de la talla de primera madurez sexual reportada por Córdova *et al.* (2003) y Lillo *et al.* (2004), fue de 4,8 (d.s. = 2,4) en los machos y de 9,4 (d.s. = 4,8) en las hembras, lo que confirma lo indicado anteriormente. La dispersión de los valores del índice reflejado en la desviación estándar se explica por la presencia tanto de ejemplares en desove reciente como próximos a desovar.

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 4,9 (d.s.= 0,27) en los machos y de 9,6 (d.s.= 0,45) en las hembras, valores similares al valor promedio obtenido por sexo.

El estimado del IGS para la fracción adulta de los ejemplares muestreados en agosto (PDA), indicó un valor promedio de 19,3 (d.s. = 9,0) en los machos y de 19,4 (d.s. = 8,1) en las hembras, mientras que para las hembras recolectadas en septiembre (PDA), el IGS correspondió a 5,1 (d.s. = 4,3).

El análisis del IGS promedio por lance de la fracción adulta, en sentido latitudinal, complementada la información del crucero con los registros de la PDA, permitieron visualizar la evolución del proceso de actividad de desarrollo gonadal y de desove en el área de estudio durante el bimestre agosto-septiembre (**Fig. 22**). En los datos del crucero, los valores oscilaron de 4,6 a 5,1 en los machos y de 8,2 a 10,3 en las hembras. El análisis de varianza teniendo como factor los lances, señaló que no existen diferencias significativas del índice gonadosomático entre los niveles del



factor para los machos con un $F_{(3,921)} = 1,26$ ($p > 0,0005$), mientras que en las hembras las diferencias fueron significativas con un $F_{(3,937)} = 4,66$ ($p < 0,0005$). Para los registros de agosto de la PDA, el IGS oscil3 de 10,47 a 29,03 en los machos, y de 15,81 a 23,98 en las hembras. El an3lisis de varianza indic3 diferencias significativas para ambos sexos, con un $F_{(1,82044122)} = 3,808117396$ en los machos y un $F_{(1,7987)} = 2,19$ en las hembras. Con respecto a las hembras de septiembre de la PDA, el IGS fluctu3 de 1,99 a 13,23, encontr3ndose diferencias significativas entre los lances con un $F_{(1,698)} = 9,74$. De acuerdo a los resultados del IGS, la merluza de tres aletas en el per3odo de an3lisis se encontr3 en un proceso reproductivo en desarrollo, caracteriz3ndose por valores relativamente altos hasta mediados de agosto en los ejemplares provenientes de la PDA en agosto, mientras que se observ3 una notoria ca3da del IGS a finales de agosto en los espec3menes recolectados en el crucero de prospecci3n, valores que se mantuvieron relativamente bajos en los lances de septiembre en la PDA. Las diferencias observadas se explican por el predominio en algunos lances de ejemplares en estado de desarrollo m3ximo de sus g3nadas e inicio de liberaci3n de gametos, y en otros, de la condici3n de evacuaci3n y desove avanzado y desovados.

5.4.2 An3lisis macrosc3pico

Estadios de madurez sexual (EMS)

El an3lisis de los estadios de madurez macrosc3picos en los machos a partir de los lances de identificaci3n del crucero (25 y 26 de agosto), indic3 que el 9% de las g3nadas estuvieron inmaduras (EMS II). De los estadios m3s avanzados de desarrollo testicular, el EMS III (en maduraci3n) correspondi3 a un 3%, mientras que el estadio indicador de procesos de evacuaci3n activa (EMS IV), m3s los machos que ya evacuaron sus gametos (EMS V) alcanzaron el 88%. Con respecto a los



machos recolectados de la PDA (20 a 26 de agosto), el an3lisis mostr3 que el 80% de los test3culos presentaron la condici3n en maduraci3n (EMS III) y que el 20% correspondi3 a ejemplares con evidencia de evacuaci3n (EMS IV y V) (**Fig. 23**).

En las hembras, a partir de los lances de identificaci3n del crucero (25 y 26 de agosto), el 15% de las g3nadas se encontraron inactivas (EMS II). De los estadios de mayor desarrollo ov3rico, el estadio en maduraci3n (EMS III), en que la g3nada est3 pr3xima al desove, fue de 7%, mientras que los estadios indicadores de proceso de desove activo (EMS IIIA y IV), m3s las hembras que hab3an finalizado recientemente su per3odo de desove (EMS V) representaron el 78%. Con respecto a las hembras recolectadas del 20 al 26 de agosto en la PDA, el 1% estuvo inmadura (EMS II), mientras que de los estadios m3s avanzados, el EMS III predomin3 con el 78%, visualiz3ndose un 21% de ovarios con evidencia de actividad de desove (EMS IV y V). En septiembre, a partir de la PDA (3 al 19), las hembras se caracterizaron por presentar un 25% de ovarios inmaduros (EMS II), un 25% en la condici3n de EMS III y un 51% con evidencia de desove (EMS IV y V) (**Fig. 24**).

De este an3lisis macrosc3pico de la madurez gonadal se desprende que en el per3odo de prospecci3n la merluza de tres aletas a partir de los lances de identificaci3n se encontr3 con actividad reproductiva en desarrollo, observ3ndose una fracci3n importante de ejemplares con indicios de liberaci3n de gametos.

5.4.3 An3lisis microsc3pico

El examen histol3gico a los ovarios de merluza de tres aletas permiti3 precisar el estado de desarrollo gonadal (Saavedra *et al.*, 2006), logrando diagnosticar los diferentes estadios de madurez sexual establecidos para esta especie (**Tabla 17**).



Dinámica ovárica y tipo de desove

La merluza de tres aletas se caracteriza por presentar un patr3n de desarrollo ovárico de tipo sincr3nico, 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 microsc3picos de madurez sexual, a partir de las hembras de los lances de identificaci3n del crucero de prospecci3n (25 y 26 de agosto), indic3 un 14% de ovarios inactivos (EMS I), mientras que de los estadios m3s avanzado de desarrollo ovárico, el EMS III (desarrollo tardío) correspondi3 a un 6% y los estadios indicadores de procesos de desove activo (EMS IV y V) predominaron con un 79%, observándose un menor aporte de hembras ya desovadas que finalizaron el perío3o (1%) (EMS VI) (**Fig. 25**).

El aporte masivo de hembras en desove, conjuntamente con la baja incidencia de hembras desovadas (EMS VI) y con atresia ovárica (0,1%), permiten indicar que durante el estudio de prospecci3n, la merluza se encontr3 mayoritariamente con actividad de desove avanzado, sin presentar aún indicios claros hacia el término del perío3o de actividad reproductiva.

Complementariamente, el análisis de las hembras muestreadas entre el 3 y 19 de septiembre por la PDA, mostr3 un 4% de ovarios inactivos (EMS I), mientras que de los estadios m3s avanzados, el EMS III correspondi3 al 3% y los estadios que indican actividad de desove (EMS IV y V) alcanzaron el 50%, destacando el aporte importante de hembras que ya finalizaron el perío3o de desove (EMS VI), con un 43% (**Fig. 25**). Estos resultados permiten indicar, que si bien durante septiembre se mantuvo un aporte importante de ejemplares en desove, una fracci3n significativa de las hembras evidenciaron en este perío3o el término de la actividad reproductiva, con un 33% de los ovarios con signos de atresia.



Para considerar el aporte de cada lance en el estimado de la proporci3n de estadios de madurez sexual, se utiliz3 como factor de ponderaci3n los valores de captura correspondientes a cada lance, cuyos resultados por sexo y tipo de an3lisis macrosc3pico y microsc3pico se presentan en la **tabla 17**. De aqu3 se destaca el mayor peso que tuvieron los ejemplares en procesos masivos de evacuaci3n de gametos y los que ya finalizaron la actividad, considerando los ejemplares a partir de los lances de identificaci3n y los muestreados por la PDA.

El an3lisis por lance de identificaci3n, en sentido latitudinal, de la incidencia de estados de madurez microsc3pico permiti3 evidenciar la condici3n reproductiva de las hembras durante el desarrollo del crucero en el 3rea de estudio, caracteriz3ndose el muestreo del 25 y 26 de agosto por el predominio de merluza de tres aletas en procesos de desove masivo (**Fig. 26**).

Complementariamente, el an3lisis de las hembras recolectadas por la PDA, indic3 un aporte masivo de ovarios en desove y en menor proporci3n hembras que ya desovaron durante los lances realizados desde el 3 al 11 de septiembre, mientras que en los lances del 12 al 19 de septiembre, la mayor fracci3n correspondi3 a hembras en la condici3n de t3rmino de la actividad reproductiva, observ3ndose a3n en menor incidencia hembras en la fase final del desove (**Fig. 26**).

La distribuci3n de los EMS de acuerdo a grupos arbitrarios de tama3os de las hembras (**Fig. 27 y 28**), permiten indicar que los pocos ovarios en EMS 1 (inmaduro) se ubicaron principalmente en el grupo de tama3o menor a 36 cm longitud total. A partir del grupo 36 a 40 cm de longitud total se observa una mayor incidencia y variabilidad de EMS m3s avanzados, destacando en todos los grupos



de tama1os, hembras en desove y que ya finalizaron la actividad, indicando la fracci3n de la poblaci3n comprometida en el evento reproductivo.

De este an1lisis se desprende que durante el per3odo de estudio en el 1rea de prospecci3n, la merluza de tres aletas se encontr3 en un proceso reproductivo en desarrollo, con un aporte importante de hembras en actividad de desove avanzado. La informaci3n complementaria proveniente de la PDA, permiti3 visualizar que las hembras mantuvieron la condici3n de desove masivo hasta mediados de septiembre, con una menor incidencia de hembras ya desovadas. Esta condici3n cambia a partir de los lances del 12 de septiembre, indicando en la segunda quincena de septiembre, el mayor aporte de hembras que finalizaron su per3odo de desove.

Comparaci3n entre el estimado macrosc3pico y microsc3pico de estadios de madurez sexual.

Al comparar la clasificaci3n de condici3n de madurez del ovario se visualizaron diferencias con relaci3n al m3todo empleado (macrosc3pico o microsc3pico), principalmente referido a la identificaci3n macrosc3pica del EMS IIIA, lo que indica la dificultad de asignar este estadio de madurez sobre la base de una apreciaci3n visual de las g3nadas.

El estadio IIIA es equivalente al EMS V microsc3pico, ambos indicadores de actividad de desove reciente, el cual en este estudio se encontr3 subestimado, con un 34% y un 66%, respectivamente (**Fig. 24 y 25**). El EMS IIIA se basa en la presencia, en peque1a proporci3n, de ovocitos con gota oleosa (de color verde amarillento) y en procesos de reabsorci3n (Balbont3n y Fischer, 1981), caracter3sticas que no son f1cilmente detectables a simple vista, el cual suele



normalmente confundirse con el EMS III macrosc3pico, provocando una sobre o subestimaci3n en la detecci3n de actividad de desove.

Si bien, tanto las determinaciones macrosc3picas como microsc3picas fueron concordantes en t3rminos de identificar ovarios inactivos y en desarrollo avanzado, el an3lisis histol3gico fue preferible dado que evidenci3 con mayor certeza y precisi3n la condici3n de madurez del ovario, permitiendo identificar hembras maduras predesovantes, sin evidencia de fol3culos postovulatorios ni atr3sicas, necesarias para el c3lculo de fecundidad, de esta manera se evita una probable subestimaci3n del par3metro. Tambi3n, permiti3 discernir con mayor precisi3n ovarios inmaduros de aquellos en reposo (inmaduros reincidentes) para un ajuste de ojiva de madurez.

Variable 3ndice gonadosom3tico con relaci3n al EMS microsc3pico

La **Figura 29** grafica de que manera el IGS promedio se vio influenciado por el EMS de la hembra, as3 en los ejemplares con g3nadas virginales e inmaduras (EMS I) el IGS promedio fue de 1,5, mientras que en los EMS mas avanzados, el IGS increment3 de 8,5 en el EMS III a 14,2 en el EMS IV (hidratado y en desove), decayendo a un IGS de 8,6 en las hembras con desove parcial (EMS V) y a un IGS de 0,5, en las hembras que finalizan su actividad reproductiva (EMS VI), constituyendo el mayor aporte al IGS en los lances de identificaci3n aquellas hembras en la condici3n de desove parcial (EMS V). Con relaci3n a las hembras muestreadas en septiembre por la PDA, el EMS I present3 un IGS de 1,3, incrementado de 9,5 en el EMS III a 11,1 en el EMS IV, disminuyendo a 6,0 y a 2,1 en los EMS V y VI, respectivamente, consignando el mayor aporte al IGS promedio aquellas hembras en los estadios V y VI.



5.4.4 Ojiva de madurez

Se entrega una ojiva de madurez sobre la informaci3n microsc3pica agrupada de 115 hembras colectadas durante el crucero de prospecci3n, en conjunto con 3.028 registros de madurez provenientes de los cruceros de evaluaci3n de 2001 (Lillo *et al.*, 2002), 2002 (C3rdova *et al.*, 2003), 2003 (Lillo *et al.*, 2004), 2004 (Lillo *et al.*, 2005), 2005 (Saavedra *et al.*, 2006) y 2006 (Saavedra *et al.*, 2007), abarcando las tallas entre 22 cm y 65 cm de longitud total. Este an3lisis microsc3pico permiti3 discernir claramente ovarios maduros de inmaduros.

Los datos a partir de los lances de identificaci3n no permitieron construir una adecuada ojiva de madurez, ya que los tama1os muestreados estuvieron asociados principalmente a la fracci3n parental de la merluza, es decir sobre el tama1o de primera madurez sexual. Los tama1os bajos los 45 cm de longitud total estuvieron d3bilmente representados. La informaci3n a nivel microsc3pico indic3, que la hembra madura m3s peque1a midi3 31 cm de longitud total y que desde los 43 cm, pr3cticamente el 100% de las hembras se encontraron maduras (**Tabla 5**).

La proporci3n de hembras sexualmente maduras por intervalo de longitud y el ajuste no lineal de la ojiva se grafica en la **Figura 30**. Los resultados indican, con un coeficiente de correlaci3n de 0,99, una talla media de madurez sexual de 36,0 cm de longitud total (L3mite inferior: 35,72; L3mite superior: 36,22).

5.4.5 Fecundidad

Debido a la condici3n de desovante parcial con fecundidad anual determinada, el estimado de fecundidad total fue considerado como el equivalente al n3mero de ovocitos en desarrollo vitelog3nico, constituy3ndose esta moda en ovocitos comprendidos entre 450 y 1.125 micras (Lillo *et al.*, 2002).



Para el c3lculo de fecundidad se analizaron 28 ejemplares con un rango de tama1os de 36 a 62 cm de longitud total. El an3lisis de la fecundidad se realiz3 con muestras obtenidas a partir del crucero de prospecci3n en agosto y de la PDA en septiembre, sin considerar aquellas que se encontraban con presencia de fol3culos postovulatorios, las que fueron mayoritarias en la muestra, condici3n que indicaba desove, liberaci3n de ovocitos, por lo cual no clasificaron para el an3lisis de fecundidad.

La fecundidad total oscil3 de 105.435 a 1.210.836 ovocitos, con un promedio de 400.327 ovocitos (d.e. 283.650). La fecundidad relativa promedio fue de 427 ovocitos por gramo de peso corporal (d.e. 139), con un m3nimo de 197 y un m3ximo de 738 ovocitos.

Para el ajuste de la fecundidad en funci3n del peso corporal para las 28 hembras que clasificaron microsc3picamente en desarrollo vitelog3nico se utiliz3 el modelo de tipo lineal es preferible debido a (Hunter *et al.* (1985): 1) Explica mejor la variaci3n que los curvil3neos; 2) Sus coeficientes de regresi3n tienen significado biol3gico; 3) Para la estimaci3n de producci3n de huevos, la fecundidad de los ejemplares en los extremos (grandes y peque1os) no es tan cr3tica como en la de los rangos medios, los que son bien explicados por el modelo lineal simple.

Para el ajuste de la fecundidad en funci3n de la longitud total y el peso corporal para las 28 hembras se utiliz3 el modelo lineal, estim3ndose un coeficiente de determinaci3n de 0,62 y 0,71, respectivamente (**Fig. 31 y 32**).

La relaci3n entre la fecundidad y el peso corporal present3 un mejor ajuste que cuando se relacion3 con la longitud total.



5.5 Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante en la pesquería de merluza de tres aletas, a partir de los lances de pesca de identificaci3n.

5.5.1 Proporci3n de captura

Durante el desarrollo del crucero de evaluaci3n hidroacústica se realizaron un total de 23 lances de pesca de identificaci3n, de los cuales 22 resultaron con captura positiva. La captura obtenida, estuvo compuesta principalmente por merluza de tres aletas (97,8%), merluza de cola (2,1%), estas dos especies constituyeron casi el 100% de la captura total. Otras especies capturadas durante los lances de identificaci3n fueron cojinoba azul (*Seriollella violacea*) y reineta (*Brama australis*), cuya participaci3n en la captura total fue totalmente marginal, con una proporci3n de participaci3n en la captura total que no super3 el 0,02%, respectivamente (**Fig. 33**).

Considerando s3lo la fauna acompa1ante capturada, merluza de cola represent3 el 98,2% de la captura de fauna, mientras que reineta y cojinoba azul representaron el 0,9% de la captura total de fauna, respectivamente.

En sentido latitudinal norte sur, se observa un aumento progresivo en la captura de merluza de tres aletas, al mismo tiempo, que la participaci3n de las restantes especies presentes disminuye drásticamente (**Fig. 34**). En este sentido, la participaci3n de merluza de cola supera el 96% de participaci3n en los 47° de latitud sur, llegando casi al 100% en los 49° de latitud sur. Respecto de la fauna acompa1ante capturada durante los lances de identificaci3n, s3lo la merluza de cola presenta un aporte relativamente significativo. Esta especie present3 su mayor aporte en la zona de los 47° de latitud sur con una participaci3n de 3,4%,



mientras que en la zona localizada en los 48° de latitud sur su participaci3n alcanz3 a 2,1%, en la zona de los 49° de latitud sur no hubo presencia de este especie. Por otro lado, la participaci3n en la captura de reineta y cojinoba azul fue m3nima, no superando el 0,1% en cada zona.

5.5.2 Identificaci3n de agrupaciones

A partir de la informaci3n contenida en los lances de identificaci3n, se realizaron dos tipos de an3lisis a fin de identificar agrupaciones en la fauna acompa~ante en la captura dirigida a merluza de tres aletas, el primero consisti3 en un an3lisis de clasificaci3n por conglomerados (“*cluster*”), mientras que el segundo an3lisis se bas3 en la clasificaci3n de las entidades lances por el m3todo de ordenaci3n (“*NMDS*”). Para tal efecto, se consider3 como unidad de muestra el lance de pesca de identificaci3n, a partir de los cuales se construy3 la matriz de entrada para cada tipo de an3lisis.

El resultado gr3fico del an3lisis de clasificaci3n por conglomerados (**Fig. 35**) muestra la presencia de dos grupos bien diferenciados, con niveles de similitud superiores al 60%. El primer grupo se compone de los lances 1 a 6 los que presentaron como 3nica caracter3stica faun3stica la presencia de reineta. El segundo grupo lo conforman los lances 7 a 23, los que en t3rminos de fauna se caracterizaron por la fuerte presencia de merluza de tres aletas y de manera secundaria la presencia de merluza de cola. Por otro lado, el an3lisis de clasificaci3n por ordenaci3n (**Fig. 36**) evidencia el mismo tipo de resultado, ya que se observa el alto grado de correlaci3n que existe entre los lances que componen el grupo 2 (lances 7 a 23) con merluza de tres aletas y de manera secundaria con merluza de cola. En este mismo sentido, se observa la fuerte correlaci3n que existe entre la reineta y los lances que conforman el grupo 1 (lances 1 a 6).



A partir de los resultados obtenidos de los an3lisis de clasificaci3n y ordenaci3n, se realiz3 un an3lisis de similitud (ANOSIM) de una v3a, como m3todo de validaci3n estadística para verificar diferencias entre las agrupaciones resultantes. El resultado obtenido del an3lisis de similitud, pone en evidencia que ambas agrupaciones son estadística y mente distintas, obteniéndose un valor global del estadístico $R = 1$ ($p\text{-value} < 0,001$)

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 informaci3n de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 19**, donde se incluye el valor m3ximo, m3nimo, promedio y desviaci3n est3ndar para las característica s morfol3gicas, batim3tricas y de energ3a de las agregaciones de merluza de tres aletas.

a) Descriptores morfol3gicos

Estas agregaciones presentaron longitudes que oscilaron entre los 47 y 3.346 m, con una longitud promedio de 675 m. La distribuci3n de frecuencia del descriptor longitud de agregaciones presenta una tendencia hacia el sector izquierdo de la curva con moda principal centrada en los 150 m y una moda secundaria en el rango de los 750 m (**Fig. 37**).

La altura promedio alcanz3 los 16 m con un rango entre 3 y 40 m, presentando una distribuci3n normal con moda centrada en 14 m (**Fig. 38**).



Los valores de elongaci3n fluctuaron entre 3 y 387 presentando un valor promedio de 42. La distribuci3n de frecuencia nos presenta una moda principal en el valor 10 (**Fig. 39**), con valores altos hacia el sector izquierdo de la curva. El per3metro gener3 un valor promedio de 3.649 m y un rango de distribuci3n con m3ximo de 17.329 m y m3nimo de 286 m. La distribuci3n de frecuencia del per3metro presenta una distribuci3n normal con tendencia principal de las agregaciones a centrarse en los 1.000 m (**Fig. 40**).

El 3rea detectada present3, al igual que el per3metro, grandes variaciones que oscilaron desde los 211 m² hasta los 48.829 m². El 3rea promedio fue de 9.986 m². La distribuci3n de frecuencia del 3rea muestra una tendencia hacia el sector izquierdo de la curva con moda en el rango de 2.000 m² (**Fig. 41**).

La dimensi3n fractal alcanz3 un valor promedio de 1,47 reflejando una tendencia general a formar agregaciones cohesionadas. El valor m3nimo fue de 1,21 mientras que el m3ximo alcanz3 el valor 1,68. La distribuci3n de frecuencia es de tipo normal y con moda en el valor 1,45 (**Fig. 42**).

La situaci3n observada el a3o anterior respecto a la disminuci3n gradual en los valores promedio de los descriptores morfom3tricos en la serie de a3os 2003-2006, no se repite el 2007 ya que se observ3 un aumento en los valores promedio de estos descriptores este a3o respecto al 2006, sin embargo s3 se observ3 una ca3da significativa en el n3mero de agregaciones detectadas cayendo 3stas en un 61% en relaci3n al a3o anterior (**Tabla 20**).

b) Descriptores batim3tricos

Las agregaciones de merluza de tres aletas se distribuyeron en profundidades que fluctuaron entre los 103 y 408 m presentando una profundidad promedio de 202 m.



La distribuci3n de frecuencia presenta una moda principal en los 140 m y otra secundaria en el rango de 300 m (**Fig. 43**). Esta especie fue detectada en fondos que fluctuaron entre los 113 y 767 m resultando en promedio 275 m. La distribuci3n de frecuencia del fondo se orienta hacia la izquierda de la curva con moda principal en los 150 m y otra secundaria en el rango de 350 m (**Fig. 44**).

El descriptor 3ndice 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 1 y el 77% del fondo. La distribuci3n de frecuencia registra la moda en el 5% (**Fig. 45**).

Al igual que en el caso de los descriptores morfom3tricos, la serie hist3rica 2003-2006 reflejaba que las agregaciones se hab3an detectado cada vez a menores profundidades y tambi3n a menores fondos, es decir mas cercanas a la costa, sin embargo este a3o se observo un aumento en los valores de las profundidades promedio y de los fondos promedio respecto al 2006. El 3ndice de altura present3 el valor mas bajo de la serie 2003-2007 indicando que las agregaciones se encuentran cada vez m3s cercanas al fondo.

c) Descriptores de energ3a

Los valores de energ3a retrodispersada fluctuaron entre los 28 y 15.400 Sa con un promedio de 2.260 Sa, la distribuci3n de frecuencia presenta una moda en el rango de los 1.000 Sa (**Fig. 46**). La densidad ac3stica medida en Sa/m², vari3 entre 0,001 y 9,7 con promedio de 0,7 Sa/m² mientras que la distribuci3n de frecuencia se present3 muy orientada hacia el sector izquierdo con la moda en el primer rango de 0,05 Sa/m² (**Fig. 47**).



5.6.2 Descriptores seg3n latitud

A fin de comparar los valores de los descriptores tanto morfol3gicos como batim3tricos de acuerdo a las diferentes latitudes, se calcul3 los valores promedios, desviaci3n est3ndar y coeficiente de variaci3n de 3stos para cada latitud. Los resultados se entregan en la **Tabla 21**. Se grafican los valores medios obtenidos con sus respectivos intervalos de confianza. La latitud referida en las tablas y gr3ficos comprende todo el grado, es decir la latitud 47° comprende desde los 47°00' hasta los 47°59,99'.

A fin de normalizar las distribuciones se logaritmi3 la base de datos. La aplicaci3n del test de Kolmogorv-Smirnov para corroborar normalidad en las distribuciones, requisito para la aplicaci3n del an3lisis de varianza, arroj3 como resultado el rechazo de normalidad solamente para la distribuci3n de la densidad de agregaciones, por lo que para este descriptor se utiliz3 el test de Krustal-Wallis. La **Tabla 22** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por latitud.

De acuerdo a la ANDEVA realizada, todos los descriptores morfol3gicos presentan diferencias significativas entre latitudes, excepto el largo y el 3rea de agregaciones. Visualmente se observa que las agregaciones de menor largo se encuentran en el rango de la latitud 47° mientras que mas al sur se aprecia una estabilizaci3n en sus valores con un m3ximo en la latitud 48^a, mientras que en el norte los menores valores promedio se observan en la latitud 48°, lo anterior provoca que el m3ximo valor de la elongaci3n se produzca justamente en la latitud 48° (**Fig 48**). Las variables per3metro y largo presentan una tendencia a aumentar sus valores ante aumentos de latitud, situaci3n observada en a3os anteriores (**Fig. 49**). Respecto a las variables batim3tricas, todas presentan diferencias entre latitudes. La profundidad promedio de las agregaciones



presenta su menor valor en la latitud 48° y con una tendencia a aumentar su valor a medida que aumenta la latitud, situación contraria a la observada el año anterior. Similar tendencia se observa en la profundidad del fondo el que presenta su menor valor en el rango de la latitud 48° y aumentos hacia el sur, sin embargo el menor valor del índice de altura se presentó en la latitud 50, en donde las agregaciones se encontraban más cercanas al fondo que en el resto de las zonas (**Fig. 50**).

Los valores de Sa promedio y densidad acústica no presentaron diferencias significativas entre zonas pero visualmente se aprecia un mayor valor de estos descriptores en las zonas de la latitud 47°-48° con su máximo en ambos casos en la latitud 48°, que es la zona donde se concentró principalmente la biomasa (**Fig. 51**).

5.6.3 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 rango de fondo. Los resultados se entregan en la **Tabla 23**. 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.

A fin de normalizar las distribuciones se logaritizó la base de datos. La aplicación del test de Kolmogorov-Smirnov para corroborar normalidad en las distribuciones, requisito para la aplicación del análisis de varianza, arrojó como resultado el rechazo de normalidad solamente para la distribución de la densidad 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.

Los descriptores largo, alto y elongación presentaron diferencias significativas entre rangos de fondo, observándose una tendencia clara a disminuir el largo ante aumento en el fondo con los mayores valores en el rango de 100 y 200 m, el alto presenta su menor valor en el rango de 100 m para aumentar en el rango de 200 m y estabilizarse a profundidades mayores, esto provoca que la elongación de las agregaciones disminuya gradualmente ante aumentos en el fondo (**Fig. 52**). Las variables perímetro, área y dimensión fractal no presentan diferencias significativas entre rangos de fondo, pero visualmente se aprecia que las agregaciones de mayor tamaño se encuentran en los rangos entre 100 y 300 m para disminuir drásticamente a mayores profundidades (**Fig. 53**)

Los descriptores batimétricos presentan diferencias significativas según rango de fondo. La profundidad de agregaciones tiende inicialmente a aumentar ante aumentos del fondo pero sólo hasta el rango de 200 m ya que posteriormente, éstas se mantienen a una profundidad cercana a los 200 m. esto se corrobora al observar el índice de altura (**Fig. 54**) 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.

Los descriptores de energía no presentaron diferencias significativas entre rangos de fondo aunque visualmente se aprecia que las agregaciones de mayor respuesta acústica se agruparon en el rango entre 100 y 300 m con el máximo en los 200 m, las agregaciones de mayor densidad acústica se encontraron en



los rangos entre 100 y 200 m, la disminución de densidad en el rango de 300 m se explica ya que en ese rango se encontraban agregaciones de gran tamaño (**Fig. 55**).

5.6.4 Resultados análisis componentes principales

En la **Tabla 19** se entregan los estadísticos de cada uno de los descriptores morfométricos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas

La matriz de correlaciones presenta las asociaciones más fuertes entre las variables largo - elongación, largo - perímetro, fondo - índice de altura, largo - área y Sa - densidad, respectivamente (**Tabla 26**).

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

El mejor valor de la MSA se logró con la exclusión de las variables alto, prof. agregacion y Sa, , llegando a un valor de MSA igual a 0,62 y logrando un porcentaje de variabilidad explicada igual al 81,9% es importante señalar que valores de MSA sobre 0,6 se consideran aceptables para la aplicación de un análisis factorial (Hair *et al.*, 1999).

La **Tabla 27** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los componentes principales.



De acuerdo al criterio de selecci3n de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), los componentes 1, 2 y 3 cumplen la condici3n, explicando en conjunto el 81,9% de la variabilidad total. El componente m1s importante es el componente 1 el que presenta un valor propio de 3,9 y explica el 49,3% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 1,6 y explicando el 26,7% de la variabilidad. El componente 3 explica el 12,3% con valor propio de 1,0.

La **Tabla 28** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en 3sta se observa que el largo, per3metro y elongaci3n presentan los mayores coeficientes respectivamente dentro de la primera componente, mientras que el segundo componente se relaciona fuertemente con la variable fondo seguido de la densidad. El tercer componente se relaciona principalmente con la dimensi3n fractal.

La representaci3n gr1fica de los dos componentes con las variables originales se observa en la **Figura 56**. En ella se aprecia la asociaci3n de las variables morfom3tricas con el componente 1, la orientaci3n similar que presentan las variables tales como 1rea, per3metro y largo implica que el aumento de uno de ellos implicar1 el aumento de los otros. La misma tendencia se observa en las variables batim3tricas, profundidad del fondo e 3ndice de altura, ambos orientados en la misma direcci3n y en fuerte asociaci3n igual que en el caso anterior significa una proporcionalidad directa entre ellos, lo que implica necesariamente que ante aumentos en la profundidad del fondo, esta especie se mantendr3a en su profundidad aumentando de esta forma el valor del 3ndice de altura. Tambi3n en la figura se corrobora lo observado respecto a la respuesta en el tama1o de las agregaciones ante aumentos en el fondo, la orientaci3n en sentido opuesto de la variable fondo con las variables 1rea, per3metro y



largo, indican que ante aumentos en la profundidad el tama1o de las agregaciones tiende a disminuir. La variable densidad tambi3n presenta ese comportamiento respecto al fondo (inversamente proporcional) pero al no estar en la misma direcci3n que las variables de tama1o tambi3n evidencia que ante aumentos en el tama1o de las agregaciones el valor de densidad ser3 menor, por lo que su orientaci3n es contraria tanto con la variable fondo como con las variables morfom3tricas nombradas anteriormente.

5.7 Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio

En el presente estudio se analizaron en laboratorio 248 est3magos de merluza de tres aletas, de los cuales 101 est3magos presentaban contenido estomacal representando el 40,7% del total de individuos muestreados provenientes del muestreo biol3gico efectuado a bordo del crucero de investigaci3n (**Tabla 29**). Del total de muestras obtenidas, 147 est3magos (59,3%) se encontraron vac3os. Los contenidos se encontraban en su mayor parte semidigeridos o digeridos (**Tabla 29**).

El 3ndice de Importancia Relativa (IIR) confirma que la dieta principal de merluza de tres aletas en el per3odo de estudio fue *E. vallentini* (61,92% IIR, **Tabla 3**), seguido de huevos (22,89% IIR), salpas (8,67%), y macrura (larvas) (3,80% IIR). En este caso cabe mencionar que la importancia relativa de los huevos estuvo dada por el n3mero de huevos presentes, que corresponden a crust3ceos.

Cabe destacar que los est3magos analizados proven3an tambi3n del 3rea Golfo de Penas – Ladrillero, que fuera prospectada en el 2005 (**Tablas 30 y 31**). Observando la informaci3n proveniente de esta 3rea, se confirma que el principal



alimento de merluza de tres aletas siguen siendo los crustáceos planctónicos (eufáusidos).

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con lo obtenido en estudios anteriores relacionados con contenidos estomacales de merluza de tres aletas. Como se puede observar, en los estudios realizados entre los años 2001 al 2005 (Córdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2002, 2004, 2005; Saavedra *et al.*, 2007) y en comparación al realizado durante el 2007, no se encuentran diferencias significativas en la composición de la dieta de *Micromesistius australis*; en donde los organismos pertenecientes a crustáceos planctónicos (eufáusidos) , restos de crustáceos y restos de peces son parte principal de la dieta de la merluza de tres aletas en todos los años de estudio anteriormente mencionados.

Si bien la cantidad de estómagos con contenido analizados no alcanza el número mínimo comprometido, los contenidos de dichos estómagos analizados vienen a confirmar y concordar con lo encontrado en estudios anteriores, por lo que se consideran representativos de la dieta alimentaria de la merluza de tres aletas.

Por estos antecedentes los riesgos de incurrir en sesgos o subestimación de la dieta son mínimos dado que los resultados actuales confirman los de años anteriores para la misma zona.

La información de la dieta de merluza de tres aletas del presente estudio fue analizada respecto los resultados de contenido estomacal provenientes de los cruceros de investigación realizados en el 2001, 2002, 2003 2004 (Lillo *et al.* 2002, Córdova *et al.* 2003, Lillo *et al.* 2004) y 2005 (FIP 2005-06) (**Tabla 4**). 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 más importante.

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), y del orden Siphonophorae, ambos pertenecientes al zooplancton gelatinoso (**Tabla 4**). En el 2005 y 2007 vuelven a aparecer individuos de la subclase Salpida, registrándose un %IIR de 8,67%, valor menor al registrado durante el 2001.

Los estudios estomacales de merluza de tres aletas efectuados en los cruceros de investigación entre los años 2001 y 2005 confirman una alta probabilidad de registrar estómagos vacíos en los muestreos biológicos de la captura. Esta escasa presencia de estómagos con contenido también ha sido registrada por otros estudios en éste recurso. Córdova *et al.* (2003) y Lillo *et al.* (2004) sugieren que la alta presencia de estómagos vacíos encontrados en los cruceros de investigación correspondería a una respuesta al proceso reproductivo que presenta la fracción adulta migratoria de esta especie. Así, 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), 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, situación que se repite en 2007 (**Tabla 32**). Otra razón que podría explicar la baja presencia de estómagos con contenido, sería la rápida digestión de presas con cuerpos frágiles, como son las especies del zooplancton.



Las muestras estomacales del 2007 provienen de lances efectuados principalmente durante el d3a entre las 10:00 hrs y a las 16:00 hrs. En el primer caso, el 50% de los euf3usidos se encontraba en estado digerido y el 50% semidigerido, en tanto en el segundo caso, el 78% estaba semidigerido y un 22% digerido. Los est3magos vac3os en el lance de las 10:00 el 80,3% de los est3magos estaban vac3os y s3lo el 40,5% en el lance de la tarde. Ello sugiere que la alimentaci3n se realiza principalmente al atardecer y probablemente al amanecer (**Tabla 33**).

La estrategia alimentaria de merluza de tres aletas, basado en la representaci3n gr3fica de la abundancia espec3fica de cada presa (A_i) *versus* las respectivas frecuencias de ocurrencia (F) (**Fig. 57**), muestra a los euf3usidos como una presa dominante, respecto de las restantes presas; es decir que en el 3rea y per3odo de estudio, merluza de tres aletas se aliment3 pr3cticamente de una presa y en una alta proporci3n; aspecto que la acercar3a a un especialista. No obstante, tambi3n se observa un grupo de presas con bajo valor del indicador, las cuales se pueden clasificar como raras, sobresaliendo los huevos de crust3ceos y las salpas dentro de dicho grupo.

La representaci3n de los indicadores num3rico, frecuencia y gravim3trico para los a3os 2005 y 2007 (**Fig. 58**), presenta diferencias significativas por la presencia incidental de salpas y huevos de crust3ceos, sin embargo, excluyendo esos 3tems lo expresado anteriormente sobre la base del IIR, en donde la dieta principal de merluza de tres aletas son los euf3usidos, se mantiene y secundariamente el aporte proviene del grupo de los restos de peces, aspecto que el Coeficiente Dietario de Hureau (Q, **Tabla 34**) tambi3n confirma lo anteriormente descrito, considerando al resto de las especies como presas incidentales.



5.8 Taller de entrega de resultados

El proyecto contemplo la realizaci3n de un taller de difusi3n y discusi3n metodol3gica de los resultados, considerando la participaci3n de cient3ficos y t3cnicos relacionados con el tema, personas del sector extractivo y profesionales involucrados en el manejo de la pesquer3a. En concordancia con lo requerido en los t3rminos b3sicos de referencia, el Taller se efectu3 antes de realizar la entrega del informe prefinal. El taller se efectu3 el d3a 16 de enero del 2008 en el auditorio "Marcos Espejo Vidal", del Instituto de Fomento Pesquero, Valpara3so. Se enviaron invitaciones a profesionales relacionados con el tema, personas del sector extractivo y profesionales en el 3rea del manejo de la pesquer3a, al Taller asistieron 22 personas provenientes de diversos 3mbitos: institucional, investigaci3n y universitario

5.8.1 Presentaci3n del Proyecto

La presentaci3n del proyecto fue realizada por el Sr. Alvaro Saavedra, ingeniero Pesquero, Jefe del Proyecto, presentando los antecedentes del proyecto, los objetivos y una reseña de aspectos relacionados con la distribuci3n de la especie en Am3rica del sur y Nueva Zelandia, de la pesquer3a y los proyectos de investigaci3n que se han efectuado en Chile con el apoyo del Fondo de Investigaci3n Pesquera (FIP) y del banco integrado de proyectos (BIP).

Posteriormente se exponen las metodolog3as y los resultados del proyecto de acuerdo a los siguientes objetivos

- Biomasa y distribuci3n del stock evaluado de merluza de tres aletas, presentada por el Sr. Alvaro Saavedra (IFOP).



- Composici3n de tallas, y proporci3n sexual presentada por el Sr. Renato Cespedes (IFOP) y edad del stock de merluza de tres aletas, presentada por el Sr. Lizandro Mu1oz en reemplazo de la Sra. Vilma Ojeda (IFOP)
- 3ndice gonadosom3tico, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas, presentada por el Sr. Eduardo D3az (IFOP).
- Caracter3sticas de las agregaciones de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio, presentada por el Sr. Alvaro Saavedra (IFOP).
- Composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio, presentada por la Sra. Patricia Rojas (PUCV).

5.8.2 Panel de Discusi3n

Posterior a las exposiciones se realiz3 un panel de discusi3n centrado principalmente en las estimaciones de biomasa y abundancia, el Sr. 3lvaro Saavedra (IFOP) da como se1al de alerta la disminuci3n de la biomasa y especialmente de la abundancia este a1o respecto a la serie 2001-2006. El Sr Jorge Castillo (IFOP) recomienda poner m3s 3nfasis en el indicador abundancia que en el de biomasa debido a las fluctuaciones de peso que sufren los peces luego del desove. Al centrarse posteriormente la discusi3n en torno a la cuota de pesca asignada para el 2008, el Sr. Jorge Far3as (Subpesca) indica que pese a la baja en los estimados hidroac3sticos del 2007, antecedente del que se dispon3a para la asignaci3n de la cuota 2008, se consider3 que esta baja podr3a deberse a una fluctuaci3n natural del recurso ya que existen factores no medidos ni considerados que podr3an explicar esta disminuci3n, por ejemplo un retraso en el ingreso de todo el stock debido a disminuciones en la temperatura del mar. Debido



a lo anterior cobra muchísima importancia la evaluación hidroacústica 2008 y los resultados que esta entregue.

El Sr Lorenzo Flores (Subpesca) consulta sobre las dificultades originadas al utilizar dos buques pesqueros a lo que el Sr Alvaro Saavedra responde que el uso de dos buques genera una mayor probabilidad de dificultades de tipo logísticas, de coordinación y de ejecución de las actividades propuestas, sin embargo el plan propuesto de transectas se cumplió a cabalidad. También se provocan dificultades dado el carácter comercial de las naves que se utilizan en este tipo de prospecciones, ya que se debe compatibilizar la actividad científica con la comercial limitando en parte las decisiones y actividades a bordo.

Respecto al mismo tema el Sr Jorge Farías consulta como afecta en la estimación de biomasa y abundancia el hecho de trabajar con 2 barcos industriales distintos a lo que el Sr Alvaro Saavedra responde que la estimación no se ve afectada, ya que los equipos acústicos de cada embarcación fueron calibrados adecuadamente y se cumplió el plan de transectas propuesto. Lo que sí se ve afectado cuando se trabaja con flota industrial son la cantidad de lances de identificación, puesto que no se pueden manejar libremente los tiempos para realizarlos. La experiencia confirma que los mejores resultados sobre este punto se ha logrado trabajando con el B/F Unzen de la empresa Emdepes.

Referente a las relaciones de TS utilizadas el Sr. Jorge Farías consulta sobre el porqué se utiliza la relación de TS de merluza común teniendo ya una relación de TS estimada por Lillo para merluza de tres aletas. El Sr. Alvaro Saavedra responde que en realidad se presentan los resultados obtenidos utilizando todas las relaciones de TS disponibles para la especie, incluida la calculada por Lillo en el 2006 y se insiste en la relación histórica utilizada de merluza común para fines



comparativos. Respecto a la relación de TS para merluza de tres aletas y su validación, el problema radica en la dificultad de realizar experimentos adecuados para construir estas relaciones. Lo ideal es que se concursaran nuevos proyectos con este fin específico, para mejorar la información disponible. Sobre el mismo tema, el Sr. Luis Villegas (Universidad de Valparaíso) opina que se deberían incluir aspectos morfológicos de la especie para mejorar las relaciones, y que los experimentos de TS deberían realizarse en una época del año en que estuvieran presentes la mayor cantidad de grupos de edades para lograr mas cantidad de puntos del ajuste de TS.

El Sr Marcelo Feltrim (IFOP) comenta que sin desmerecer las fuentes de incertidumbre de los estimados, hay que estar alerta con la disminución de biomasa y abundancia presentada por la evaluación hidroacústica del 2007, puesto que según los desembarques chilenos, al parecer se ha producido una baja en la migración del recurso desde el Atlántico. El Sr. Jorge Farías plantea que la respuesta que tendría el recurso y su migración reproductiva frente a un cambio en las condiciones ambientales, como una baja en la temperatura del mar no es conocida aun, por lo que podría entonces deberse esta baja en la abundancia a una variación en la disponibilidad. Finalmente el Sr. Jorge Castillo acota que frente a la carencia de datos bio-oceanográficos mientras se desarrolla el crucero, no es posible predecir el comportamiento del recurso frente a un cambio ambiental. Lo que si se sabe es que posterior al crucero de evaluación hidroacústica 2007, los desembarques en la zona de estudio tendieron a aumentar, lo que podría estar indicando la entrada de un nuevo pulso de biomasa parental a la zona.



5.8.3 Asistencia al Taller

Nombre	Instituci3n
Álvaro Saavedra	IFOP
Carmen Gloria Brito	IFOP
Eduardo Díaz	IFOP
Daniela Cajas	Subsecretaría de Pesca
Francisco Leiva	IFOP
Héctor Hidalgo	IFOP
Jorge Castillo	IFOP
José Córdova	IFOP
Jorge Farias	Subsecretaría de Pesca
Juan Carlos Saavedra	IFOP
Juan Olivares	IFOP
Lizandro Muñoz	IFOP
Liu Chong	IFOP
Lorenzo Flores	Subsecretaría de Pesca
Luis Cid	IFOP
Luís Villegas	Universidad de Valparaíso.
Marcelo Feltrim	IFOP
Maria Miranda	IFOP
Manuel Rojas	IFOP
Patricia Rojas	P. Universidad Católica de Valparaíso
Renato Céspedes	IFOP
Roberto Bahamonde	IFOP
Zaida Young	IFOP





6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Durante el presente estudio, se estimó un valor de biomasa igual a 98.500 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.

La estimación de la biomasa de merluza de tres aletas durante el presente estudio registra una reducci3n del 23,3% respecto al 2006, mientras que la reducci3n en el número de individuos fue del 45,3%, esta disminuci3n en la abundancia es la mas considerable que se ha detectado en la serie de años 2001-2007, no se observa el mismo impacto en la biomasa debido a que la relación longitud-peso de este año fue una de las mas altas en la serie 2001-2007 (**Fig. 19**) Allí se aprecia que para cada talla, el peso corporal promedio en el 2007 es mayor al observado en los cruceros de evaluaci3n de stock anteriores, especialmente en el caso de las hembras. Considerando la serie 2001-2007, en general se observa una tendencia a la baja tanto en biomasa como en abundancia de las estimaciones de merluza de tres aletas (**Fig. 59**), sin embargo se debe considerar la hipótesis que (aun cuando no se midi3 específicamente a intervalos regulares) este año en particular se observ3 una disminuci3n de la temperatura del mar en la zona sur austral de casi 2° C, lo que pudo haber provocado una alteraci3n en el ingreso de todo el stock desovante (aun cuando el que se detect3 se encontraba en pleno desove) ya que las mayores capturas el año 2007 se lograron durante el mes de septiembre y no en agosto como es lo habitual (Torruella com pers)



El crucero de evaluaci3n se realiz3 en la fecha adecuada seg3n los antecedentes hist3ricos de desove del recurso, lo que se corrobora al detectar que el proceso de desove se encontraba en pleno desarrollo. No se debe descartar la ultima observaci3n referente a una tardanza en el ingreso de toda la fracci3n desovante, dado el aumento de las capturas el mes de septiembre, sin embargo tampoco se debe desconocer la se1al que nos est1 entregando el recurso dadas las ultimas evaluaciones de biomasa y especialmente de la abundancia. Lo anterior obliga a prestar especial atenci3n a los resultados que se obtendr1n en la pr3xima evaluaci3n.

En relaci3n a la distribuci3n del recurso en el 1rea y per3odo de la prospecci3n, 1sta mantiene las caracter3sticas observadas en estudios previos (Lillo *et al.*, 1993; C3rdova y C3spedes, 1997; Lillo y C3spedes, 1998, C3rdova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2004 Lillo *et al.*, 2005, Saavedra *et al.*, 2006), Las caracter3sticas son: conformar agregaciones de alta densidad, de peque1o tama1o en el sentido latitudinal (este-oeste) y m1s extensas longitudinalmente.

A3n cuando no se observaron agregaciones con densidades especialmente altas como en a1os anteriores, s3 se detect3 un foco principal de concentraci3n en el centro del 1rea (48°50'S-49°00'S) y otro secundario mas al norte del 1rea de estudio entre el 47°20'S y 47°30'S, sin embargo la baja concentraci3n del segundo, se refleja en la ubicaci3n del centro de gravedad, el cual se ubic3 mucho mas cercano al foco central en el 48°29'S. Este a1o la distribuci3n tambi3n fue mas acotada que el a1o anterior lo que se refleja en que su valor de inercia fue de menor magnitud (0,72 v/s 0,83), la distribuci3n estuvo pr1cticamente restringida entre las latitudes 47°10'S y 49°50'S.

La presencia de dos focos en la distribuci3n del recurso podr3a sugerir la idea de separar en dos 1reas diferentes la evaluaci3n, pero las distribuciones de frecuencia



de talla fueron similares para toda el 1rea de estudio, situaci3n que permiti3 utilizar un 1rea en com3n.

La composici3n de talla de merluza de tres aletas registrada en el 2007, como tambi3n en los cinco cruceros de investigaci3n realizados en los a1os 2002, 2003, 2004 y 2005 (C3rdova *et al.*, 2003; Lillo *et al.*, 2004 y 2005, Saavedra *et al.* 2006 y 2007, respectivamente), mantiene la caracter3stica adulta de la estructura, con escasa presencia de juveniles, confirmando el ingreso de la fracci3n adulta (50 a 65 cm) migratoria al 1rea de estudio y que participa en el proceso de desove; y que se caracterizan por su alta concentraci3n durante el proceso de desove (Lillo *op cit.*, Lillo y Paillam1n, 1995; Lillo y C3spedes, 1998).

La alta presencia de fracciones adultas en los seis a1os de estudio confirma 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; C3rdova y C3spedes, 1997, C3spedes *et al.* 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005; C3rdova *et al.*, 2003). No obstante, se hace necesario mantener continuidad la evaluaci3n directa sobre el pulso migratorio y sus agregaciones durante el desove.

En rango de edades observado abarca desde el GE II hasta el GE XX+. Las modas principales en el stock desovante 2007 se presentaron en el GE IX, adultos considerados j3venes dada la estructura de la serie hist3rica de cruceros de investigaci3n y en la pesquer3a misma y en el GE XVIII, situaci3n particular de este a1o en se registr3 gran presencia de la fracci3n de adultos mayores en el per3odo del crucero.



Hist3ricamente se ha podido apreciar en el tiempo la fuerza de diferentes clases anuales y en la actualidad son los peces nacidos en 1989 y 1998 los que est3n conformando las modas principales. En estos siete a1os de crucero, se ha visto para la clase anual 98 su evoluci3n desde pertenecer al GE III en el 2001, GE IV en el 2002; GE V en el 2003; GE VI en el 2004; GE VII en el 2005; GE VIII en el 2006 y actualmente como GE IX en el 2007. Es un grupo que mantiene su presencia en el 3rea ya sea se haya registrado el crucero en plena 3poca de desove 3 se haya visitado la zona en per3odos con clara presencia de post desove. Esto permite se1alar la posibilidad de grupos de adultos j3venes con sistemas de migraci3n diferente a los adultos mayores, que en per3odos de post desove, como es el caso de los cruceros realizados en el 2004 y 2006, est3n ausentes en el 3rea estudiada.

La estructura de edades este a1o present3 una elevada participaci3n de adultos mayores, que si bien se registran en a1os anteriores, este a1o tiene la particularidad de su elevado aporte de 29% (considerando ambos sexos en com3n).

Si bien la flota pesquera explota el stock adulto, los cruceros de evaluaci3n cuando se realizan en el per3odo de pleno desove, reflejan una estructura aun m3s concentrada hacia los adultos mayores, presentando un n3mero de clases de edad que se mantienen con el paso del tiempo, lo que entrega signos de una poblaci3n que mantiene sus grupos de edad, no obstante este a1o se haya detectado una baja notable en su abundancia (45%).

A modo general se se1ala que es deseable profundizar en el estudio de las migraciones que puedan proporcionar mayores antecedentes de la conducta de este recurso en el cono sur. Se presenta la posibilidad de conocer desde los



lugares de nacimiento hasta las migraciones, estudiando estos aspectos a trav3s de la microqu3mica de los otolitos, no obstante para ello se requiere contar con la priorizaci3n de estudios y fondos que destine la autoridad pesquera.

En el Pac3fico suroriental los ejemplares adultos de merluza de tres aletas se caracterizan por agregarse y desplazarse con fines reproductivos para formar altas concentraciones sobre la plataforma continental entre las latitudes 47° 00' S a 51° 00' S desde mediados de julio a septiembre (Lillo *et al.*, 1993). En este estudio, los indicadores reproductivos macrosc3picos e histol3gicos, mostraron que la agregaci3n de merluza a partir de los lances de identificaci3n se encontr3 con actividad reproductiva en desarrollo, asociado a un mayor aporte de hembras en una fase avanzada del evento del desove, sin presentar signos claros que manifestara el t3rmino del per3odo reproductivo. Estos resultados son concordantes con la evoluci3n del proceso reproductivo que present3 el recurso en evaluaciones anteriores, en similar zona y per3odo del a3o (bimestre agosto-septiembre).

El pulso migratorio se caracteriza por presentar los mayores valores de IGS en la primera quincena de agosto, asociado a un mayor aporte de hembras en madurez m3xima (2002: 18,3 y 2003: 23,9) (C3rdova *et al.*, 2003 y Lillo *et al.*, 2004), mientras que la ca3da del IGS ocurre en torno a la segunda quincena de agosto (2006 IGS: 7,0 y 2007 IGS: 9,4), (Saavedra *et al.*, 2006 y 2007). En septiembre el proceso de desove se mantiene, con un incremento gradual del n3mero de hembras que finalizaron el per3odo reproductivo hacia la segunda quincena (2001: 7,7 y 2004: 6,0) (Lillo *et al.*, 2002 y 2005). En este a3o, el an3lisis de los ejemplares capturados en la zona de estudio por la pesquer3a demersal austral (PDA) permiti3 complementar la informaci3n reproductiva proporcionada por el crucero, indicando valores relativamente altos de IGS entre el 20 y 26 de agosto



(IGS promedio: 19,4), registros que estuvieron por sobre a los obtenidos en similar fecha en los cruceros de 2005 (IGS: 11,4) y de 2006 (IGS: 7,0) y similares a los obtenidos en la primera quincena de agosto por los cruceros de 2002 (IGS: 18,3) y 2003 (IGS: 23, 9). Los datos desde el 3 al 19 de septiembre, indicaron valores bajos de IGS (promedio: 5,1), asociado principalmente a desoves masivos hasta mediados del mes, observándose en las hembras muestreadas desde el 12 de septiembre, un mayor aporte de g3nadas en regresi3n, seÑalando el t3rmino del desove de la merluza de tres aletas en el 3rea de estudio, resultados que se comparan con el estudio de 2004, en que se observ3 desoves durante la primera semana de septiembre y una fracci3n importante de hembras en condici3n de desovadas en muestras del 14 de septiembre.

Estos antecedentes confirman la estabilidad temporal del comportamiento reproductivo de la merluza de tres aletas concurriendo al 3rea de estudio a desovar principalmente desde mediados de agosto a mediados de septiembre presentando en particular para el 2007, un per3odo de maduraci3n gonadal m3s prolongado, con altos valores de IGS hasta fines de agosto y un t3rmino del desove hasta la primera quincena de septiembre. Para la merluza de tres aletas en la plataforma patag3nica e inmediaciones de las Islas Malvinas en el Atl3ntico Sudoccidental, el desove ocurre desde agosto a octubre, con una m3xima actividad en septiembre, prolong3ndose ocasionalmente hasta noviembre (S3nchez *et al.*, 1986; Macchi y P3jaro, 1999 y P3jaro y Macchi, 2001), detect3ndose altas concentraciones de huevos en invierno y principios de primavera (Ciechowski *et al.*, 1981 y Ehrlich *et al.*, 1999). En Nueva Zelanda, el recurso se agrega a desovar durante agosto y septiembre en 3reas de desove bien definidas en la Plataforma Bounty, en Pukaki, Islas Auckland e Islas Campbell (Hanchet, 1999).



El ajuste de la Ojiva de madurez se ofrece a modo referencial y con la restricci3n de proceder los datos de distintos pulsos migratorios, con informaci3n histol3gica compilada de los cruceros de evaluaci3n de 2001 a 2007, de tal manera de suplir las tallas peque1as entre los distintos cruceros. Los datos del 2007 no permitieron un adecuado ajuste de la ojiva, debido a la escasa presencia de ejemplares menores a 45 cm de longitud total, estando representados principalmente los tama1os de ejemplares adultos, lo que es esperable al prospectar el stock parental en su 3poca y fondo de desove.

Investigaciones de merluza de tres aletas en el Atl3ntico sur por Lisovenko *et al.* (1982), se1alan 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 S3nchez *et al.* (1986) y P3jaro y Macchi (2001), a trav3s de un an3lisis histol3gico, reportan una talla de primera madurez en 38,0 cm y 37,8 cm respectivamente de longitud total. En el Pac3fico sur, Lillo *et al.* (2002), indicaron el 100% de hembras maduras desde los 41 cm de longitud total. Posteriormente, C3rdova *et al.* (2003), quienes utilizando datos de los cruceros de evaluaci3n 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 evaluaci3n de 2001, 2002 y 2003, la calculan en 36,6 cm de longitud total. Luego, Lillo *et al.* (2005) con la informaci3n de 2001 al 2004 la estiman en 36,1 cm de longitud total. Recientemente, Saavedra *et al.*, (2006 y 2007), con datos de 2001 al 2005 y de 2001 al 2006, la calculan en 36,7 cm y 36,6 cm de longitud total, respectivamente. En este estudio, con la base de datos acumulada de los cruceros de 2001 a 2007, el estimado de la talla de primera madurez sexual correspondi3 a 36,0 cm de longitud total. Estos antecedentes indican que las estimaciones en el Pac3fico sur se mantienen en el rango entre a1os y son levemente inferiores a los estimados para el Atl3ntico.



La merluza de tres aletas se caracteriza por pertenecer al grupo de desovadores parciales con fecundidad determinada. Esta condici3n permiti3 estimar su fecundidad, a trav3s del conteo del n3mero total de ovocitos vitelados en hembras predesovantes con madurez avanzada. Estos ovocitos estar3an conformados por 4 o 5 generaciones ovocitarias, las que ser3an desovadas en tandas parciales en un breve lapso de tiempo (S3nchez *et al.*, 1986).

Estimaciones de fecundidad total en esta especie han sido calculadas en el mar Argentino por Lisovenko *et al.* (1982), quienes se3alaron para 17 hembras una fecundidad que oscil3 de 137.000 a 948.000 ovocitos. S3nchez *et al.* (1986), reportaron en el Atl3ntico sur, una fecundidad promedio de 355.700 ovocitos con un m3nimo de 47.190 y un m3ximo de 1.945.130 ovocitos. P3jaro y Macchi (1999), indicaron para una hembra promedio de 51 cm de longitud total una fecundidad de 477.771 ovocitos. La fecundidad promedio en el lado chileno evolucion3 positivamente desde 386.831 el 2001 (Lillo *et al.* 2002) hasta alcanzar un m3ximo en el per3odo 2003 con 733.540 (Lillo *et al.*, 2004), a partir de aquel a3o se verifica una reducci3n sistem3tica en la fecundidad promedio hasta llegar al valor actual del 2007 de 400.327. La fecundidad relativa promedio (ovocitos/g) sigue una tendencia similar a la fecundidad promedio, variando entre 392 el 2001 hasta un m3ximo de 703 el 2003, manteni3ndose en valores relativamente altos hasta el 2004 (639) (Lillo *et al.*, 2003) y luego presentar una reducci3n hasta 427 en el presente a3o. Podemos observar finalmente que t3rminos generales la fecundidad promedio de la merluza de tres aletas en Chile es levemente superior a los valores reportados para aguas argentinas.



Respecto a la fauna acompañante, los resultados descriptivos evidencian que merluza de tres aletas es la principal especie presente en el área y período de estudio, mientras que de manera secundaria se tiene la participaci3n de merluza de cola. Otras especies como reineta y cojinoba azul participaron de manera marginal en toda la zona.

A partir de los resultados obtenidos de los análisis de clasificaci3n de la fauna acompañante es posible establecer dos grupos los que estarían fuertemente influenciados por la presencia o no de merluza de tres aletas. Sin embargo, no es posible establecer si esta es una condici3n permanente en el área de estudio, ya que no se dispone de este tipo de análisis en estudios anteriores. Por otro lado, el escaso número de especies (2 3) que componen la fauna acompañante, ya que esta especie conforma generalmente agregaciones de tipo monoespecíficas (Lillo *et al.*, 2002), no justifica la realizaci3n de este tipo de análisis para establecer diferencias por zonas, ya que con estudios de tipo descriptivos (participaci3n porcentual en la captura, distribuci3n espacial, etc) es factible de establecer diferencia dentro del área de estudio.

Las agregaciones de merluza de tres aletas como es característico presentaron altas densidades, encontrándose muy concentradas. Morfomtricamente se mantiene la tendencia a formar agregaciones alargadas tipo estrato con valores altos en su relaci3n de aspecto largo/alto, sin embargo la tendencia observada hasta el año anterior de una disminuci3n general en sus valores morfométricos y batimétricos en la serie 2003-2006, este año se revirti3 observándose un aumento en todos los valores promedio de los descriptores analizados. Sin embargo se mantiene la tendencia a la baja en los valores de S_a promedio de las agregaciones, encontrándose este año el valor mas bajo de la serie, lo que



complementado con la disminuci3n en el n3mero de agregaciones observadas este a3o explicar3an adem3s la baja en la estimaci3n de biomasa.

Los estudios estomacales de merluza de tres aletas efectuados en los cruceros de investigaci3n entre los a3os 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), Lillo *et al.* (2004) Saavedra *et al.* (2005) 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 registr3 un 22% de est3magos con contenido (181 muestras). Otras razones que podr3an explicar la baja presencia de est3magos con contenido, ser3a la r3pida digesti3n de presas con cuerpos fr3giles, como son las especies de zooplancton. Esta situaci3n no permite efectuar otros tipos de an3lisis como contrastes espaciales y temporales. Luego, para dilucidar mejor el comportamiento de alimentaci3n y los posibles cambios en la dieta de merluza de tres aletas se sugiere generar estudios orientados espec3ficamente a estos temas, es decir donde el estudio trofodin3mico sea el objetivo general, en donde el muestreo de est3magos sea intensivo.

Los resultados del contenido estomacal de merluza de tres aletas confirman la caracter3stica zooplanct3faga de tipo carcin3fago ya se3alada en estudios anteriores (Lillo *et al.*, 2002, C3rdova *et al.*, 2003; Pool *et al.*, 1997), identific3ndose entre sus presas principales a los euf3usidos (81% IIR en promedio de los seis cruceros); presa



mencionada por dichos estudios como la dieta principal en esta especie, seguido de peces pequeños luminiscentes (12% IIR en promedio de los seis cruceros), que en este caso, dado el avanzado estado de digestión en los estómagos sólo se pudo detectar restos de peces no identificables. La presencia de eufáusidos al igual que lo encontrado en años anteriores, 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, que posterior a dicho proceso retornan por el extremo austral de Chile hacia aguas Atlánticas (Lillo y Paillaman, 1995), orientado posiblemente a la búsqueda de las altas concentraciones de krill, como principal alimento.

La alimentación de la merluza de tres aletas sobre especies zooplanctónicas en la capa epipelagica; especies que alcanzan grandes variaciones en su disponibilidad y abundancia como respuesta a factores ambientales, sugiere que la merluza de tres aletas podría tener un comportamiento oportunista frente a la oferta alimentaria. Estos cambios en la disponibilidad y abundancia de las especies del zooplancton explicarían la presencia importante de salpas y sifonóforos en la dieta registrada en el crucero del año 2001 (Lillo *et al.*, 2002), y de salpas en el presente estudio, especies gelatinosas que incrementan rápidamente su abundancia producto de factores ambientales favorables (Lillo *op cit*). En general la dieta muestra que es una especie con una estrategia alimentaria especializada al hábitat, con eufáusidos como presa dominante; aspecto que se ha observado en todos los años (Córdova *et al.*, 2003;



Lillo *et al.*, 2002, 2004, 2005; Saavedra *et al.* 2007); no obstante, esta especie muestra también una preferencia hacia peces pequeños, pero sin sobrepasar la importancia que tienen los crustáceos, principalmente zooplanctónicos, dentro de su dieta.



7. CONCLUSIONES

- Se estimó una biomasa total media de 98.500 toneladas, con un intervalo de confianza entre 79.400 y 117.600 toneladas.
- La abundancia del recurso se estimó en 97,2 millones de individuos, de los cuales 47,5 millones (48,9,%) fueron machos y 49,7 millones (51,1%) hembras.
- La abundancia de la fracción desovante considerada como aquella mayor a 36 cm de longitud total, representó el 97,6% en machos y 99,9% en hembras, indicando la presencia de un stock esencialmente adulto durante el período y área de la prospección
- Las relaciones peso-longitud mostraron al recurso con pesos promedios por talla próximos a los observados en los años anteriores de estudio de muestras de cruceros, excepto si se les compara con los años 2004 y 2006 en que los ejemplares estaban muy disminuidos en sus pesos corporales
- El recurso presentó una distribución asociada al borde de la plataforma y talud continental, concentrada en una estrecha franja longitudinal. El centro de gravedad latitudinal del stock evaluado se ubicó en la latitud 48°29'S. con una distribución altamente agregada, representada por un índice de Gini igual a 0,93.
- La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el área y período de estudio en el 2007 fue principalmente de individuos adultos, con una talla adulta promedio de 54 cm, leve predominio de las hembras (51%) respecto de los machos, y escasa presencia de juveniles (0,5% < 35 cm).



- La estructura de talla del 2007 registr3 una distribuci3n desplazada a la derecha con una moda principal entre los 54 y 63 cm.
- En los seis a1os de cruceros de investigaci3n, la estructura de talla de la poblaci3n de merluza de tres aletas en el 1rea y per3odo de desove es principalmente adulta, registr1ndose en cada uno de los a1os la presencia de la fracci3n adulta migratoria (50 y 65 cm) que participa en el proceso de desove.
- El stock de merluza de tres aletas estuvo compuesto principalmente por los GE IV a XX+, los cuales constituyen el 98% de la abundancia del stock.
- Merluza de tres aletas presenta una estructura por grupos de edad compuesta de numerosos grupos con diferente fuerza 3 participaci3n en el soporte de la estructura. Los grupos modales no representan grandes concentraciones, manifiestan alternancia de GE que proceden de clases anuales con 1xito dis3mil. En el 2007, el estudio del 1rea, en la 1poca de desove, reflej3 como grupos modales al GE IX (soportando un 11% de la abundancia) y al GE XVIII (con un 12%), observ1ndose a su vez un incremento en el aporte de los GE de adultos mayores.
- El 1ndice gonadosom1tico (IGS) evidenci3 en los ejemplares de merluza de tres aletas actividad reproductiva en desarrollo, correspondiendo a un valor promedio de 4,8 en machos y de 9,4 en las hembras.
- La condici3n de madurez mostr3 en la merluza de tres aletas un proceso reproductivo, asociado a un aporte masivo de hembras en desove



avanzado, sin observarse signos claros que indicara el t3rmino del per3odo reproductivo.

- La talla de primera madurez sexual se estim3 en 36,0 cm de longitud total, para datos compilados de los cruceros de evaluaci3n del 2001 al 2007.
- La fecundidad total promedio fue de 400.327 ovocitos y la fecundidad relativa fue de 427 ovocitos, por debajo a lo reportado en los a3os de 2003 al 2006.
- Los resultados de fauna acompa3ante evidencian que merluza de tres aletas es la principal especie presente en el 3rea y per3odo de estudio, mientras que de manera secundaria se tiene la participaci3n de merluza de cola. Otras especies como reineta y cojinoba azul participaron de manera marginal en toda la zona.
- Las agregaciones de merluza de tres aletas poseen como caracter3stica la tendencia a formar estratos con altos valores en la relaci3n de aspecto, sin embargo se observa una disminuci3n en los valores promedio de energ3a retrodispersada (S_a) en la serie 2003-2007, lo que sumado a la disminuci3n en el n3mero de agregaciones este a3o genera una se3al de alerta del recurso.
- La dieta principal de merluza de tres aletas en el per3odo de estudio fue *E. vallentini* (61,92% IIR), seguido de huevos (22,89% IIR), salpas (8,67%), y macrura (larvas) (3,80% IIR).
- Merluza de tres aletas es planct3faga tipo carcin3faga, con caracter3sticas secundarias de icti3faga.





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 Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 224 p. (m3s anexos).

C3spedes, R., L. Adasme, M. Nilo, E. Palta, V. Ojeda, M. Montecinos, V. Espejo, Z. Young, L. Mu3oz, F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid y L. Chong. 2003. Investigaci3n Situaci3n Pesquería Demersal Austral, 2002. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 224 p. (m3s anexos).

C3spedes, R., L. Adasme, V. Ojeda, M. Nilo, F. Cerna, E. Palta, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Mu3oz y L. Chong. 2002. Investigaci3n Situaci3n Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2001. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 184 p. (m3s anexos).

C3spedes, R.; Z. Young; V. Ojeda; F. Cerna; L. Adasme; H. Hidalgo; R. Bravo; G. Ojeda, H. Miranda y C. Vera. 2000. Investigaci3n Estado de Situaci3n Pesquería Demersal Zona Sur-Austral, 1999. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final corregido, IFOP, 122 pp. (+ tablas y figuras).

Ciechowski, J., M. Ehrlich, C. Lasta y R. S3nchez. 1981. Distribuci3n de huevos y larvas de peces en el Mar Argentino y evaluaci3n de los efectivos desovantes de anchoita y merluza. Contribuci3n 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.

Foote K, G. 1987. Fish target strengths for use in echo-integrator surveys. *J. Acoust. Soc. Am.* 82, 981-7.

Foote, K.; Knudsen, H.; Vestnes, G.; MacIennan, 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 assesment. 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 quatitative 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° edición. Prentice+ Hall, Iberia, Madrid. 832 pp.

Hansen, R., W. Modow & W. Huwitz. 1953. Sanmple 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. 2005. Fisheries acoustic, second edition. Chapman & Hall, 379 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, Fontainebleau (F). 211 p.
- Maynou, F., F. Sardá and G. Conan. 1998.** Assessment 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.** Distribuci3n y estructura poblacional de la polaca (*Micromesistius australis*). Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, N3: 35-50.
- Petitgas, P. 1991.** Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thése 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 tr3ficas 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.



Saavedra, A., V. Correa, R. C3spedes, V. Ojeda, E. D3az, J. Oliva, P. Rojas y L. Adasme. 2006. Evaluaci3n hidroac3stica del stock parental de merluza de tres aletas. En su unidad de pesquer3a, a3o 2005. Informe Final Proyecto FIP 2005-06, IFOP.

Saavedra, A., V. Correa, R. C3spedes, V. Ojeda, E. D3az, J. Oliva, y L. Adasme. 2007. investigaci3n evaluaci3n hidroac3stica stock desovante merluza de tres aletas., 2006. Informe Final Proyecto BIP 30043868-0, IFOP.

S3nchez, R., J. de Ciechowski y E. Acha. 1986. Estudios sobre la reproducci3n y fecundidad de la polaca (*Micromesistius australis*, Norman, 1937) en el Mar Argentino. Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, N36: 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 monospecificues. These. Ecole doctorale des sciences de la mer.

Scalabrin, C., y J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and tempopral 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.

T A B L A S



Tabla 1
Rendimientos mensuales (t/h) de merluza de tres aletas. (1993-2007)
zona sur exterior (47°S-57°S)

Mes	1993	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Julio	67	13	31	50	29	28	20	19	18	14	7	11	10	11
Agosto	80	59	51	137	62	41	63	43	59	46	54	71	33	35
Septiembre	68	81	32	47	47	27	21	28	40	39	30	31	29	33
Octubre	33	17	26	21	19	18	21	24	20	1	23	18	18	22
Noviembre	28	8	29	14	8	10	8	14	-	-	-	-	-	-

Tabla 2
Escala macrosc3pica para determinar estadios de madurez sexual de machos de merluza de tres aletas.

Estadio	Denominaci3n	Aspecto macrosc3pico
I	Virginal	Sexo indeterminado, g3nadas peque1as, filiformes, generalmente juveniles menores de 24 cent3metros.
II	Inmaduro	Test3culos peque1os rojizos sin zonas blancas (reposo).
III	En maduraci3n	Test3culos turgentes, rojizos con zonas blancas y vasos sangu3neos visibles (en preparaci3n). A ligera presi3n no escurre l3quido seminal.
IV	Maduro	Test3culos blancos, muy firmes, al apretar escurre semen (l3quido viscoso blanco) (en evacuaci3n).
V	Evacuados	Test3culos grandes, fl3cidos rojizos, con zonas blancas muy vascularizadas.



Tabla 3

.Escala macrosc3pica para determinar estadios de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas.

Estadio	Denominaci3n	Aspecto macrosc3pico
I	Virginal	Sexo indeterminado, g3nadas peque1as, filiformes, generalmente juveniles menores de 24 cent3metros.
II	Inmaduro	Comienzo de maduraci3n de juveniles y reincidentes, ovario bien definido de color rosado claro, sin 3vulos visibles al ojo desnudo. En ejemplares grandes es normal que el ovario en esta fase presente l3men claramente apreciable, pero su pared es m3s gruesa que en la fase V (indica reposo gon3dico).
III	En maduraci3n	G3nadas de gran volumen con 3vulos visibles de color amarillo p3lido, pero no trasl3cido, con escasa vascularizaci3n. Por lo general, el l3men desaparece cuando los 3vulos alcanzan un di3metro mayor de 500 micrones. Ovario turgescente.
III A	Maduraci3n con desove parcial reciente	Ovario muy vascularizado y con 3vulos visibles a simple vista, los que en peque1a proporci3n presentan una gota oleosa (de color verde amarillento), que corresponde a restos de un desove anterior reciente. En este caso la g3nada es m3s fl3cida que en la fase III.
IV	Desovante	Ovario turgente con 3vulos visibles y transparentes de color anaranjado. Al apretarlo escurren 3vulos transparentes.
V	Desovado y En regresi3n	Ovario vaci3, distendido, l3men amplio, muy fl3cido, de color rojizo de aspecto hemorr3gico, sin 3vulos visibles. Este ovario pasa al estado II, inmaduro.



Tabla 4
Caracterizaci3n histomorfol3gica de madurez sexual de hembras de merluza de tres aletas (Pájaro y Macchi, 2001 (modificada)).

Estadio	Clasificaci3n	Descripci3n
I	Virginal e Inmaduro reincidente	S3lo ovocitos previtelog3nicos bas3filos
II	En Desarrollo (inicial)	Un n3mero de ovocitos muestra ves3culas de vitelo en el citoplasma (estado vesicular). Los ovocitos m3s grandes presentan gl3bulos de vitelo entre las ves3culas. Se observan tambi3n, ovocitos previtelog3nicos bas3filos.
III	En Desarrollo (tardío)	A medida que el crecimiento avanza, el di3metro de los ovocitos incrementa y su citoplasma se hace acid3filo, debido a la acumulaci3n de gl3bulos de vitelo. Ovocitos previtelog3nicos y en estado vesicular est3n presentes.
IV	Hidratado y En desove	En la fase final de la maduraci3n, ovocitos vitelados incrementan r3pidamente su volumen debido a la hidrataci3n. Durante la ovulaci3n es posible observar fol3culos postovulatorios (FPO) junto a ovocitos hidratados y vitelados tardío.
V	Desove parcial	Presencia de ovocitos vitelados tardío junto a fol3culos postovulatorios
VI	Desovada	Esta fase indica el final del desove e involucra la degeneraci3n y reabsorci3n de los ovocitos maduros residuales. Presencia de ovocitos atr3sicos junto con ovocitos previtelog3nicos.



Tabla 5
Calibraci3n del sistema de eointegraci3n EK60. B/H Friosur IX.

Lugar	Bahía de Puerto Chacabuco	
Fecha	11-08-2007	
Buque	Friosur IX	
Ecosonda	Simrad EK 60	
Transductor	ES38B	
Profundidad esfera	33 m	
Profundidad fondo	45 m	
Frecuencia	38 KHz	
Ganancia anterior	24,74 dB	
Ganancia (calibraci3n)	23,97 dB	
TS esfera	-33,6 dB	
Sa correcci3n	-0,79 dB	
Ancho de banda	2,43 KHz	
Intervalo de muestreo	0,192 m	
Coficiente de absorci3n	9,7 dB/km	
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	7,0 °	7,0 °
Desplazamiento del ángulo	-0,11 °	0,14 °



Tabla 6
Calibraci3n del sistema de ecointegraci3n ES60. B/F Ocean Dawn.

Lugar	Bahía de Puerto Chacabuco	
Fecha	03-09-2007	
Buque	Ocean Dawn	
Ecosonda	Simrad ES 60	
Transductor	ES38B	
Profundidad esfera	14 m	
Profundidad fondo	36 m	
Frecuencia	38 KHz	
Ganancia (fábrica)	26,5 dB	
Ganancia (calibraci3n)	27,55 dB	
TS esfera	-33,6 dB	
Sa correcci3n	-0,61 dB	
Ancho de banda	2,43 KHz	
Intervalo de muestreo	0,192 m	
Coefficiente de absorci3n	9,7 dB/km	
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	6,9 °	7,0 °
Desplazamiento del ángulo	0,06 °	0,08 °



Tabla 7
Posici3n y captura lances de identificaci3n merluza de tres aletas, B/F Ocean Dawn, B/H Friosur IX y B/F Uni3n Sur.

Lance	Buque	Fecha	latitud	Longitud	mcola	m3A	reineta	jibia	cojinoba	Total (kg)
1	Friosur 9	22/08/2007	4950.15	7556.15	0	0	5	0	0	5
2	Friosur 9	23/08/2007	4859.95	7600.00	0	0	15	0	0	15
3	Friosur 9	23/08/2007	4734.00	7536.00	0	0	46	1	0	47
4	Ocean Dawn	23/08/2007	4724.40	7540.60	0	0		0	0	0
5	Ocean Dawn	24/08/2007	4713.10	7531.10	0	0	50	0	0	50
6	Ocean Dawn	25/08/2007	4728.90	7535.30	0	0	87	0	0	87
7	Ocean Dawn	25/08/2007	4803.00	7549.65	850	8000	30	0	0	8880
8	Ocean Dawn	26/08/2007	4850.80	7557.20	1300	16000	0	0	200	17500
9	Uni3n Sur	20/08/2007	4800.18	7550.34	0	89500	0	0	0	89500
10	Uni3n Sur	20/08/2007	4811.30	7554.30	7500	165000	0	0	0	172500
11	Uni3n Sur	21/08/2007	4757.30	7545.24	3100	87800	0	0	0	90900
12	Uni3n Sur	21/08/2007	4805.48	7552.36	0	94800	0	0	0	94800
13	Uni3n Sur	22/08/2007	4812.18	7554.21	5000	55200	0	0	0	60200
14	Uni3n Sur	22/08/2007	4826.12	7556.12	0	73800	0	0	0	73800
15	Uni3n Sur	23/08/2007	4831.48	7555.27	3100	64800	0	0	0	67900
16	Uni3n Sur	23/08/2007	4823.24	7556.21	0	56340	0	0	0	56340
17	Uni3n Sur	23/08/2007	4837.39	7555.62	400	102810	0	0	0	103210
18	Uni3n Sur	24/08/2007	4854.98	7558.45	430	35760	0	0	0	36190
19	Uni3n Sur	24/08/2007	4904.24	7600.24	0	50400	0	0	0	50400
20	Uni3n Sur	24/08/2007	4826.24	7556.18	0	69200	0	0	0	69200
21	Uni3n Sur	25/08/2007	4818.62	7555.95	340	8800	0	0	0	9140
22	Uni3n Sur	25/08/2007	4853.68	7557.45	200	6500	0	0	0	6700
23	Uni3n Sur	26/08/2007	4932.27	7542.48	0	41400	0	0	0	41400



Tabla 8

Estimados de Biomasa y abundancia segun m3todos de Hansen, Kish, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, a3o 2007

M3todo	Biomasa (t)	CV	Abundancia (N**1000)	CV
Hansen	97.639	0,128	96.390	0,115
Kish	97.639	0,118	96.390	0,107
Bootstrap	101.814	0,116	100.511	0,106
Geoestadístico	98.500	0,113	97.240	0,104

Tabla 9

Área, y Sa promedio y varianza estimados segun m3todos de Hansen, Kish, Bootstrap y geoestadístico para merluza de tres aletas, a3o 2007

M3todo	Área (mn ²)	Sa Prom	Var(Sa)	CV
Hansen	1.849,5	257,43	5.621,5	0,291
Kish	1.849,5	257,43	2.783,6	0,205
Bootstrap	1.849,5	268,44	2.727,0	0,195
Geoestadístico	1.865,8	257,43	1.572,2	0,154

Tabla 10

Valores estimados de biomasa segun relaci3n de TS utilizada para merluza de tres aletas, a3o 2007

Relaci3n TS	Biomasa (t)	Lim inf	Lim sup	%
$20 \cdot \text{Log}(\text{talla}) - 68,5$	98.500	79.400	117.600	0
$21,7 \cdot \text{Log}(\text{talla}) - 72,8$	134.174	108.156	160.192	36,2
$20 \cdot \text{Log}(\text{talla}) - 64,0$	34.949	28.172	41.726	-64,5
$20 \cdot \text{Log}(\text{talla}) - 69,1$	113.093	91.163	135.023	14,8



Tabla 11
Parámetros de la relación peso-longitud de merluza de tres aletas,
crucero de evaluación agosto del 2007

Sexo	Parámetros	Estimado
Machos	a intervalo	0,000324804 0,0001987 - 0,0004509
	b intervalo	3,76038158 3,6631299 - 3,8576332
	N	319
	r²	0,967
Hembras	a intervalo	0,000316532 0,0001326 - 0,0005004
	b intervalo	3,767161946 3,6237371 - 3,9105868
	N	341
	r²	0,931
Ambos	a intervalo	0,000317783 0,0002092 - 0,0004263
	b intervalo	3,766084026 3,6813888 - 3,8507793
	N	660
	r²	0,954



Tabla12
Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, crucero agosto 2007

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																					
30 - 31	371088	185544	185544																		
32 - 33	117749	23550	94199																		
34 - 35	640038		512031	128008																	
36 - 37	660020		403346	220007	36668																
38 - 39	838458		67076	67076	100615																
40 - 41	2055541			1429942	178743	268114	178743														
42 - 43	3265831			1088610	907175	544305	181435	362870													
44 - 45	3696775				1928752	321459	642917	160729	482188												
46 - 47	3593313					855551	684441	342220	171110	855551	342220	342220									
48 - 49	3170338					226453	566132	339679	452905	452905	452905		226453								
50 - 51	3027730						168207	336414	336414	336414				336414							
52 - 53	2793555						199540		1396778		199540										
54 - 55	4159788								244693		978774										
56 - 57	10194866							377588	377588		377588										
58 - 59	7236774												377588	377588							
60 - 61	1698294												278337								
62 - 63														734080							
64 - 65														672829							
66 - 67														168207							
68 - 69														598619							
70 - 71														399079							
72 - 73														244693							
74 - 75														244693							
76 - 77														244693							
78 - 79														244693							
80 - 81														489387							
82 - 83														244693							
84 - 85														244693							
86 - 87														244693							
TOTAL	47520158	209094	1262196	3537332	4007503	2044771	2279194	1566956	4508987	1131540	3016378	882378	714002	1911699	2770074	2545837	2490806	5111306	2298052	5232052	
PORCENTAJE		0,44	2,66	7,44	8,43	4,30	4,80	3,30	9,49	2,38	6,35	1,86	1,50	4,02	5,83	5,36	5,24	10,76	4,84	11,01	
TALLA PROM. (cm)		30,73	34,61	40,27	44,07	44,56	46,46	49,53	49,59	48,49	51,61	55,08	53,67	52,96	55,79	55,85	57,20	57,20	57,82	57,11	
VARIANZA		0,40	4,77	4,23	3,78	6,27	10,55	21,46	16,74	2,40	13,07	15,66	8,97	9,87	10,61	10,51	1,69	2,16	3,36	2,67	
PESO PROM (g)		144,7	220,5	367,7	499,0	520,5	604,8	764,2	761,5	688,9	865,8	1.082,4	982,8	940,7	1.123,3	1.127,0	1.208,5	1.209,6	1.256,5	1.203,3	

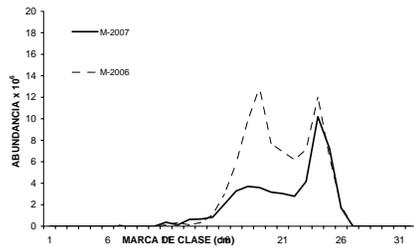
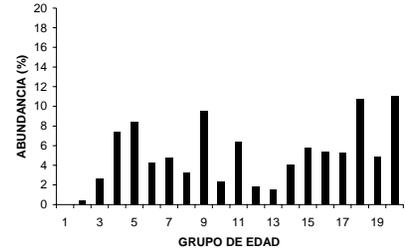




Tabla13

Composici3n de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, cruceo agosto 2007

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																					
30 - 31	7433	7433																			
32 - 33	17827	13370	2228	2228																	
34 - 35	25259	18944	6315																		
36 - 37	7433	7433																			
38 - 39	7433		4955	2478																	
40 - 41	182869		60956	121913																	
42 - 43	10394			6236	4158																
44 - 45	444800			74133	296533	74133															
46 - 47	1422657			316146	632292		158073	158073	158073												
48 - 49	2253029				633665	774479	492850														
50 - 51	3618606				452326	452326	1017733	226163	1017733	352036											
52 - 53	2062346				124991	62495	312477	124991	749944	62495	249981										
54 - 55	3840514					98475	393899	787798	689323	295424	295424	295424	295424	492374							
56 - 57	5017324							578922	1543792	385948	385948	192974	192974								
58 - 59	5730177							1146035	286509	573018	1719053										
60 - 61	10942527							486335	486335		243167										
62 - 63	9531597										243167	729502	1215836	486335	1459004	243167	1945338	1945338	1459004		
64 - 65	4138809										346604	346604	693207	1213112	1213112	1733018	1559716	2426225			
66 - 67	458417																				
68 - 69																					
70 - 71																					
72 - 73																					
74 - 75																					
76 - 77																					
78 - 79																					
80 - 81																					
82 - 83																					
84 - 85																					
86 - 87																					
TOTAL	49719450	39747	81887	523134	2143964	1461908	2375032	3508316	5283744	1543048	3006655	1140664	1740080	3323439	3158763	3880903	904071	6271779	4895245	4437069	
PORCENTAJE		0,08	0,16	1,05	4,31	2,94	4,78	7,06	10,63	3,10	6,05	2,29	3,50	6,68	6,35	7,81	1,82	12,61	9,85	8,92	
TALLA PROM. (cm)		31,1	37,3	42,7	46,0	47,5	48,7	54,3	52,2	53,8	55,2	56,4	56,5	57,4	58,1	58,3	58,4	60,3	59,9	60,1	
VARIANZA		2,32	4,86	6,95	4,99	4,18	5,01	11,77	13,20	7,71	6,15	12,50	13,48	7,11	9,61	7,49	10,07	5,28	3,09	1,65	
PESO PROM (g)		160	307	491	635	709	778	1145	999	1104	1205	1312	1319	1379	1450	1463	1477	1642	1599	1612	

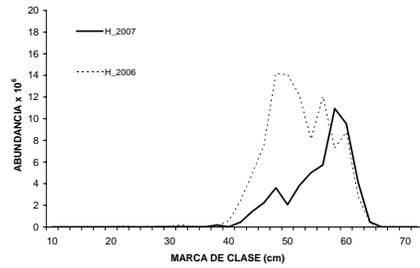
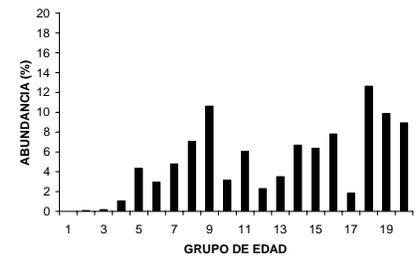




Tabla 14

Parámetros del variograma para merluza de tres aletas, agosto 2007

Período	Pepita	Sill	Rango	% Nugget	% Estructura
Agosto 2007	420000	600000	0,024	38,7	61,3

Tabla 15

Estadística básica de la talla de merluza de tres aletas total y por área.
Crucero agosto, 2007.

		Talla					Prop. Sexual		
		Min. (cm)	Max. (cm)	Prom. (cm)	Desv. Est (cm)	Numero Individuos	< 35 cm %	Machos %	Hembras %
Total Area	Macho	30	61	51,8	2,8	727	0,9	48,9	51,1
	Hembra	29	65	55,9	2,8	597	0,1		
	Total	29	65	53,9	2,0	1324	0,5		
Area 2 G. Penas-Ladrillero 47°30' - 48°59' L.S.	Macho	30	61	51,8	2,8	705	0,9	49,5	50,5
	Hembra	29	65	55,8	2,9	554	0,1		
	Total	29	65	53,8	2,1	1259	0,5		
Area 3 Trinidad-Concepci3n 49° - 51° L.S.	Macho	36	61	53,6	7,1	22	0,7	33,8	66,2
	Hembra	43	63	57,3	5,1	43	0,4		
	Total	36	63	56,0	6,1	65	0,5		



Tabla 16

Número de individuos por grupo de edad, varianza (var) y coeficiente de variación (cv) en la abundancia de merluza de tres aletas. Crucero de evaluación 2007.

GE	MACHOS			HEMBRAS		
	Nº	VAR	CV	Nº	VAR	CV
I						
II	209.094	11.471.661.757	0,5122	39.747	2.371.872.003	1,2253
III	1.262.196	74.542.826.582	0,2163	81.887	6.173.825.726	0,9595
IV	3.537.332	320.960.089.248	0,1602	523.134	64.940.672.112	0,4871
V	4.007.503	502.401.391.749	0,1769	2.143.964	204.361.041.084	0,2109
VI	2.044.771	298.063.492.244	0,2670	1.461.908	123.988.482.895	0,2409
VII	2.279.194	329.372.034.111	0,2518	2.375.032	219.437.586.750	0,1972
VIII	1.566.956	323.976.505.150	0,3632	3.508.316	635.179.851.755	0,2272
IX	4.508.987	752.892.976.656	0,1924	5.283.744	683.412.604.563	0,1565
X	1.131.540	162.383.137.070	0,3561	1.543.048	288.934.395.793	0,3484
XI	3.016.378	597.684.810.438	0,2563	3.006.655	579.178.297.479	0,2531
XII	882.378	246.532.874.143	0,5627	1.140.664	188.526.328.007	0,3807
XIII	714.002	198.815.561.440	0,6245	1.740.080	312.371.406.788	0,3212
XIV	1.911.699	369.357.954.819	0,3179	3.323.439	661.264.464.094	0,2447
XV	2.770.074	655.409.501.495	0,2923	3.158.763	609.049.235.602	0,2471
XVI	2.545.837	647.911.444.547	0,3162	3.880.903	735.727.830.038	0,2210
XVII	2.490.806	740.683.380.531	0,3455	904.071	228.814.005.885	0,5291
XVIII	5.111.306	1.341.338.971.604	0,2266	6.271.779	1.109.671.363.401	0,1680
XIX	2.298.052	618.438.911.094	0,3422	4.895.245	980.490.403.526	0,2023
XX	5.232.052	1.353.924.809.850	0,2224	4.437.069	810.798.147.668	0,2029
TOTAL	47.520.158			49.719.450		

Tabla 17

Incidencia de estadios de madurez por sexo ponderado a la captura del lance, en ejemplares de merluza de tres aletas muestreados en el crucero de prospección (agosto) y en la Pesquería demersal austral (septiembre).

Período	Sexo	Análisis	Estadio de madurez sexual					
			I	II	III	IV	V	
Agosto	Macho	Macroscópico	0,0	10,5	2,1	43,9	43,5	
		Microscópico	0,0	15,9	5,9	32,7	42,1	3,4
	Hembra	Macroscópico	14,9	0,0	6,4	13,6	64,2	0,9
		Microscópico	0,0	23,0	22,3	0,0	6,9	47,7
Septiembre	Hembra	Macroscópico	2,6	0,0	2,9	6,0	43,1	45,4
		Microscópico						



Tabla 18

Registro de proporci3n de hembras maduras por tama1o, del total analizadas en el crucero del 2007 y de los cruceros 2001 al 2007 para el ajuste de la ojiva de madurez

Tama1o (cm)	Crucero 2007		Crucero 2001 al 2007	
	Proporci3n hembras maduras	Total	Proporci3n hembras maduras	Total
22			0,0	2
23			0,0	2
24			0,0	1
25			0,0	1
26				
27				
28	0,0	2	0,0	2
29	0,0	3	0,0	10
30	0,0	1	0,0	9
31	0,0	6	0,05	22
32	0,0	3	0,0	14
33	0,0	1	0,0	11
34	1	1	0,50	10
35	0,33	3	0,29	14
36	1	1	0,70	10
37	1	2	0,63	16
38	1	2	0,73	22
39	1	1	0,80	25
40			0,79	33
41	1	2	0,90	41
42	1	3	0,84	43
43	1	2	0,90	42
44	1	2	0,95	57
45	1	3	0,98	81
46	1	3	0,96	84
47	1	8	0,99	107
48	1	8	0,98	113
49	1	6	1	143
50	1	5	0,99	151
51	1	10	0,99	164
52	1	7	0,98	158
53	1	10	1	149
54	1	2	1	155
55	1	7	1	205
56			1	206
57			1	252
58	1	1	1	226
59	1	4	1	216
60			1	179
61	1	3	1	89
62	1	1	1	49
63	1	2	1	17
64			1	11
65			1	1



Tabla 19

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

Variable	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	CV	Nº obs
Largo (m)	674,9	3.346,2	46,9	624,8	0,93	70
Alto (m)	15,6	40,4	3,2	8,1	0,52	70
Elongación	57,1	372,6	5,4	65,7	1,15	70
Perímetro (m)	3.649,4	17.321,8	285,8	3.386,7	0,93	70
Area (m ²)	9.985,9	48.829,3	210,9	9.525,1	0,95	70
Dim. Fractal	1,47	1,68	1,21	0,10	0,07	70
Prof. Card (m)	202,4	407,9	103,1	72,8	0,36	70
Prof. Fondo (m)	274,9	767,1	113,5	160,1	0,58	70
Indice altura	17,2	74,5	0,9	18,9	1,09	70
Sa	2.259,7	15.400,5	27,5	2.968,8	1,31	70
Dens (Sa/m ²)	0,7	9,7	0,00	1,7	2,43	70

Tabla 20

Valores promedio, y desviación estándar de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, años 2003-2007.

Variable	2003		2004		2005		2006		2007	
	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.
Largo (m)	1.776	1,09	1.742	0,80	1.088	1,09	527	1,43	675	0,93
Alto (m)	31	0,41	23	0,45	21	0,53	14	0,58	16	0,52
Elongación	56	1,01	80	0,85	53	0,93	42	1,35	57	1,15
Perímetro (m)	7.722	1,25	9.530	0,74	5.214	1,19	2.639	1,87	3.649	0,93
Area (m ²)	65.831	1,39	42.787	0,94	28.226	1,65	8.570	1,88	9.986	0,95
Dim. Fractal	1,36	0,08	1,46	0,04	1,41	0,06	1,39	0,10	1,47	0,07
Prof. Card (m)	253	0,34	208	0,20	181	0,21	159	0,19	202	0,36
Prof. Fondo (m)	414	0,51	448	0,55	261	0,48	238	0,60	275	0,58
Indice altura	30	0,71	44	0,46	22	0,96	22	0,99	17	1,09
Sa	9.323	1,85	11.942	1,67	10.513	1,93	3.573	2,48	2.260	1,31
Densidad	0,54	4,08	0,29	1,46	0,46	2,15	0,74	1,89	0,68	2,43
Nº obs	107		46		136		181		70	



Tabla 21

Valores promedio, Desv. Est3ndar y coeficiente de variaci3n de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones de merluza de tres aletas, seg3n latitud.

Variable	Lat	N	Prom	D.S.	C.V.
Largo	47	27	488,1	355,1	0,73
	48	24	899,7	792,5	0,88
	49	16	630,2	681,0	1,08
	50	3	796,8	98,6	0,12
Alto	47	27	17,2	9,5	0,55
	48	24	10,8	5,3	0,49
	49	16	20,0	6,2	0,31
	50	3	17,1	2,5	0,14
Elongaci3n	47	27	39,4	51,3	1,30
	48	24	91,9	81,1	0,88
	49	16	36,4	47,0	1,29
	50	3	47,5	11,7	0,25
Per3metro	47	27	2.182,9	1.472,9	0,67
	48	24	4.691,5	4.190,7	0,89
	49	16	4.078,2	3.849,2	0,94
	50	3	6.225,1	966,0	0,16
3rea	47	27	8.418,1	7.344,2	0,87
	48	24	9.668,5	9.031,9	0,93
	49	16	12.481,8	13.602,9	1,09
	50	3	13.325,1	1.437,9	0,11
Dim. Fractal	47	27	1,41	0,09	0,07
	48	24	1,52	0,09	0,06
	49	16	1,47	0,10	0,07
	50	3	1,55	0,05	0,03
Prof. Agregaci3n	47	27	186,7	62,0	0,33
	48	24	163,2	41,7	0,26
	49	16	265,7	70,8	0,27
	50	3	320,7	23,6	0,07
Fondo	47	27	290,9	162,7	0,56
	48	24	176,4	43,8	0,25
	49	16	384,4	198,7	0,52
	50	3	333,7	23,8	0,07
Ind. Altura	47	27	25,1	21,7	0,86
	48	24	7,5	3,9	0,52
	49	16	21,0	21,9	1,04
	50	3	3,9	0,4	0,11
Sa	47	27	2.383,1	2.361,4	0,99
	48	24	3.027,5	4.215,1	1,39
	49	16	960,6	846,3	0,88
	50	3	1.935,2	979,8	0,51
Densidad	47	27	0,7	1,4	2,04
	48	24	1,1	2,4	2,24
	49	16	0,2	0,2	1,05
	50	3	0,2	0,1	0,62



Tabla 22

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

Variable		Suma cuadrática	G.L.	Media	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	5,53984E+00	3	1,8	2,16	0,101
	Intra-grupos	5,64875E+01	66	0,9		
	Total	6,20273E+01	69			
Alto	Inter-grupos	3,94391E+00	3	1,3	6,40	0,001
	Intra-grupos	1,35522E+01	66	0,2		
	Total	1,74962E+01	69			
Elongaci3n	Inter-grupos	1,62235E+01	3	5,4	6,39	0,001
	Intra-grupos	5,58744E+01	66	0,8		
	Total	7,20978E+01	69			
Perímetro	Inter-grupos	7,93438E+00	3	2,64479E+00	2,98	0,038
	Intra-grupos	5,86317E+01	66	8,88359E-01		
	Total	6,65661E+01	69			
Área	Inter-grupos	2,86382E+00	3	9,54605E-01	0,73	0,540
	Intra-grupos	8,68059E+01	66	1,31524E+00		
	Total	8,96697E+01	69			
Dim. Fractal	Inter-grupos	2,76018E-02	3	0,01	6,11	0,001
	Intra-grupos	9,94115E-02	66	0,00		
	Total	1,27013E-01	69			
Prof. Agregaci3n	Inter-grupos	3,06208E+00	3	1,0	12,60	0,000
	Intra-grupos	5,34763E+00	66	0,1		
	Total	8,40971E+00	69			
Fondo	Inter-grupos	4,85886E+00	3	1,6	8,05	0,000
	Intra-grupos	1,32836E+01	66	0,2		
	Total	1,81425E+01	69			
Ind. Altura	Inter-grupos	1,15693E+01	3	3,9	6,01	0,001
	Intra-grupos	4,23205E+01	66	0,6		
	Total	5,38898E+01	69			
Sa	Inter-grupos	6,62232E+00	3	2,2	1,28	0,290
	Intra-grupos	1,14188E+02	66	1,7		
	Total	1,20811E+02	69			
Densidad (test Krustal-Wallis)	chi cuadrado	4,301497876	3			0,231



Tabla 23
Valores promedio, Desv. Est3ndar y coeficiente de variaci3n de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones de merluza de tres aletas seg3n rango de fondo

Variable	Rango fondo	N	Prom	D.S.	C.V.
Largo	100	34	898,8	767,8	0,85
	200	8	677,1	435,0	0,64
	300	15	541,4	309,3	0,57
	400	6	221,5	99,0	0,45
	500	7	260,0	242,7	0,93
Alto	100	34	11,0	5,3	0,48
	200	8	17,1	12,6	0,74
	300	15	21,5	6,0	0,28
	400	6	19,2	6,2	0,32
	500	7	20,5	6,9	0,34
Elongaci3n	100	34	90,2	78,6	0,87
	200	8	48,3	38,8	0,80
	300	15	25,7	15,5	0,60
	400	6	12,3	6,6	0,53
	500	7	11,6	8,9	0,76
Per3metro	100	34	3.898,5	3.708,5	0,95
	200	8	4.037,6	2.930,3	0,73
	300	15	4.625,0	3.684,1	0,80
	400	6	1.435,1	584,9	0,41
	500	7	1.803,6	1.574,2	0,87
Area	100	34	10.431,8	11.026,2	1,06
	200	8	12.083,3	9.446,4	0,78
	300	15	12.036,3	8.179,2	0,68
	400	6	4.162,7	2.064,7	0,50
	500	7	6.020,9	6.417,4	1,07
Dim. Fractal	100	34	1,48	0,10	0,07
	200	8	1,49	0,14	0,09
	300	15	1,47	0,11	0,08
	400	6	1,41	0,04	0,03
	500	7	1,41	0,09	0,06
Prof. Agregaci3n	100	34	142,4	20,8	0,15
	200	8	202,6	25,2	0,12
	300	15	291,6	32,8	0,11
	400	6	240,0	42,6	0,18
	500	7	270,5	81,8	0,30
Fondo	100	34	155,6	21,8	0,14
	200	8	223,4	25,9	0,12
	300	15	332,7	26,2	0,08
	400	6	446,8	44,0	0,10
	500	7	642,0	93,2	0,15
Ind. Altura	100	34	8,4	4,6	0,55
	200	8	9,0	8,4	0,93
	300	15	12,0	10,1	0,84
	400	6	45,5	12,8	0,28
	500	7	56,5	17,9	0,32
Sa	100	34	2.226,1	3.129,6	1,41
	200	8	3.576,6	5.124,9	1,43
	300	15	2.463,1	2.093,9	0,85
	400	6	1.271,1	1.211,3	0,95
	500	7	1.329,1	992,0	0,75
Densidad	100	34	0,86	2,08	2,41
	200	8	1,09	2,31	2,11
	300	15	0,30	0,23	0,78
	400	6	0,31	0,22	0,72
	500	7	0,44	0,53	1,20



Tabla 24
Valores sigma y F, calculados para Andeva de un factor para comparaci3n de valores medios (normalizados) de los descriptores por rango de fondo.

Variable		Suma cuadrática	G.L.	Media	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	12,7	4	3,2	4,18	0,004
	Intra-grupos	49,3	65	0,8		
	Total	62,0	69			
Alto	Inter-grupos	6,5	4	1,6	9,57	0,000
	Intra-grupos	11,0	65	0,2		
	Total	17,5	69			
Elongaci3n	Inter-grupos	32,0	4	8,0	13,00	0,000
	Intra-grupos	40,1	65	0,6		
	Total	72,1	69			
Perímetro	Inter-grupos	6,7	4	1,7	1,82	0,135
	Intra-grupos	59,9	65	0,9		
	Total	66,6	69			
Área	Inter-grupos	6,0	4	1,5	1,16	0,337
	Intra-grupos	83,7	65	1,3		
	Total	89,7	69			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,0	4	0,0	1,30	0,279
	Intra-grupos	0,1	65	0,0		
	Total	0,1	69			
Prof. Agregaci3n	Inter-grupos	6,6	4	1,7	60,60	0,000
	Intra-grupos	1,8	65	0,0		
	Total	8,4	69			
Ind. Altura	Inter-grupos	33,1	4	8,3	25,94	0,000
	Intra-grupos	20,8	65	0,3		
	Total	53,9	69			
Sa	Inter-grupos	6,9	4	1,7	0,98	0,425
	Intra-grupos	113,9	65	1,8		
	Total	120,8	69			
Densidad (test Krustal-Wallis)	chi cuadrado	1,22	4			0,874



Tabla 26
Matriz de correlaciones de las variables originales (descriptores).

	Largo	Alto	Elon.	Perím.	Área	Dim. Frac.	Prof. Agreg.	Fondo	Ind. Alt.	Sa	Dens.
Largo	1										
Alto	-0,074	1									
Elongaci3n	0,856	-0,412	1								
Perímetro	0,832	0,078	0,656	1							
Área	0,796	0,438	0,412	0,722	1						
Dim. Fractal	0,333	-0,466	0,490	0,529	0,013	1					
Prof. Agreg.	-0,231	0,538	-0,401	0,063	0,055	-0,001	1				
Fondo	-0,371	0,425	-0,453	-0,205	-0,156	-0,265	0,668	1			
Ind. Altura	-0,390	0,313	-0,408	-0,359	-0,239	-0,441	0,216	0,843	1		
Sa	-0,118	-0,075	-0,027	-0,110	-0,159	-0,076	-0,091	-0,117	-0,034	1	
Densidad	-0,249	-0,243	-0,143	-0,272	-0,292	-0,164	-0,186	-0,122	-0,013	0,743	1

Tabla 27
Valores propios y proporci3n de la variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes principales

	Com.1	Com.2	Com.3
Valor propio	3,94	1,62	1,00
% variabilidad	49,26	20,31	12,29
% acumulado	49,26	69,57	81,86

Tabla 28
Matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	0,924	0,248	-0,192
Elongaci3n	0,845	-0,020	0,055
Perímetro	0,866	0,299	0,062
Área	0,694	0,474	-0,439
Dim. Fractal	0,568	-0,229	0,719
Fondo	-0,569	0,710	0,209
Ind. Altura	-0,649	0,635	0,038
densidad	-0,273	-0,537	-0,429



Tabla 29
N3mero y porcentaje de muestras biol3gicas y est3magos de merluza de tres aletas analizados. (agosto 2007).

N3mero muestreados	Est3magos	N3mero de individuos	Porcentaje
Vac3os		147	59,3
Con contenido		101	40,7
Total		248	100
Contenido Digerido		33	32,7
Contenido Semidigerido		68	67,3
Total		101	100



Tabla 30
Indicadores del contenido estomacal de merluza de tres aletas (2005, 2007).

NUMÉRICO (%)			
ítem presa	2005	2007	
	G. Penas-Ladrillero		
<i>Euphausia vallentini</i> (Euphausiidae)	43,85	16,05	
<i>Thysanoessa gregaria</i> (Euphausiidae)	1,74	--	
<i>Macrura sp. (mysis larva)</i>	--	6,60	
<i>Nematoscelis megalops</i> (Euphausiidae)	7,29	--	
Crustacea (Amphipoda)	--	0,37	
Crustacea (Caridea)	2,07	--	
Crustacea (Copepoda)	--	0,19	
Crustacea (Euphausiidae)	--	1,55	
Huevos crustáceos	--	50,49	
Larvas crustáceos	--	0,19	
Salpas (Salpidae)	3,48	23,89	
Sifonóforos(Siphonophora)	--	0,06	
Restos de crustáceos	5,22	0,06	
Restos de cefalópodos	--	0,19	
Restos de eufáusidos	14,80	--	
Restos de peces	21,55	0,37	
Total	100	100	
Número total de individuos	919	1620	
GRAVIMÉTRICO (%)			
ítem presa	2005	2007	
	G. Penas-Ladrillero		
<i>Euphausia vallentini</i> (Eufáusido)	31,88	20,01	
<i>Thysanoessa gregaria</i> (Eufáusido)	0,70	--	
<i>Macrura sp. (mysis larva)</i>	--	0,41	
<i>Nematoscelis megalops</i> (Eufáusido)	5,97	--	
Crustacea (Amphipoda)	--	0,07	
Crustacea (Caridea)	6,62	--	
Crustacea (Copepoda)	--	0,00	
Crustacea (Euphausiidae)	--	2,23	
Huevos crustáceos	--	0,18	
Larvas crustáceos	--	0,00	
Salpida (Salpa)	4,17	72,05	
Sifonóforos(Siphonophora)	--	0,00	
Restos de crustáceos	5,05	0,92	
Restos de cefalópodos	--	0,03	
Restos de eufáusidos	16,17	--	
Restos de peces	29,44	4,10	
Total	100	100	
Peso total en gramos	62,70	102,83	



(Continuaci3n Tabla 30)

FRECUENCIA (%)			
ítem presa	2005 G. Penas-Ladrillero	2007	
<i>Euphausia vallentini</i> (Eufáusido)	28,06	36,08	
<i>Thysanoessa gregaria</i> (Eufáusido)	1,44	--	
<i>Macrura sp. (mysis larva)</i>	--	11,39	
<i>Nematoscelis megalops</i> (Eufáusido)	6,12	--	
Crustacea (Amphipoda)	--	4,43	
Crustacea (Caridea)	2,16	--	
Crustacea (Copepoda)	--	1,90	
Crustacea (Euphausiidae)	--	10,13	
Huevos crustáceos	--	9,49	
Larvas crustáceos	--	0,63	
Salpida (Salpa)	7,55	1,90	
Sifonóforos (Siphonophora)	--	0,63	
Restos de crustáceos	8,63	17,72	
Restos de cefalópodos	--	1,90	
Restos de eufáusidos	8,63	--	
Restos de peces	37,41	3,80	
Total	100	100	
Total de presas	278	158	



Tabla 31
Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas, total (2005, 2007) y por lance (2007).

ítem presa	2005 G. Penas-Ladrillero	2007
<i>Euphausia vallentini</i> (Eufáusido)	46,71	61,92
<i>Thysanoessa gregaria</i> (Eufáusido)	0,08	--
<i>Macrura sp. (mysis larva)</i>	--	3,80
<i>Nematoscelis megalops</i> (Eufáusido)	1,78	--
Crustacea (Amphipoda)	--	0,09
Crustacea (Caridea)	0,41	--
Crustacea (Copepoda)	--	0,02
Crustacea (Euphausiidae)	--	0,94
Huevos crustáceos	--	22,89
Larvas crustáceos		0,01
Salpidae (Salpa)	1,27	8,67
Sifonóforos(Siphonophora)	--	0,00
Restos de crustáceos	1,95	0,83
Restos de cefalópodos	--	0,02
Restos de eufáusidos	5,87	--
Restos de peces	41,93	0,81
Total de estómagos analizados (%)	100	100
Total de estómagos analizados	278	101

LANCE 360D

ítem presa	IIR	%IIR
<i>Macrura sp. (mysis larva)</i>	339,41	8,39
Copepoda	0,23	0,01
Huevos crustáceos	2568,11	63,46
Larvas crustáceos	0,68	0,02
Salpidae	1138,29	28,13
Siphonophora	0,23	0,01
Total	4046,94	100

LANCE 370D

ítem presa	IIR	%IIR
Euphausia vallentini	7100,75	95,80
<i>Macrura sp. (mysis larva)</i>	6,36	0,09
Anfípodos	11,47	0,15
Copepoda	1,13	0,02
Eufáusidos	116,4	1,58
Restos cefalópodos	2,82	0,04
Restos crustáceos	85,85	1,16
Restos peces	87,40	1,18
Total	7412,19	100



Tabla 32

Índice de Importancia Relativa (IIR, %) de merluza de tres aletas para los seis cruceros de investigación entre 2001 y 2007.

ítem presa	2001 agosto- septiem bre	2002 agosto	2003 agosto	2004 Septiem bre	2005 agosto	2007 agosto
N° indiv. analizados	2.575	1.796	452	673	1.498	248
N° estómagos con contenido	213	224	98	244	353	101
N° estómagos vacíos	817	1342	252	321	781	247
N° estómagos evaginados	1545	230	102	108	364	0
% estómago c/contenido	8,3	12,5	21,7	36,3	23,6	40,7
% estómago vacío	31,7	74,7	55,8	47,7	52,1	59,3
% estómago evaginados	60,0	12,8	22,6	16,0	24,3	0

%IIR

ítem presa	2001 agosto- septiem bre	2002 agosto	2003 agosto	2004 septiem bre	2005 agosto	2007 agosto
Crustáceos						
	40,007	82,912	89,659	94,446	81,525	90.50
Eufáusidos	26,143	44,859	89,209	94,382	65,653	62.86
Anfípodos	12,907	0,001		0,021		0.09
<i>Pasiphaea doffleini</i> (camarón)	0,756	7,739		0,042		
<i>Macrura sp. (mysis larva)</i>						3.80
Caridea sp.					1,797	
Copepoda	0,175	0,008		0,00003		0.02
larvas crustaceos						0.01
Restos de crustáceos	0,026	30,305	0,450	0,001	0,771	0.83
Restos de eufáusidos					13,305	
Huevos crustáceos						22.89
Peces						
	22,405	16,983	10,303	5,553	17,499	0.81
Mictófidó	22,372	14,663	9,249			
<i>Maurolícus sp.</i>	0,008		0,453	3,349		
Restos de peces	0,025	2,320	0,601	2,204	17,499	0.81
Cefalópodos						
	0,009	0,027	0,038	0,0003		0.02
<i>Loligo sp.</i>	0,009	0,027				
Octopodidae				0,0003		
Restos de cefalópodos			0,038			0.02



(Continuaci3n Tabla 32)

Zooplancton gelatinoso						
	37.58	0.078			0.976	8.68
Siphonophora	16,579					< 0.01
Ctenophora	0,007					
Salpidae	15,690	0,078			0,976	8.67
Restos de cnidarios	5,304					
Total	100	100	100	100	100	100

Tabla 33

Frecuencia de estados de digesti3n (%) de Euf3usidos seg3n la hora de pesca en est3magos de merluza de tres aletas. (2007).

Lance	Hora de Pesca	Estado de digesti3n (%)	
		Semidigerido	Digerido
36 OD	10:00	50,00	50,00
37OD	16:00	78,05	22
Total (%)		128,05	72
Frecuencia de est3magos con euf3usidos		34	11



Tabla 34

/Indicador coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de merluza de tres aletas, total (2005, 2007) y por lance en 2007.

ítem presa	2005		2007	
	Q	%Q	Q	%Q
<i>Euphausia vallentini</i> (Eufáusido)	1397,94	58,96	321,21	15,61
<i>Thysanoessa gregaria</i> (Eufáusido)	1,22	0,05		
<i>Macrura sp. (mysis larva)</i>			2,7	0,13
<i>Nematoscelis megalops</i> (Eufáusido)	43,52	1,84		
Crustacea (Amphipoda)			0,03	0,00
Crustacea (Caridea)	13,7	0,58		
Crustacea (Copepoda)			0,00	0,00
Crustacea (Euphausiidae)			2	0,1
Huevos crustáceos			8,84	0,43
Larvas crustáceos			0,00	0,00
Salpida (Salpa)	14,51	0,61	1721,22	83,65
Sifonóforos(Siphonophora)			0,00	0,00
Restos de crustáceos	26,36	1,11	0,06	0,00
Restos de cefalópodos			0,01	0,00
Restos de eufáusidos	239,32	10,09		
Restos de peces	634,43	26,76	1,52	0,07
Total	2371	100	2057,57	100

Q<20 = presa incidental

20<Q<200 = presa secundaria

Q>200 = presa principal

LANCE 360D		
ítem presa	Q	%Q
<i>Macrura sp. (mysis larva)</i>	2,85	0,10
Copepoda	0,00	0,00
Huevos crustáceos	15,00	0,51
Larvas crustáceos	0,00	0,00
Salpidae	2493,10	99,40
Siphonophora	0,00	0,00
Total	2960,96	100



(Continuaci3n Tabla 34)

LANCE 370D		
ítem presa	Q	%Q
Euphausia vallentini	6106,10	98,82
<i>Macrura sp. (mysis larva)</i>	0,71	0,01
Anfípodos	0,50	0,01
Copepoda	0,00	0,00
Eufáusidos	40,36	0,66
Restos cefalópodos	0,11	0,00
Restos crustáceos	1,12	0,02
Restos peces	29,91	0,48
Total	6178,80	100

FIGURAS



a)



b)

Figura 1. Buques participantes en la prospecci3n: a) B/H Friosur IX b) B/F Ocean Down

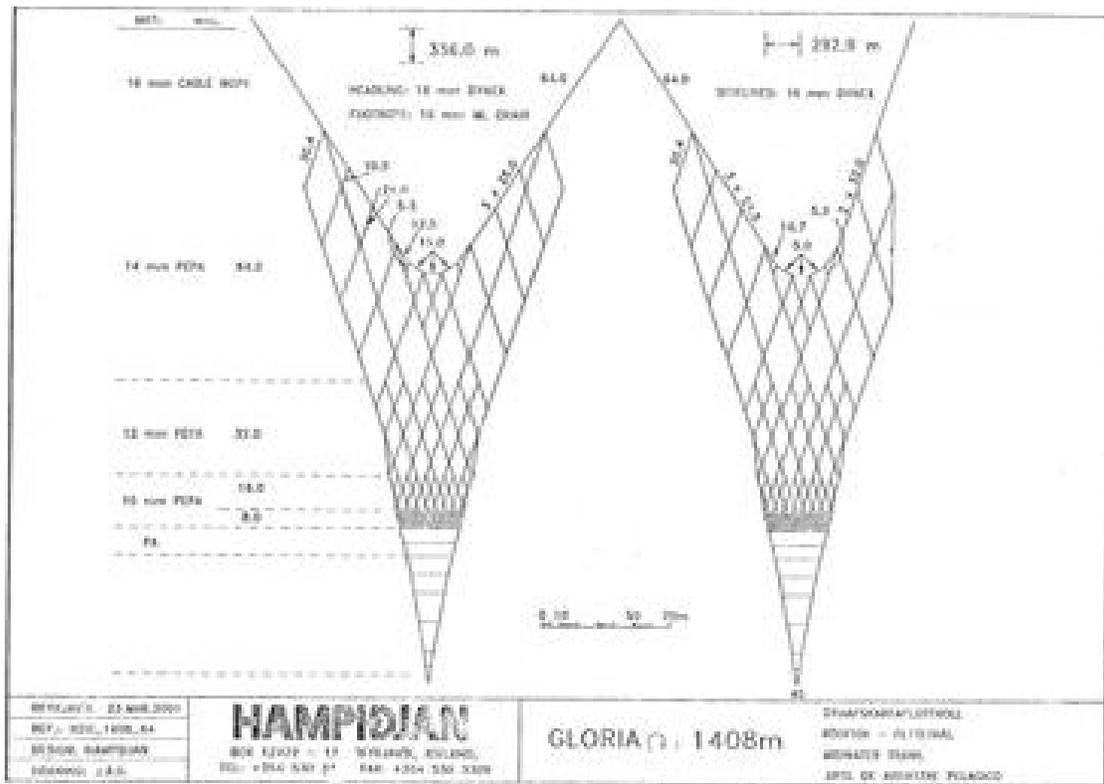


Figura 2. Red mediagua Gloria utilizada por B/H Friosur IX



Figura 3. Instalaci3n cubrecopo 50 mm en red de mediagua

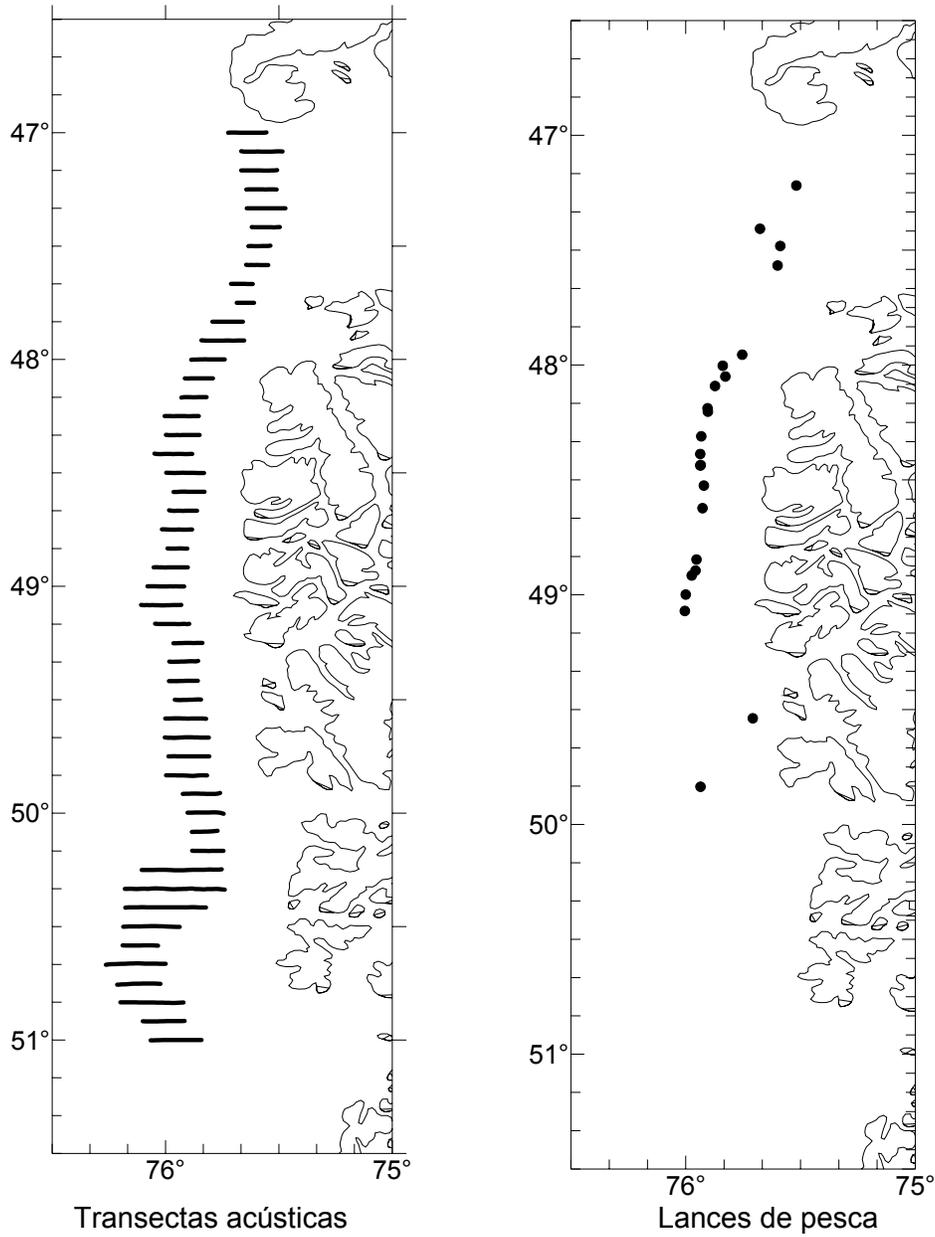


Figura 4. Distribuci3n de las transectas de muestreo acústico y lances de pesca de identificaci3n en el área de estudio, agosto 2007.

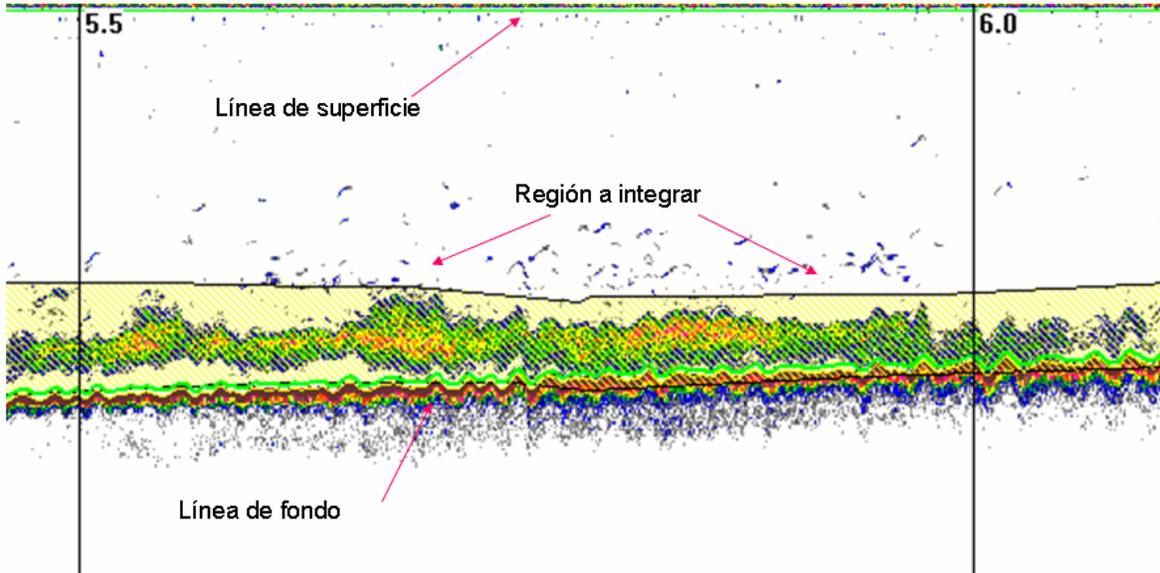


Figura 5. Inspección de ecogramas

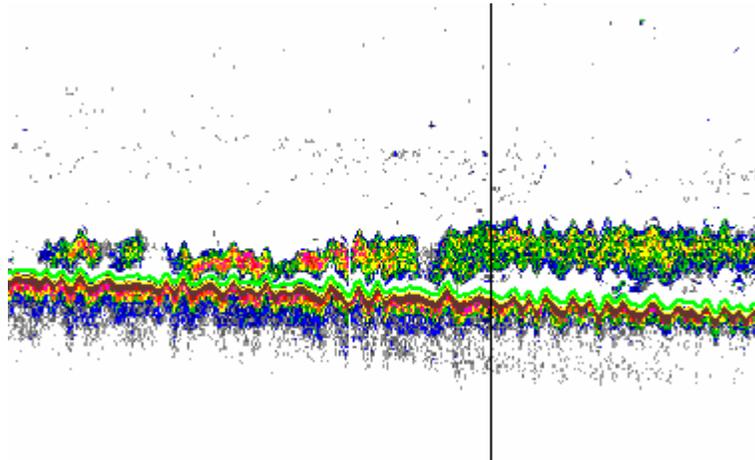


Figura 6. Agregaci3n tipo estrato de merluza de tres aletas

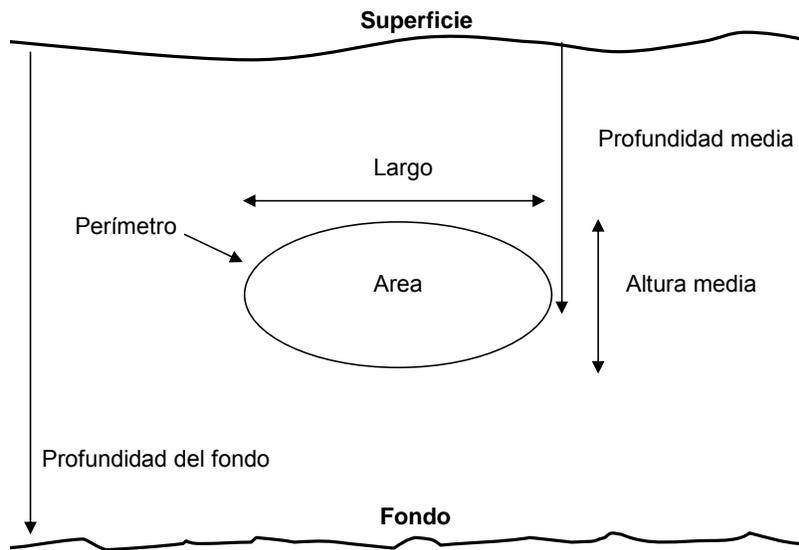


Figura 7. Descriptores morfol3gicos y batim3tricos de una agregaci3n

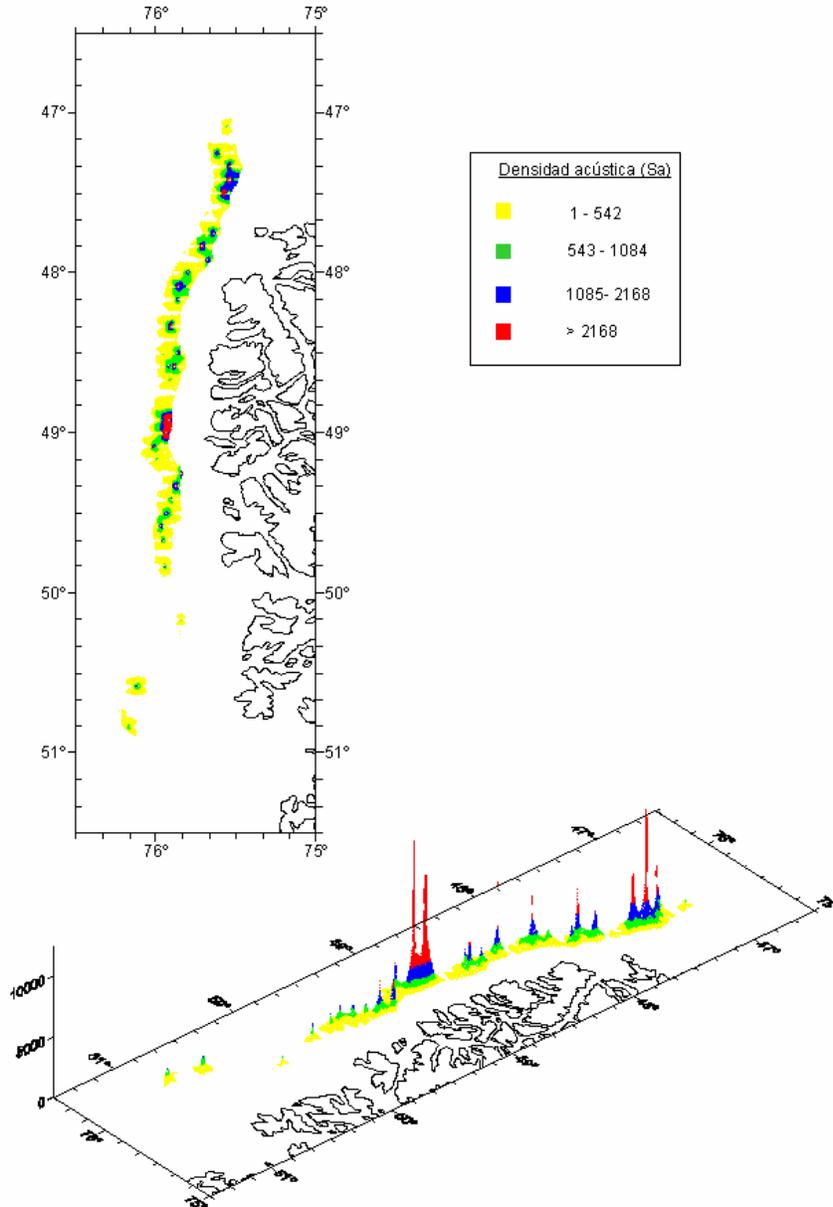


Figura 8. Distribuci3n espacial de merluza de tres aletas, agosto del 2007

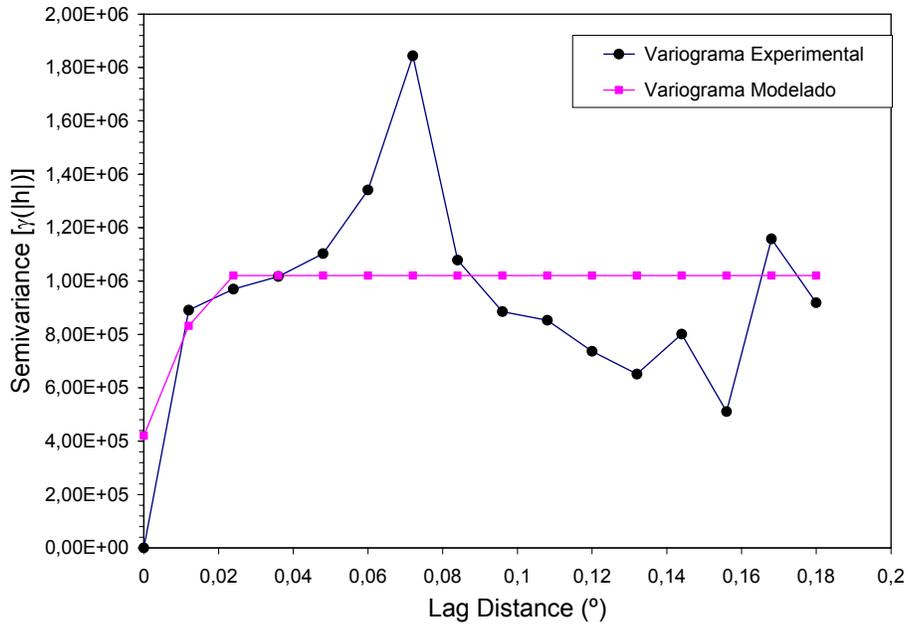


Figura 9. Variograma distribuci3n merluza de tres aletas, agosto 2007

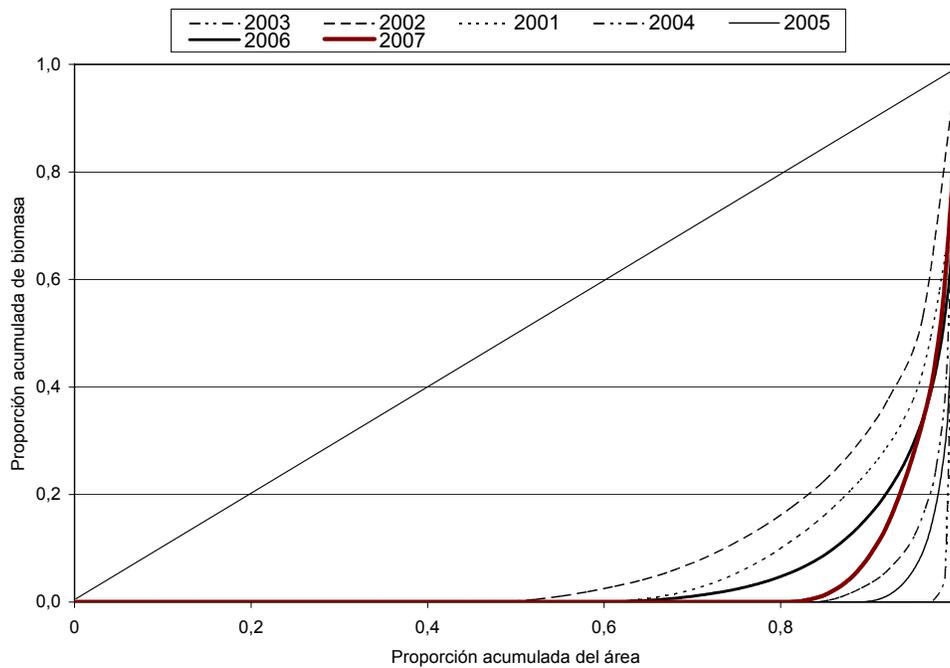
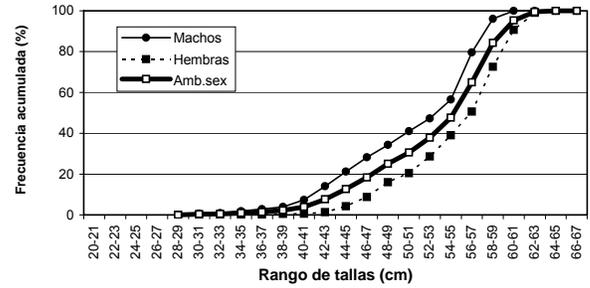
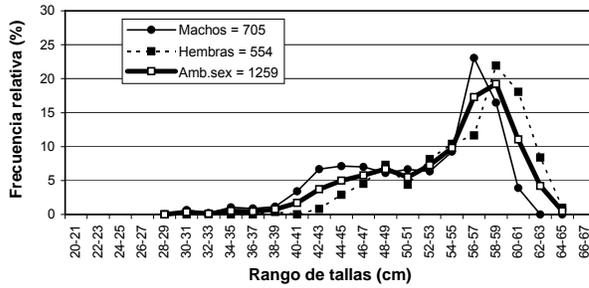


Figura 10. Curvas de Lorenz estimadas para los a1os 2001-2007



GOLFO PENAS - LADRILLERO



AREA TOTAL

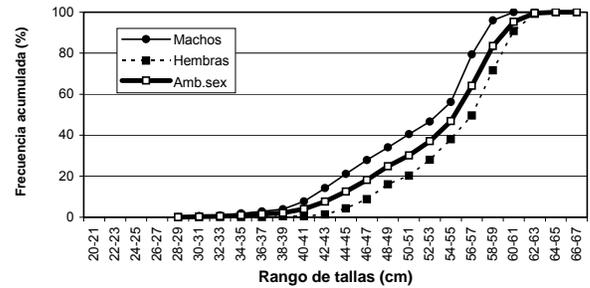
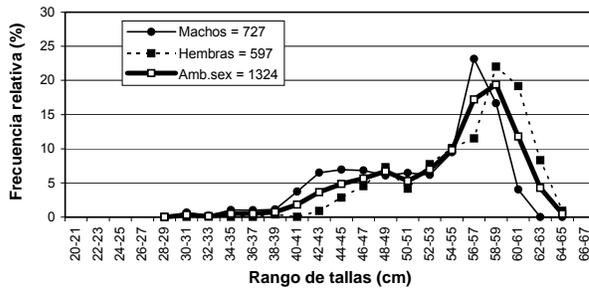
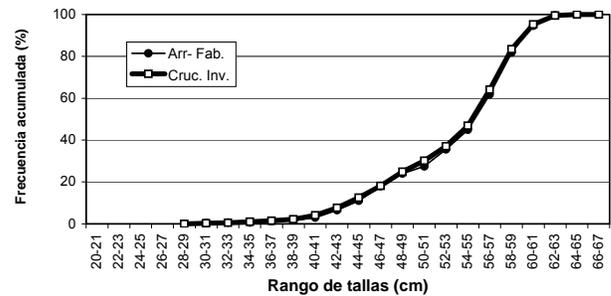
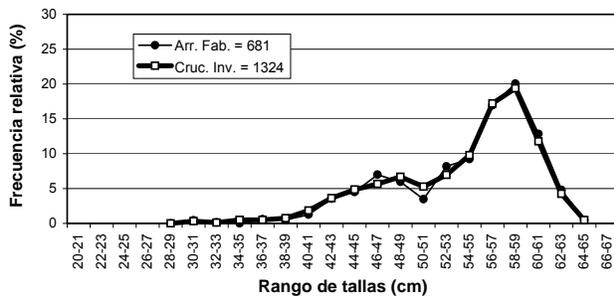


Figura 11. Distribuci3n de talla de la captura de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por 1rea de pesca y sexo Crucero agosto, 2007



Fuente	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 35 cm (%)	Prop. Sexual (%)	
				Macho	Hembra
Arr. F1brica	54	2,3	0,6	46	54
Cruc. Inv.	54	2,0	0,5	49	51

Arr. F1brica entre el 20 y 26 de agosto de 2007

Figura 12. Distribuci3n de talla de merluza de tres aletas registrada por el crucero de investigaci3n y la pesca comercial del buque arrastrero f1brica (20 – 26 de agosto) en el 1rea y per3odo, 2007.

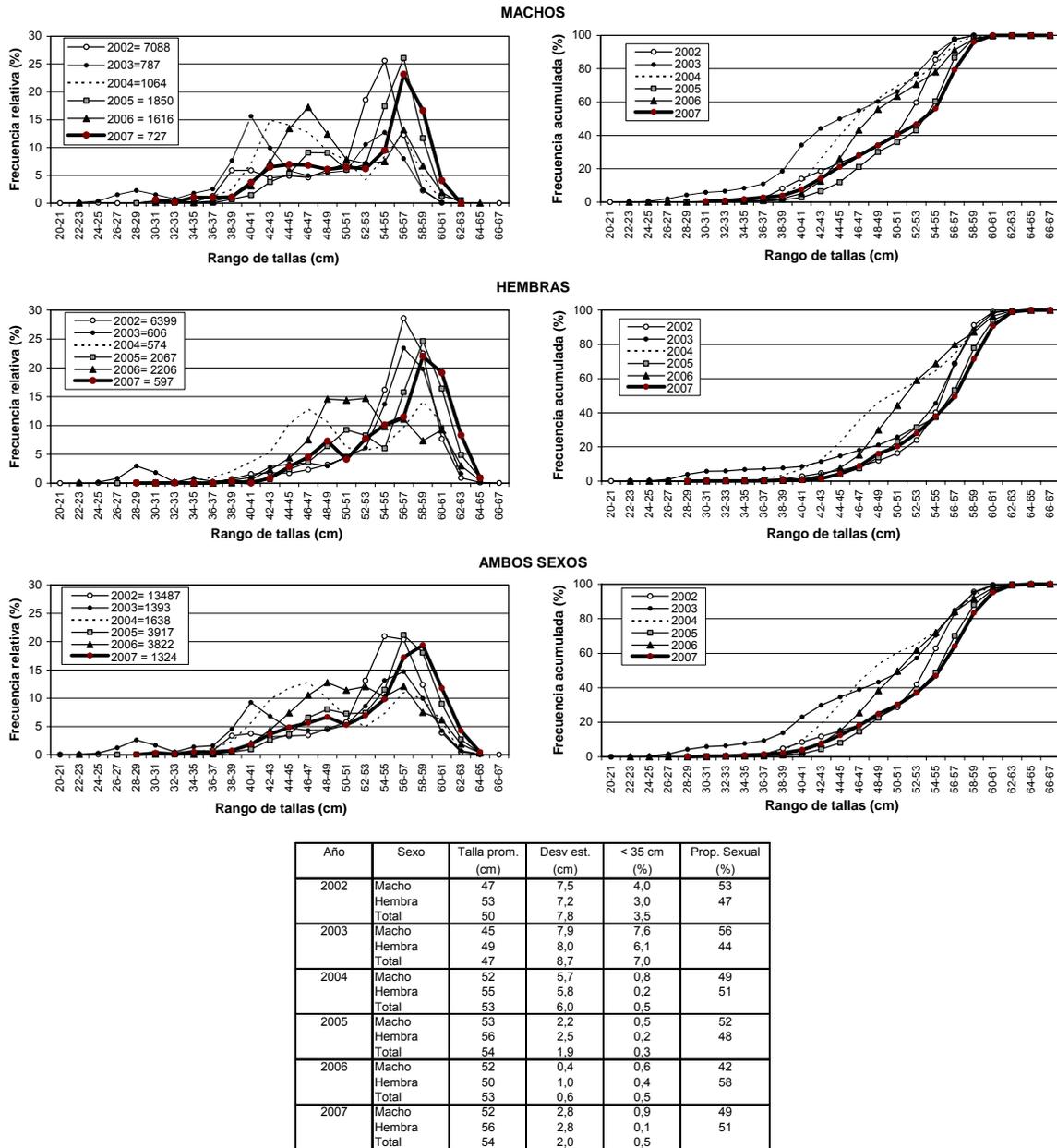
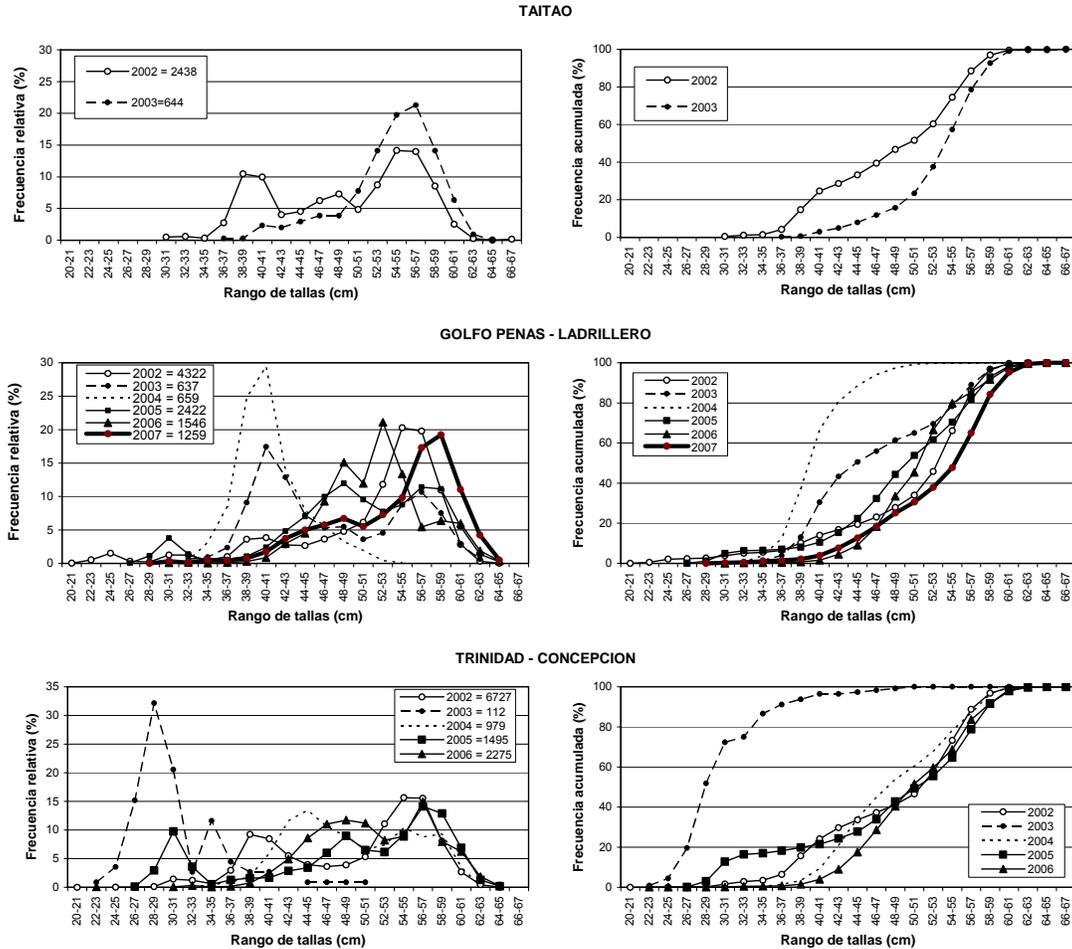


Figura 13. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por sexo para los cruceros hidroacústicos 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007. (B/F Unzen julio 2002; B/C Abate Molina agosto 2003 y B/C Abate Molina septiembre 2004; BF Unzen agosto 2005, B/F Unzen agosto 2006, B/F Ocean Down agosto 2007, respectivamente).



Area	Datos	Taitao	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepci3n
2002	Prom. cm	49	48	47
	SD cm	8	9	8
	% <35 cm	1	5	3
	% macho	56	51	52
	% hembra	44	49	48
2003	Prom. cm	51	48	33
	SD cm	5	7	5
	% <35 cm	0	1,1	80,4
	% macho	48	64	60
	% hembra	52	36	40
2004	Prom. cm		41,9	47,7
	SD cm		3,6	6,2
	% <35 cm		0,8	0,6
	% macho		78,4	47,3
	% hembra		21,6	52,7

Area	Datos	Taitao	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepci3n
2005	Prom. cm		50,7	49,1
	SD cm		6,5	8,7
	% <35 cm		0,1	16,7
	% macho		52,0	39,5
2006	Prom. cm		51,8	51,4
	SD cm		0,04	0,02
	% <35 cm		0,3	0,5
	% macho		20,1	50,9
	% hembra		79,9	49,1
2006	Prom. cm		53,8	56,0 (n=62)
	SD cm		2,05	6,12
	% <35 cm		0,5	0,5
	% macho		49,5	33,8
	% hembra		50,5	66,2

Figura 14. Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por 3reas para los cruceros hidroac3sticos 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007 (B/F Unzen julio 2002; B/C Abate Molina agosto 2003 y B/C Abate Molina septiembre 2004; BF Unzen agosto 2005, B/F Unzen agosto 2006, B/F Ocean Down agosto 2007, respectivamente).

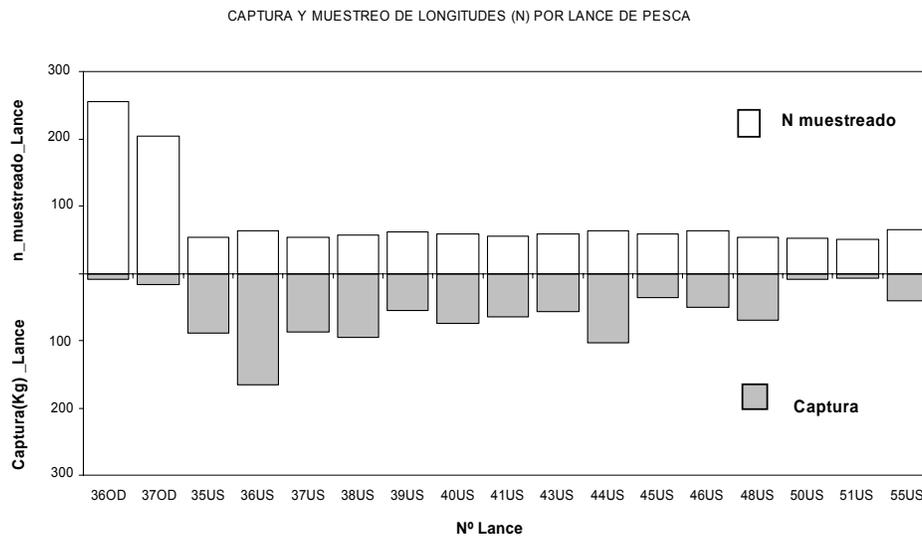


Figura 15. Distribuci3n de la captura y n3mero de ejemplares muestreados por lance de pesca. Crucero de Investigaci3n Merluza de tres aletas 2007

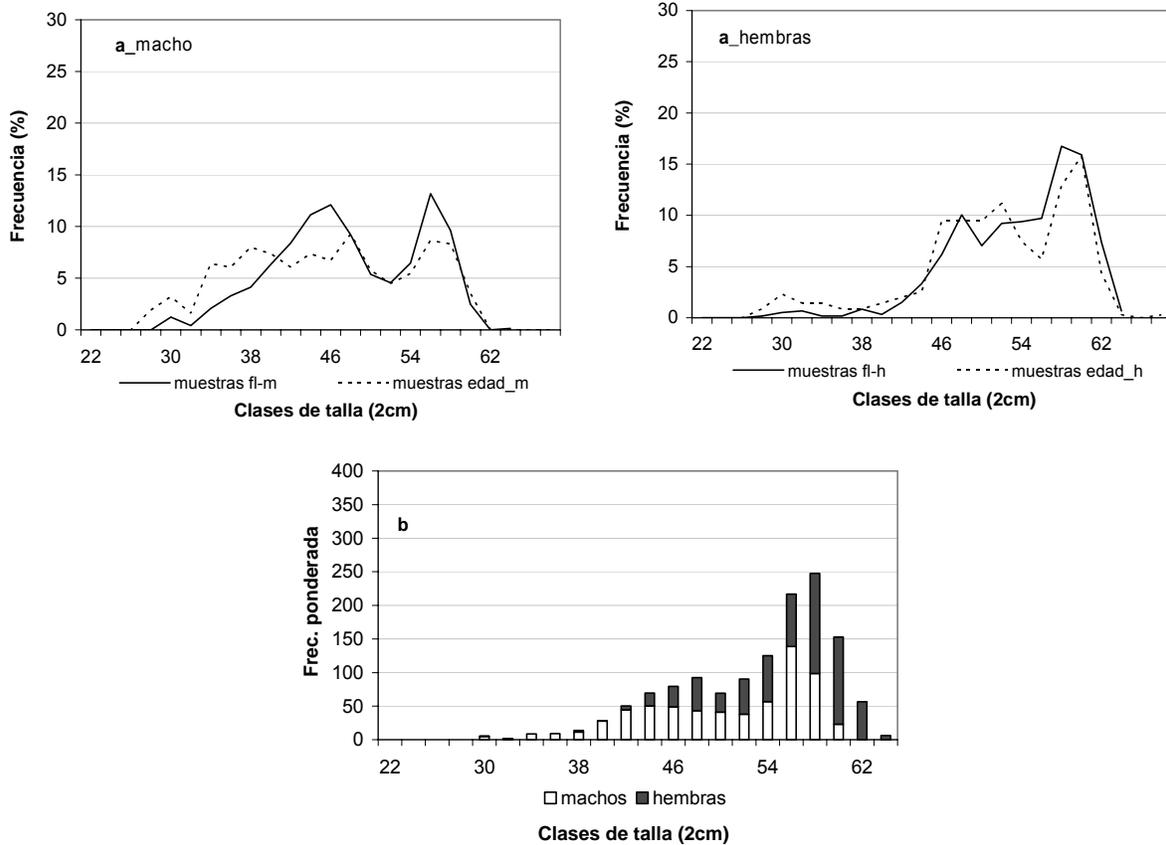


Figura 16. a) Distribuci3n de frecuencia de tallas del muestreo de longitudes observadas versus las muestras colectadas para el estudio de edad, para machos y hembras, en el crucero de investigaci3n 2007; b) Frecuencia ponderada de tallas (en base a la captura de los lances) de merluza de tres aletas en el crucero 2007

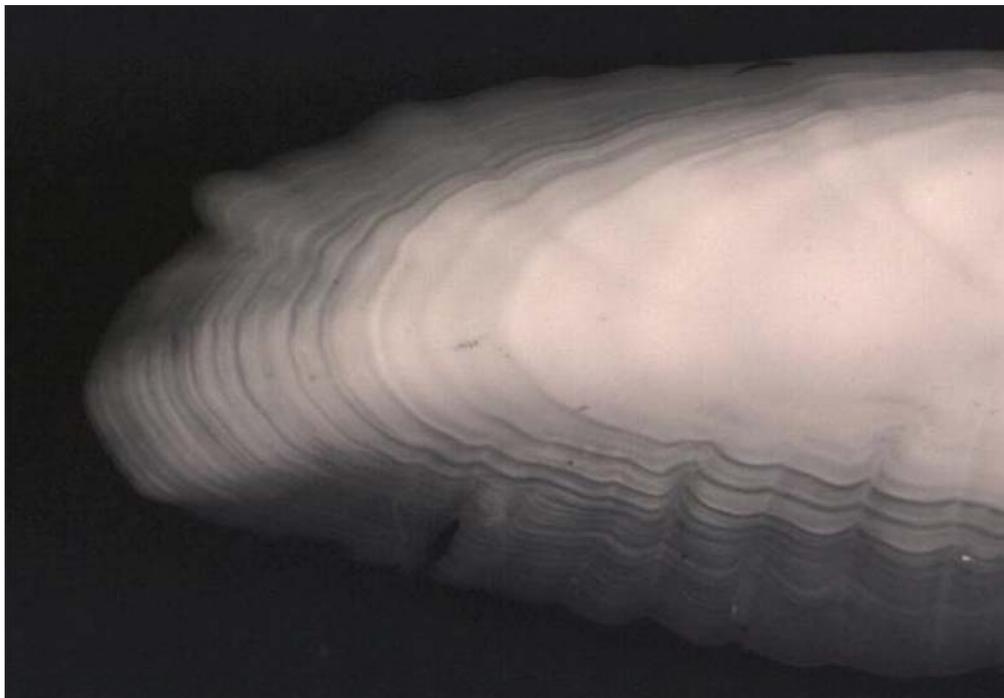
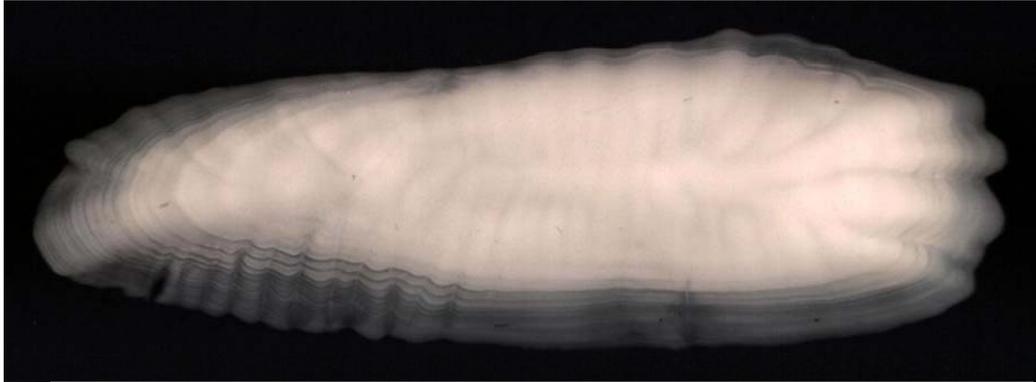


Figura 17. Vista distal de otolito de merluza de tres aletas perteneciente a uno de los ejemplares de mayor talla encontrados en el crucero de investigaci3n, Longitud pez 69 cm A: otolito entero LO=19,64 mm Edad=21. B: Ampliaci3n del sector caudal que permite visualizar m3s detalladamente los anillos de crecimiento.

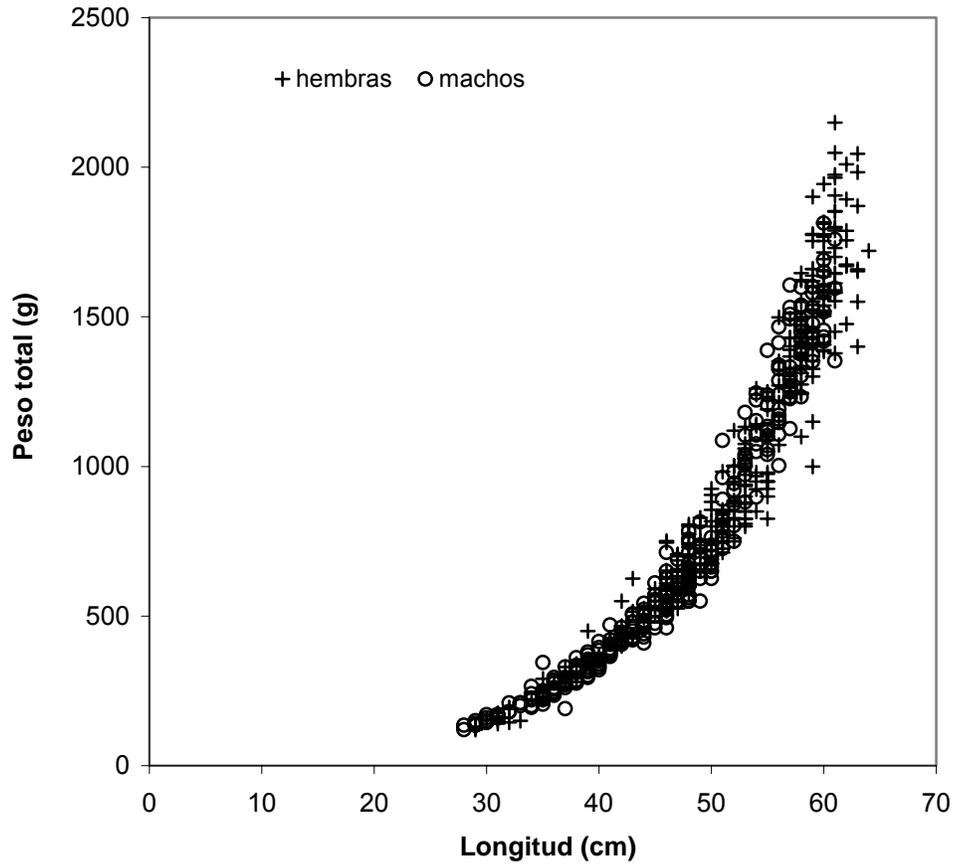


Figura 18. Dispersi3n de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas. Crucero de Investigaci3n 2007.

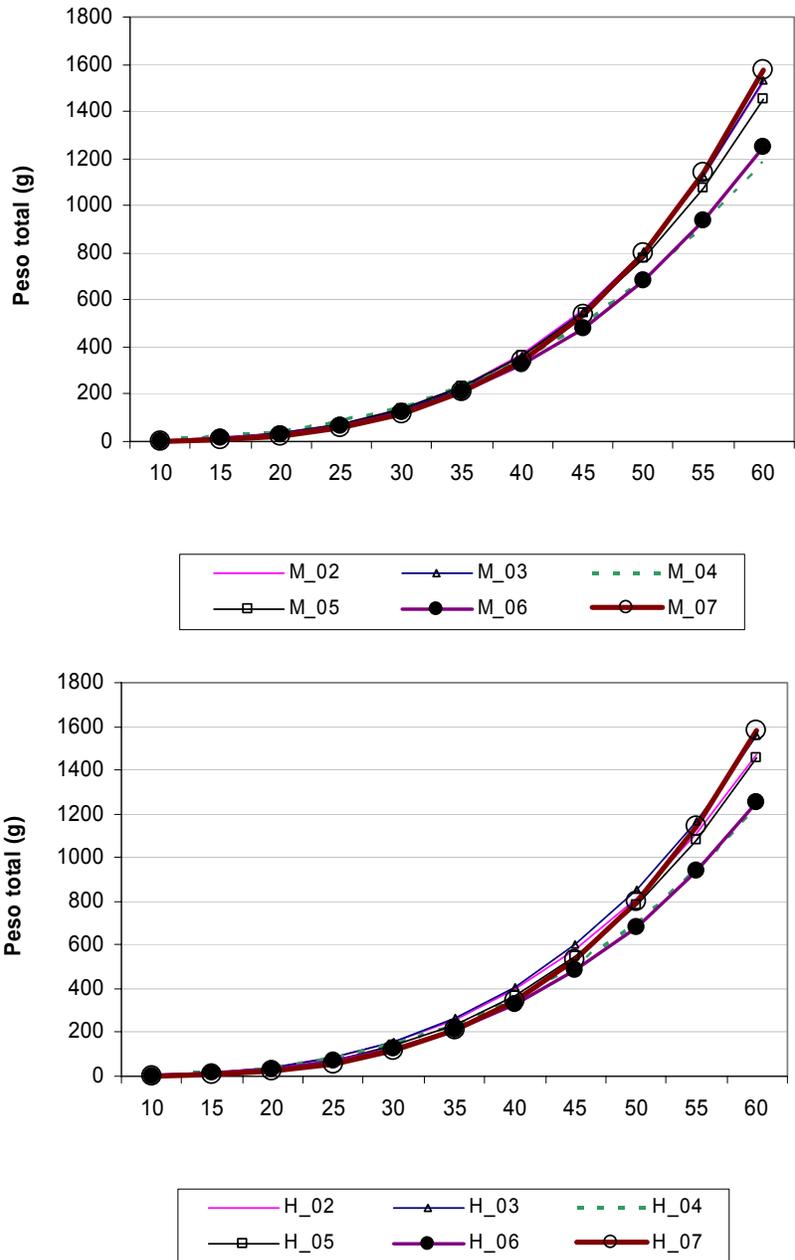


Figura 19. Curvas te3ricas de peso - longitud estimadas por sexo M=macho, H=hembra, para el per3odo 2002-2007

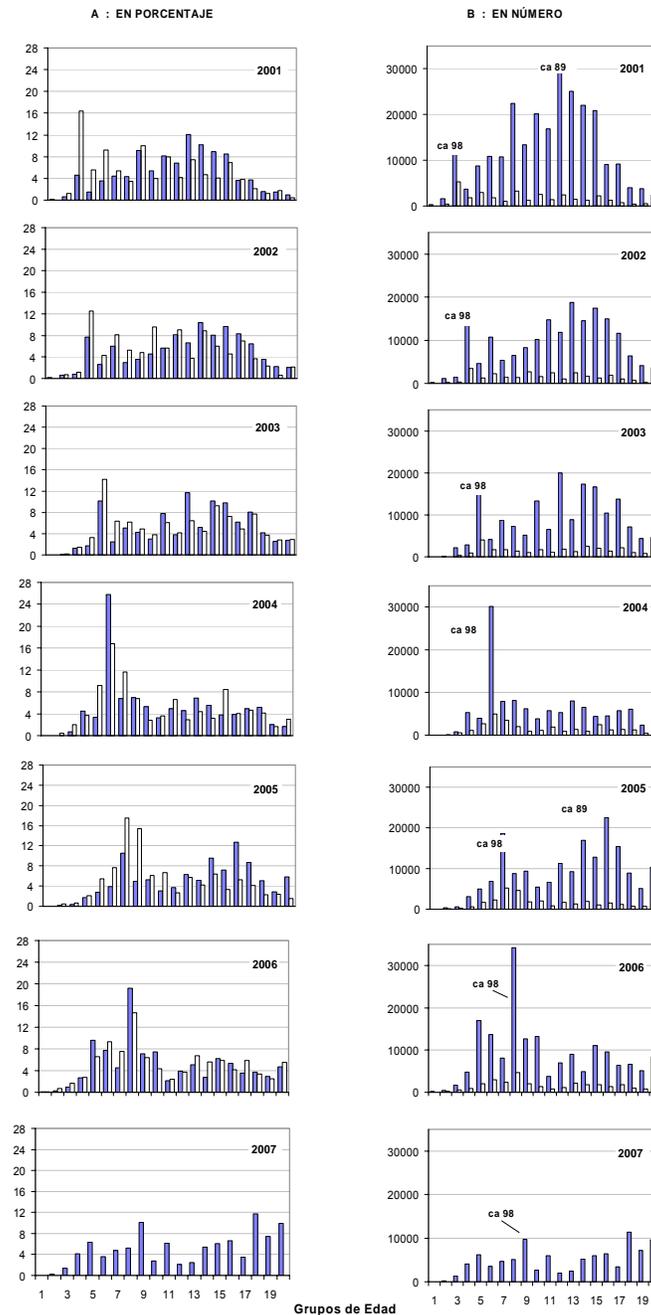


Figura 20. Estructura de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas A: en porcentaje B: en número. Período 2001-2007. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigación

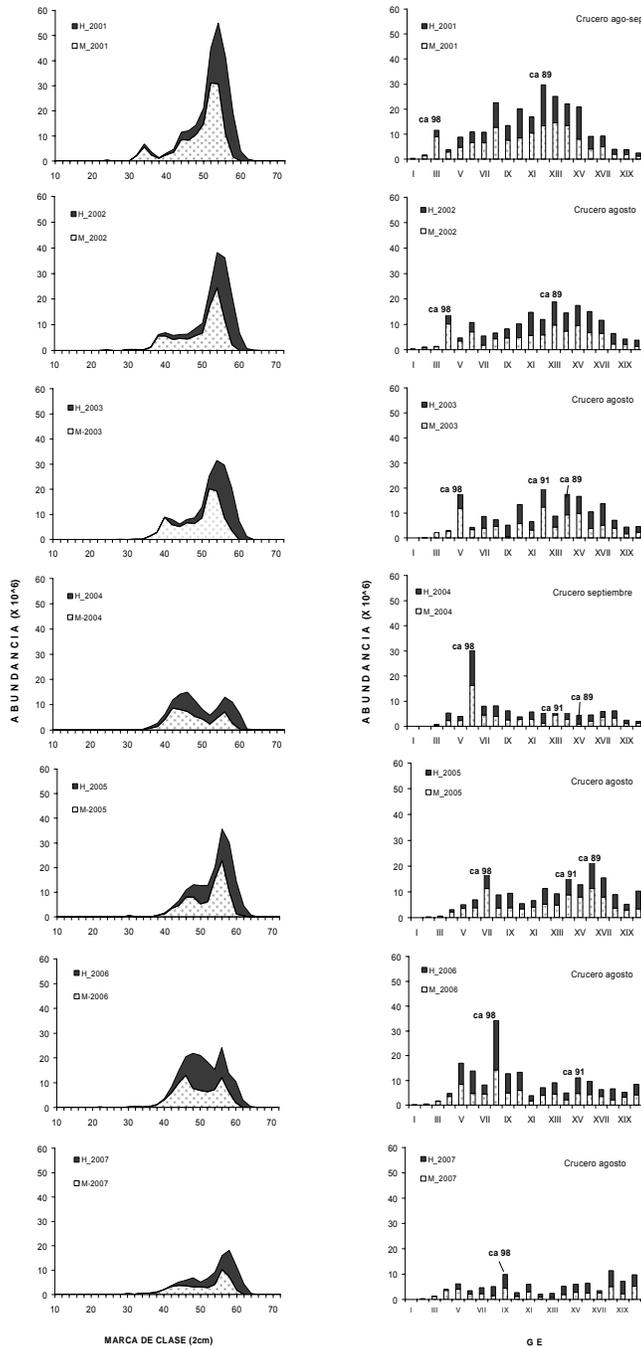


Figura 21. Distribuci3n por clases de talla y por GE de la abundancia registrada en los Cruceros de Evaluaci3n de merluza de tres aletas. Per3odo 2001 - 2007

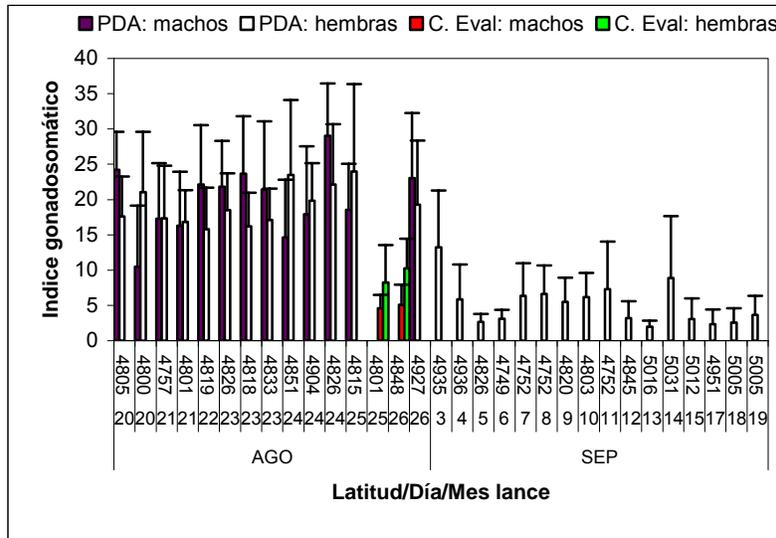


Figura 22. Índice gonadosomático promedio por lance para ejemplares recolectados en el crucero de evaluación (agosto y pesquería demersal austral (PDA) en agosto y septiembre.

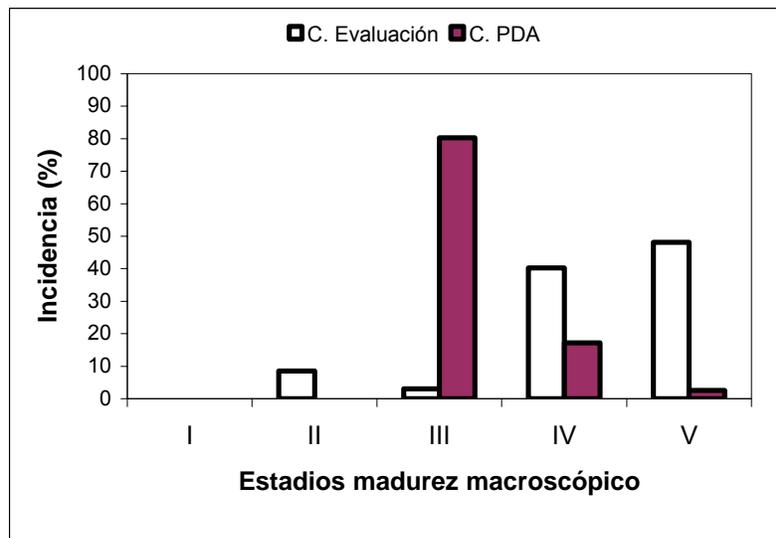


Figura 23. Incidencia de estadios de madurez macroscópicos en machos, recolectados en el crucero de evaluación y PDA, en agosto y septiembre.

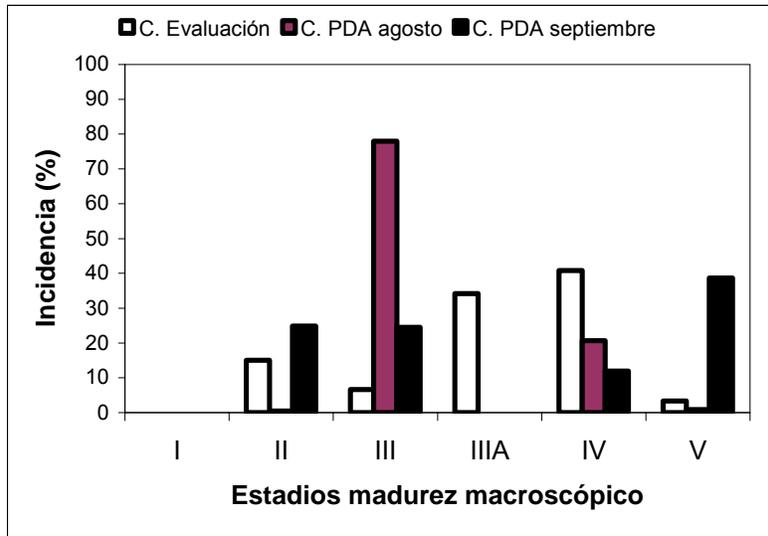


Figura 24. Incidencia de estadios de madurez macrosc3picos en hembras, recolectados en el crucero de evaluaci3n y PDA, en agosto y septiembre.

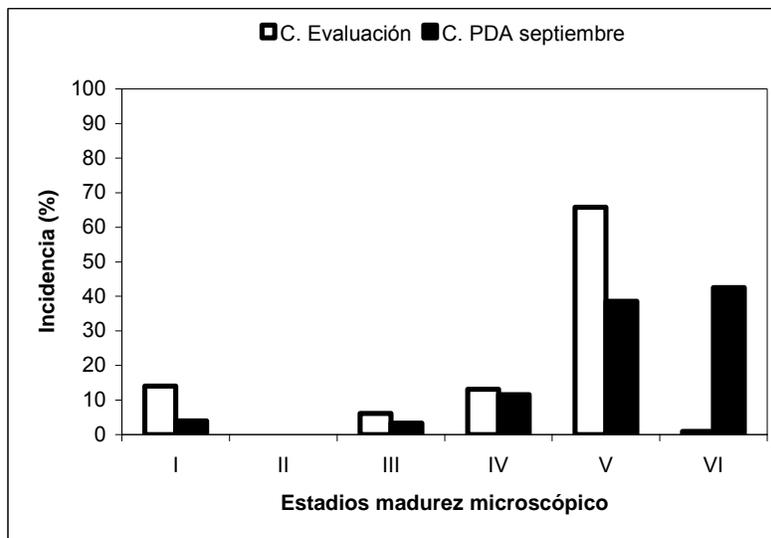


Figura 25. Incidencia de estadios de madurez microsc3picos en hembras de merluza de tres aletas, recolectadas en el crucero de evaluaci3n y PDA, en septiembre.

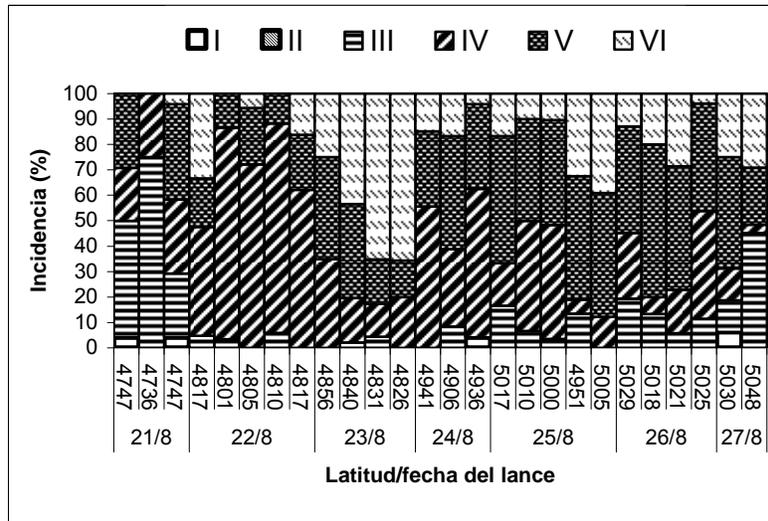


Figura 26. Proporción de EMS microsc3picos por lance en hembras recolectadas en el crucero de evaluaci3n (agosto) y PDA (septiembre)

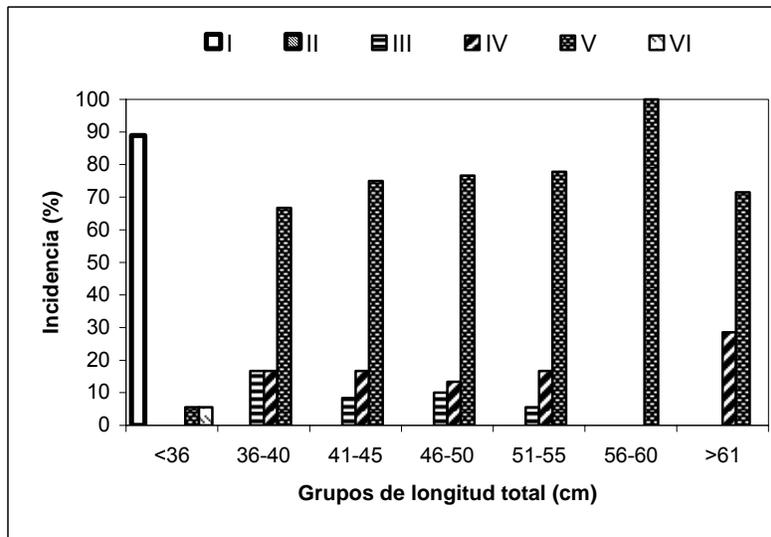


Figura 27. Frecuencia de estadios de madurez microsc3picos por grupo de longitud de hembras recolectadas en el crucero de evaluaci3n.

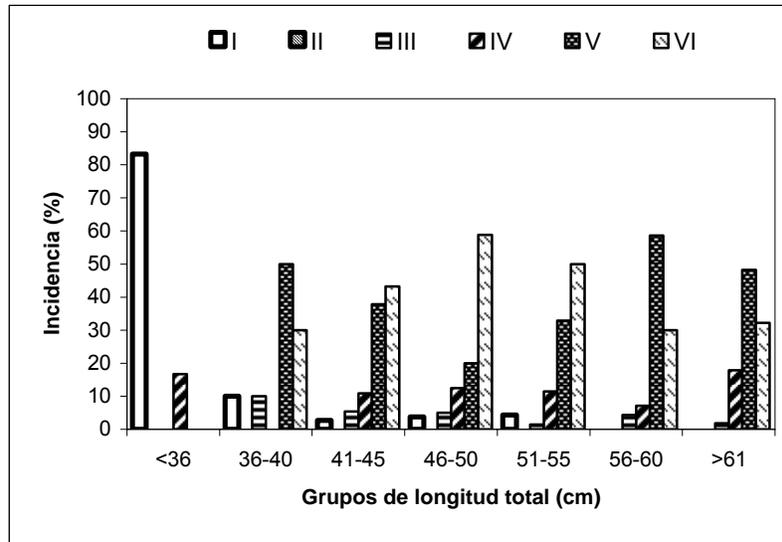


Figura 28. Frecuencia de estadios de madurez microsc3picos por grupo de longitud en hembras recolectadas en PDA (septiembre).

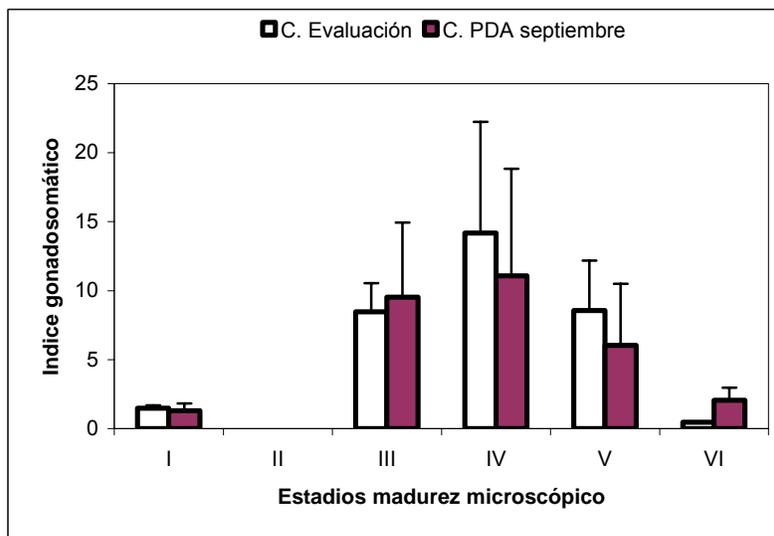


Figura 29. valor promedio del 3ndice gonadosom3tico para cada EMS microsc3pico en hembras recolectadas en el crucero de evaluaci3n (agosto) y PDA (septiembre).

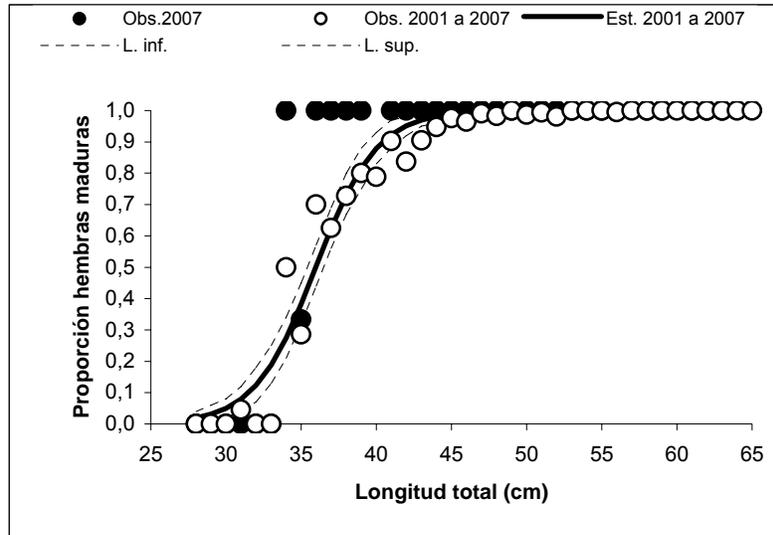


Figura 30. Ojiva de madurez sexual para hembras de merluza de tres aletas. Ajuste datos agrupados de cruceros del 2001 al 2007 (datos observados 2007; ajuste 2001 al 2007).

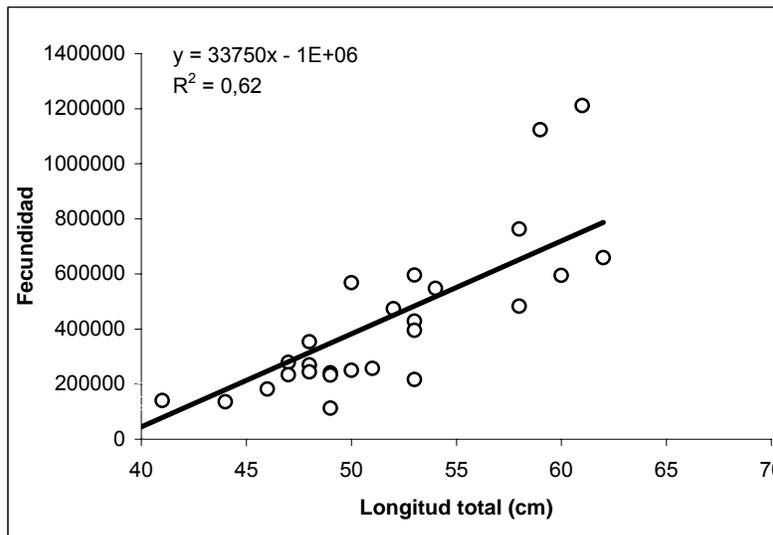


Figura 31. Relaci3n entre el tamaño y la fecundidad total en la merluza de tres aletas.

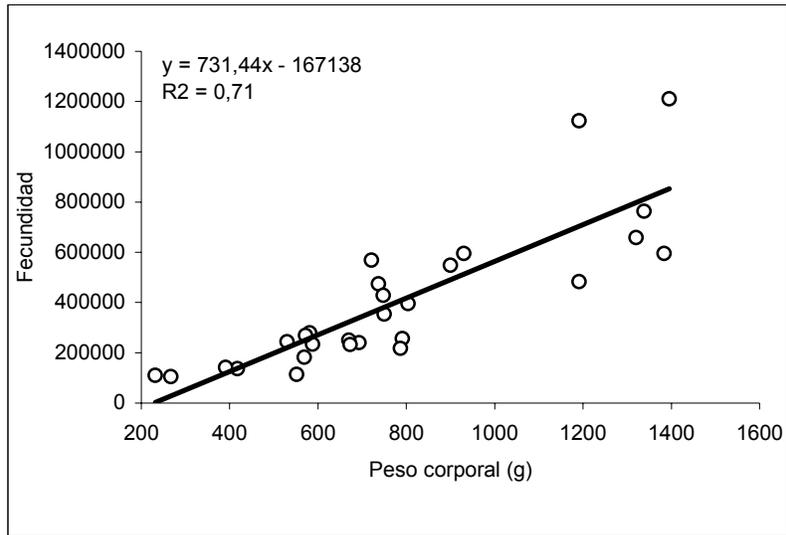


Figura 32. Relaci3n entre el peso corporal y la fecundidad total en la merluza de tres aletas.

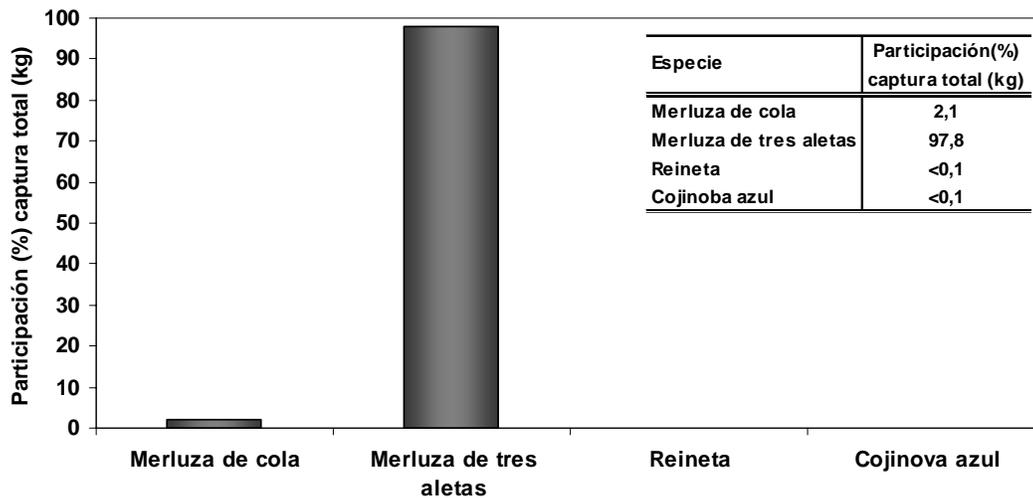


Figura 33. Proporci3n de captura obtenida en los lances de identificaci3n.

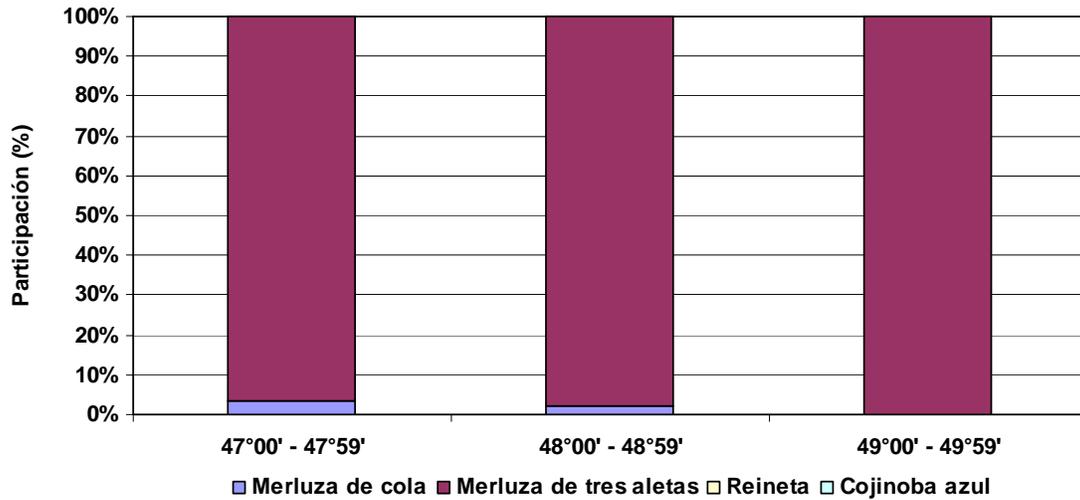


Figura 34. Distribuci3n latitudinal de la composici3n de captura obtenida en los lances de pesca de identificaci3n.

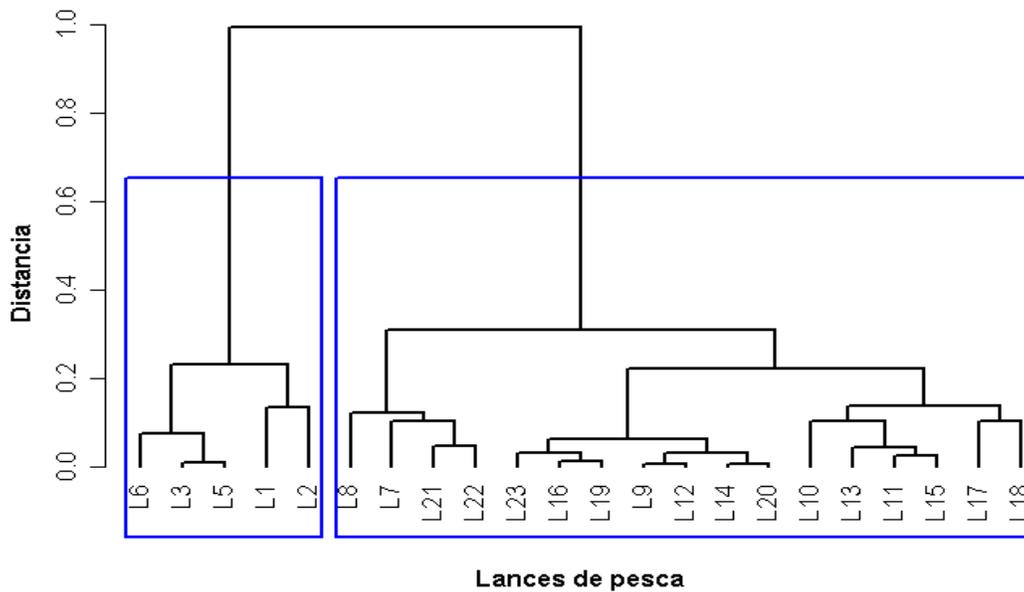


Figura 35. Resultado del an3lisis de clasificaci3n para los lances de identificaci3n.

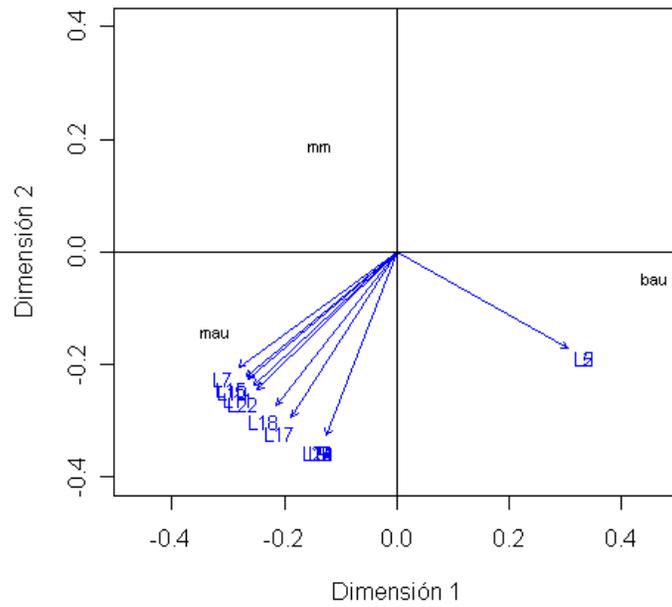


Figura 36. Resultado del an3lisis de clasificaci3n para los lances de identificaci3n.

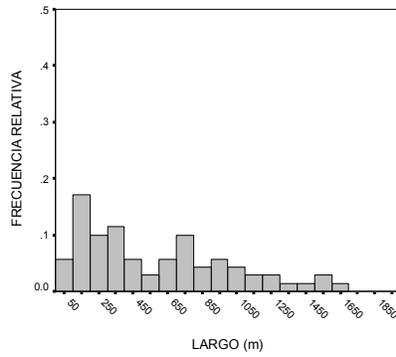


Figura 37. Distribuci3n de frecuencia del descriptor largo de agregaciones.

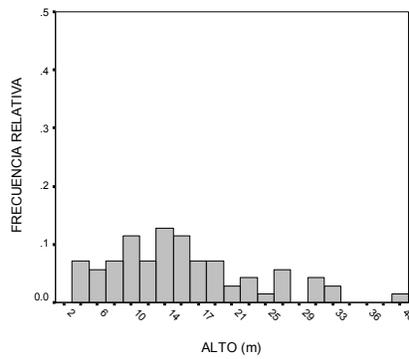


Figura 38. Distribuci3n de frecuencia del descriptor alto de agregaciones.

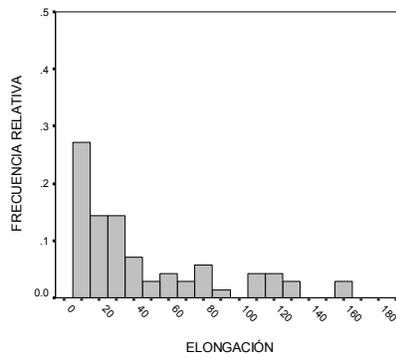


Figura 39. Distribuci3n de frecuencia del descriptor elongaci3n de agregaciones.

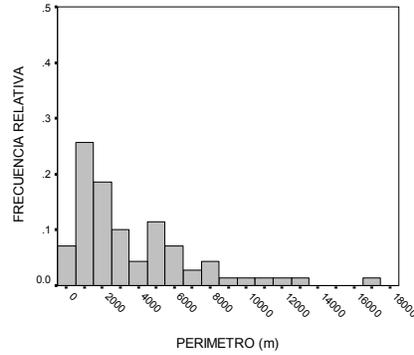


Figura 40. Distribuci3n de frecuencia del descriptor per3metro de agregaciones.

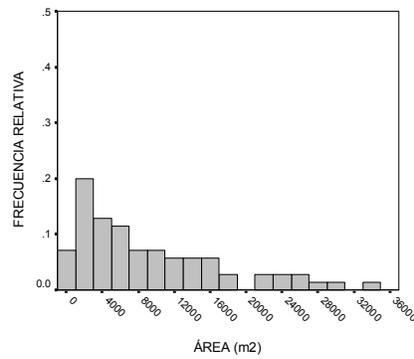


Figura 41. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3rea de agregaciones.

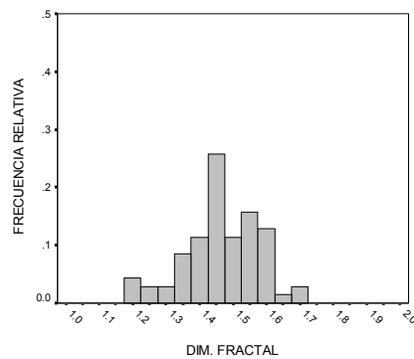


Figura 42. Distribuci3n de frecuencia del descriptor dimensi3n fractal.

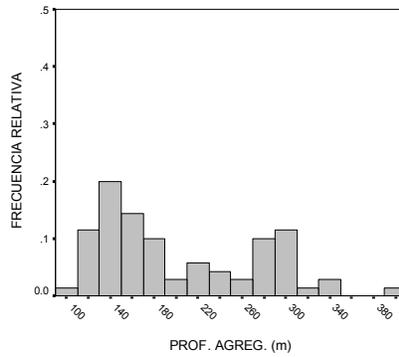


Figura 43. Distribuci3n de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones.

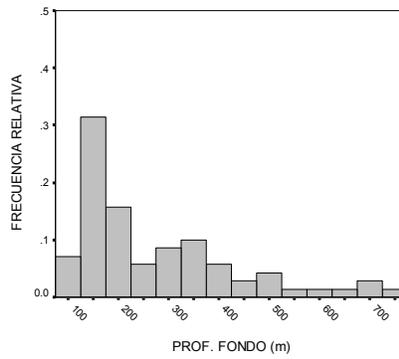


Figura 44. Distribuci3n de frecuencia del descriptor profundidad del fondo.

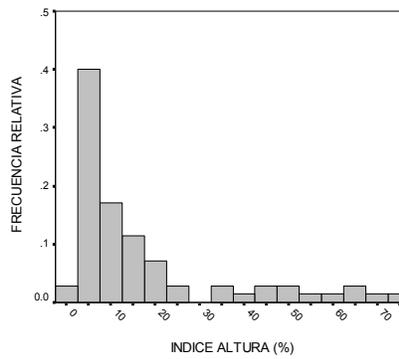


Figura 45. Distribuci3n de frecuencia del descriptor 3ndice de altura.

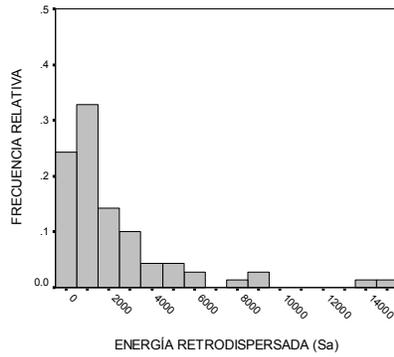


Figura 46. Distribuci3n de frecuencia de la energa retrodispersada de las agregaciones

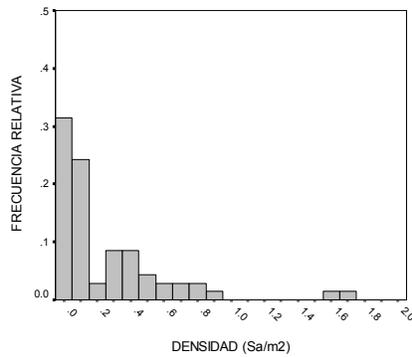


Figura 47. Distribuci3n de frecuencia de la densidad acústica de las agregaciones

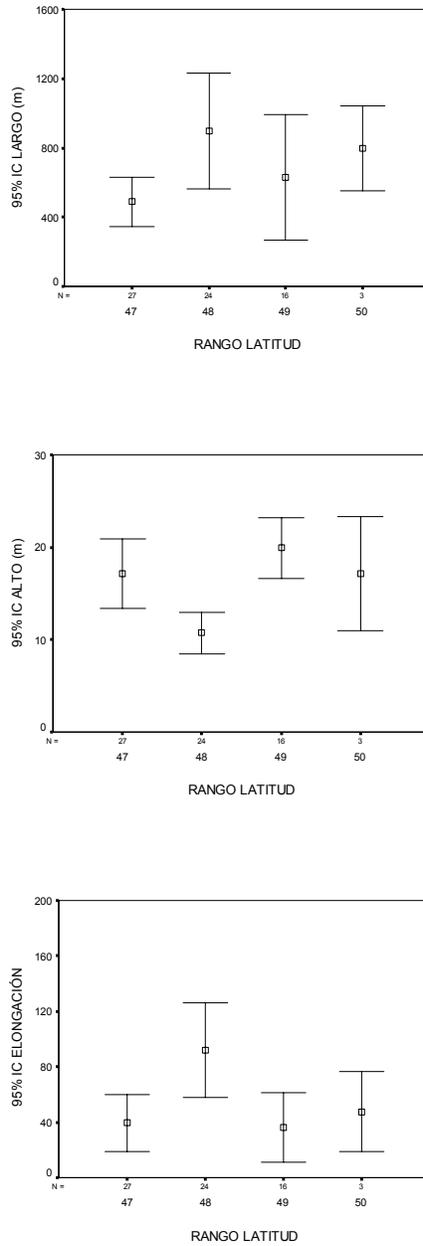


Figura 48. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n latitud.

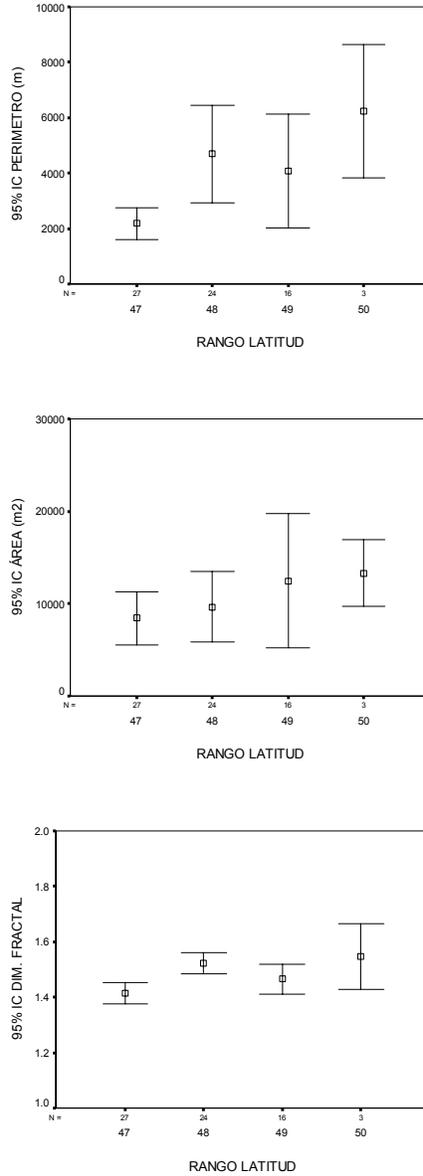


Figura 49. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 3rea y dimensi3n fractal seg3n latitud.

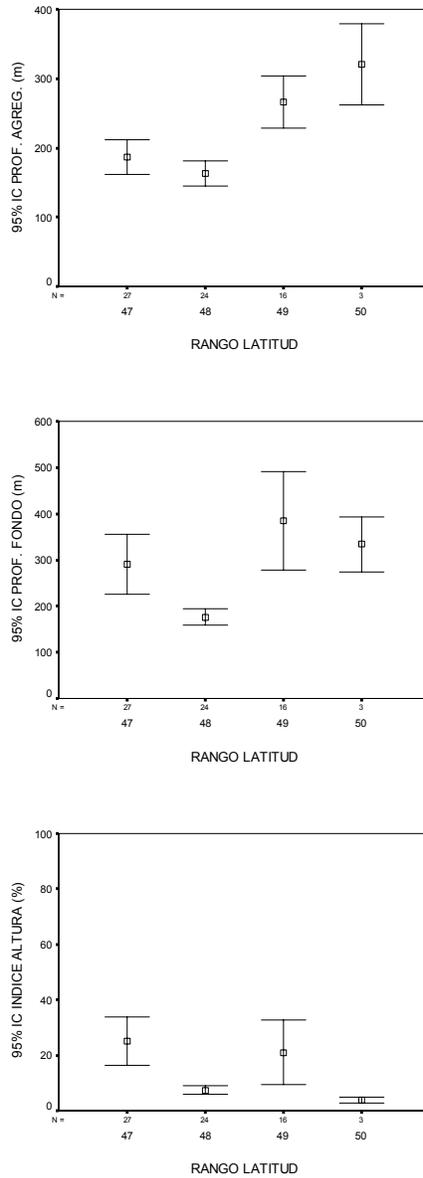


Figura 50. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimetricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según latitud.

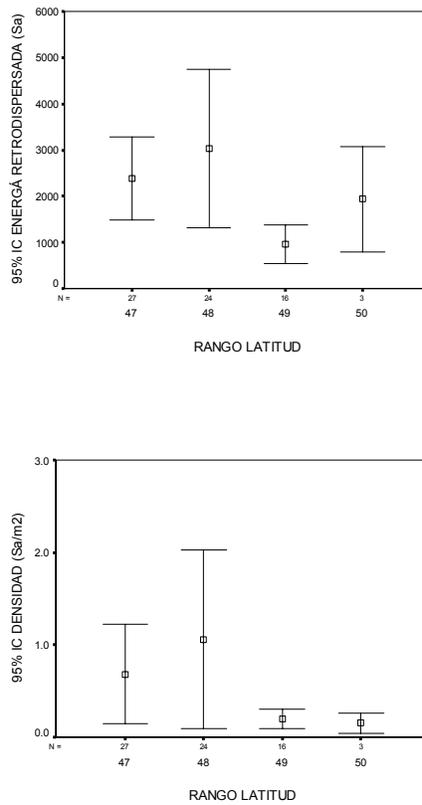


Figura 51. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energía retrodispersada y densidad acústica de agregaciones según latitud.

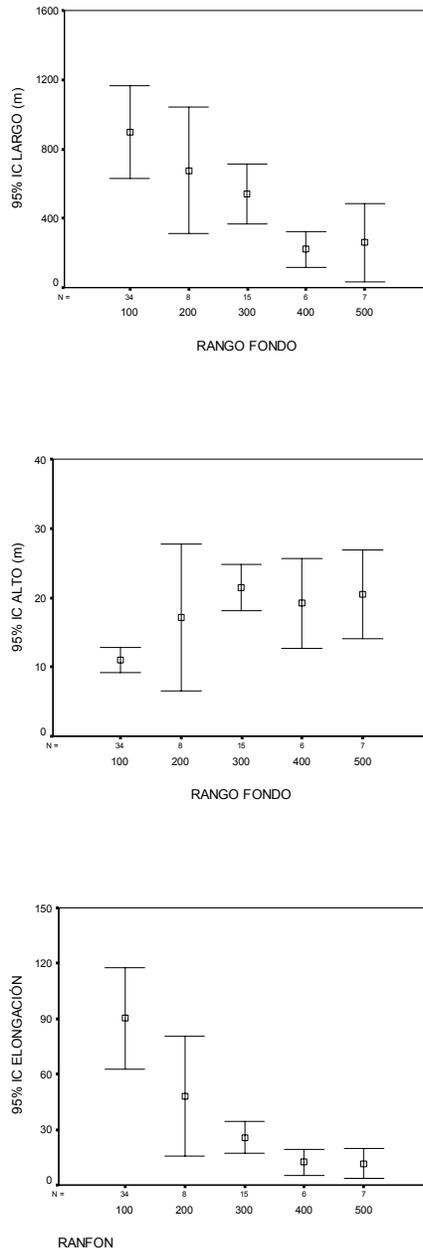


Figura 52. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos largo, alto y elongaci3n seg3n rango de fondo.

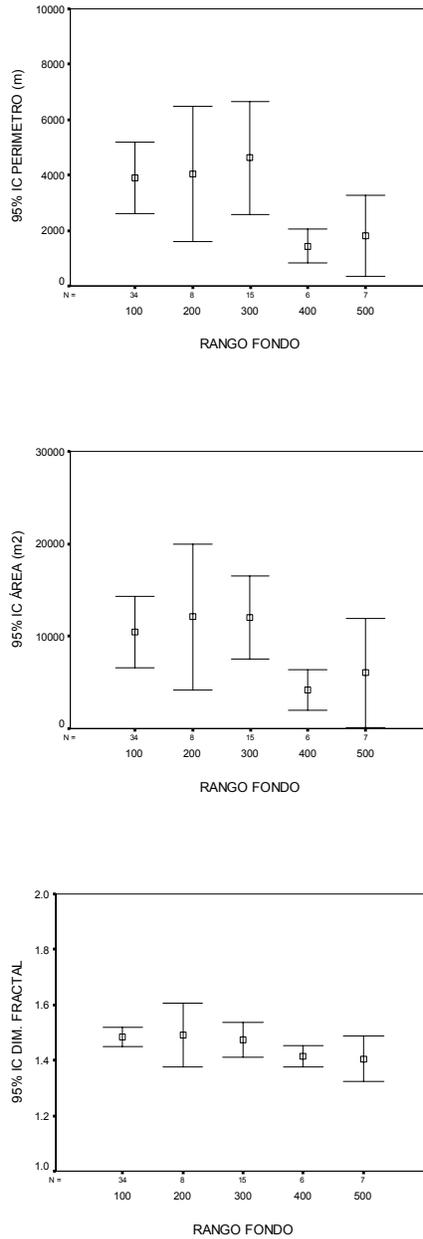


Figura 53. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos per3metro, 1rea y dimensi3n fractal seg3n rango de fondo.

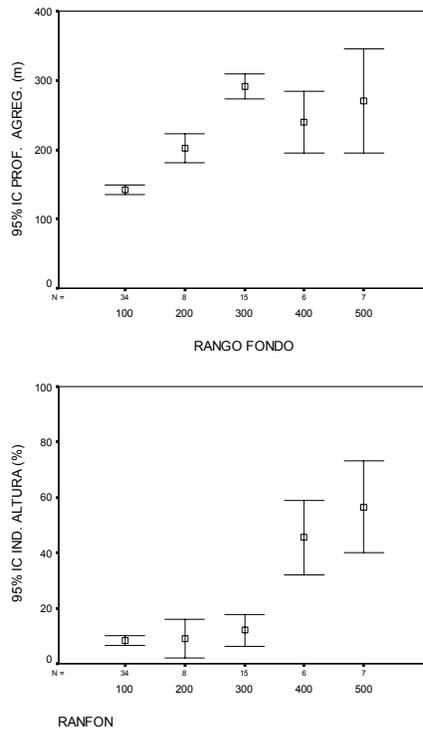


Figura 54. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores batimetricos profundidad de agregaciones e índice de altura según rango de fondo.

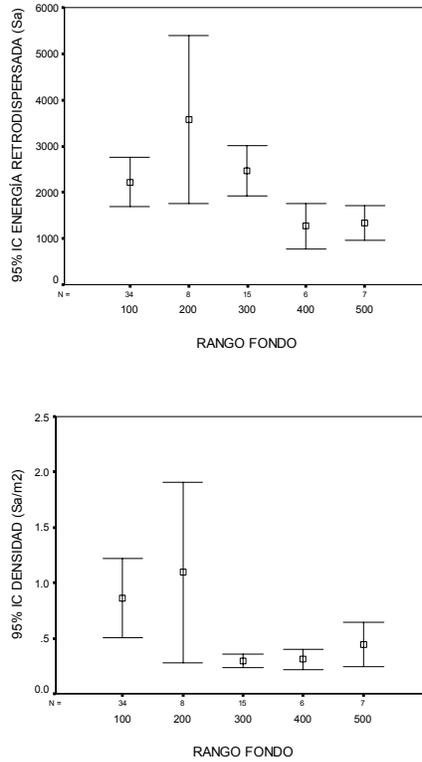


Figura 55. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores de energa retrodispersada y densidad acstica segun rango de fondo.

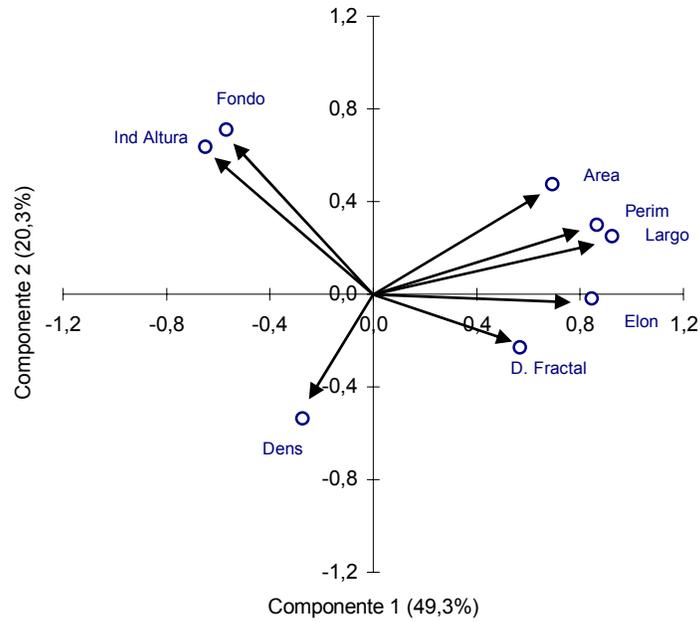


Figura 56. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes.

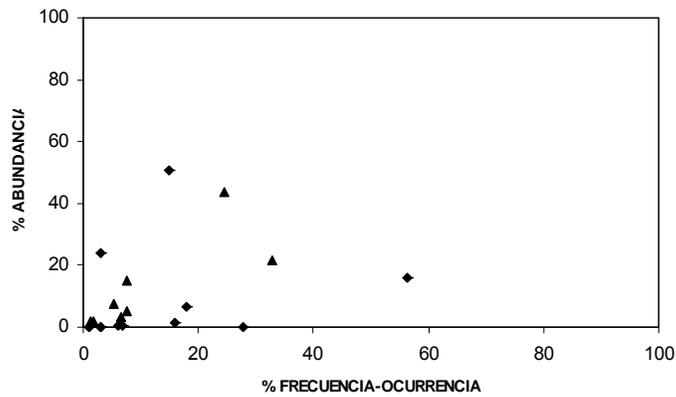


Figura 57. Representaci3n de las estrategias alimenticias seg3n el m3todo gr3fico de Amundsen *et al.* (1996) para los a3os 2005 y 2007. (◆: 2007, ▲: 2005)..

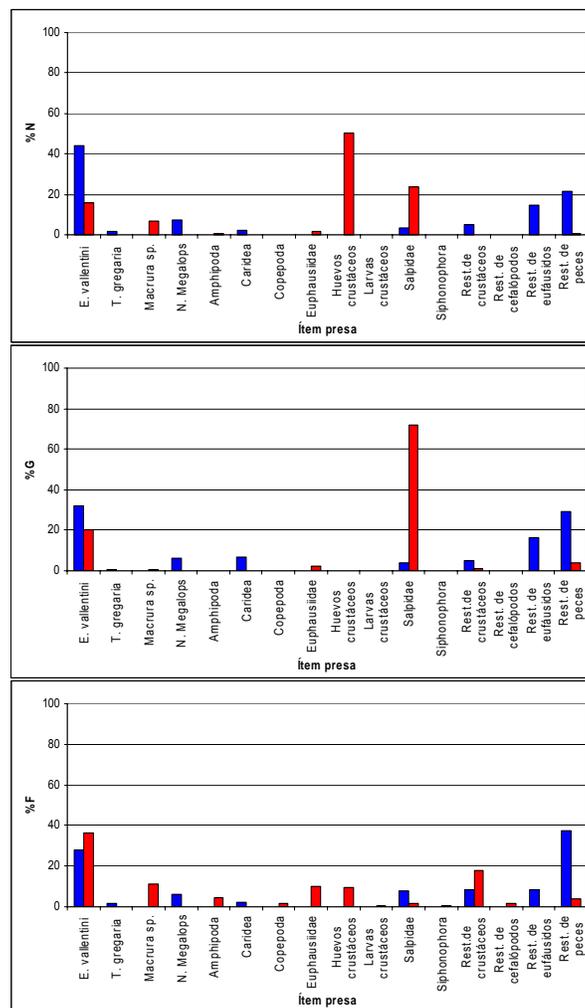


Figura 58. Representación gráfica de los indicadores Numérico, Gravimétrico y de Frecuencia de los ítemes alimentarios de la merluza de tres aletas para los años 2005 y 2007. (azul: 2005, rojo: 2007)..

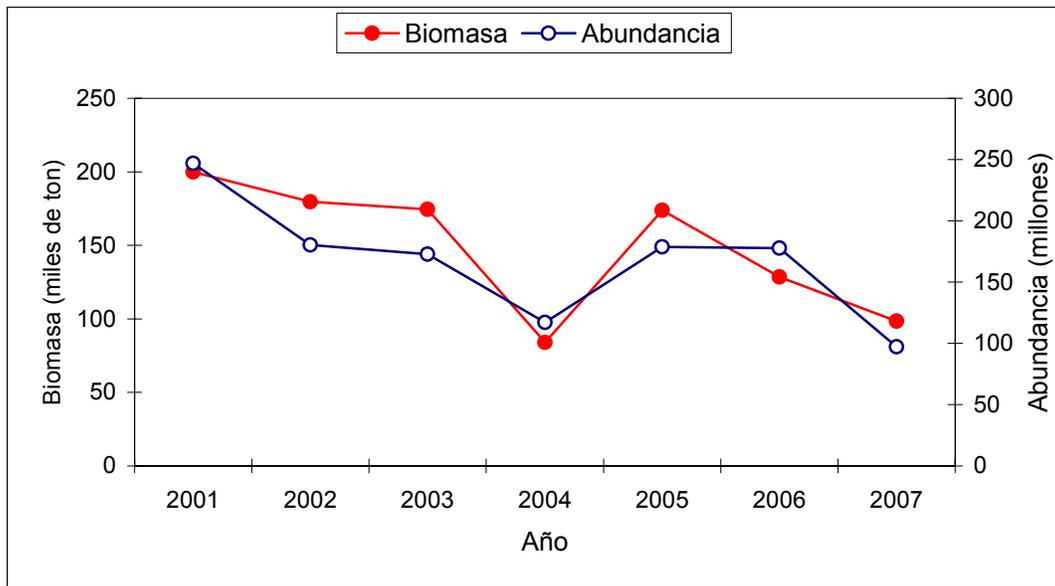


Figura 59. Estimados de biomasa y abundancia para merluza de tres aletas, años 2001-2007

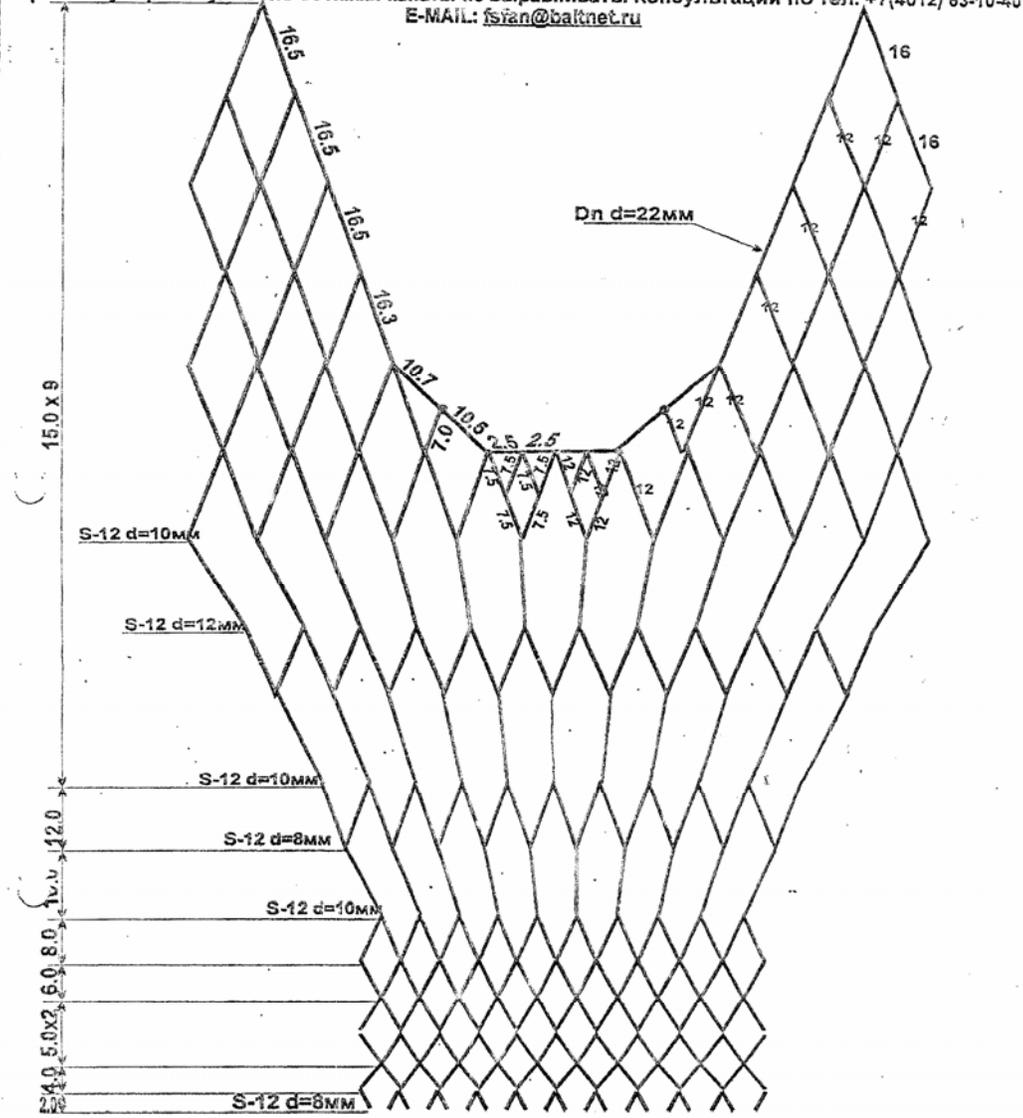
ANEXOS

A N E X O 1

**Red de mediagua Atlántica 5
utilizada en B/F Ocean Down**



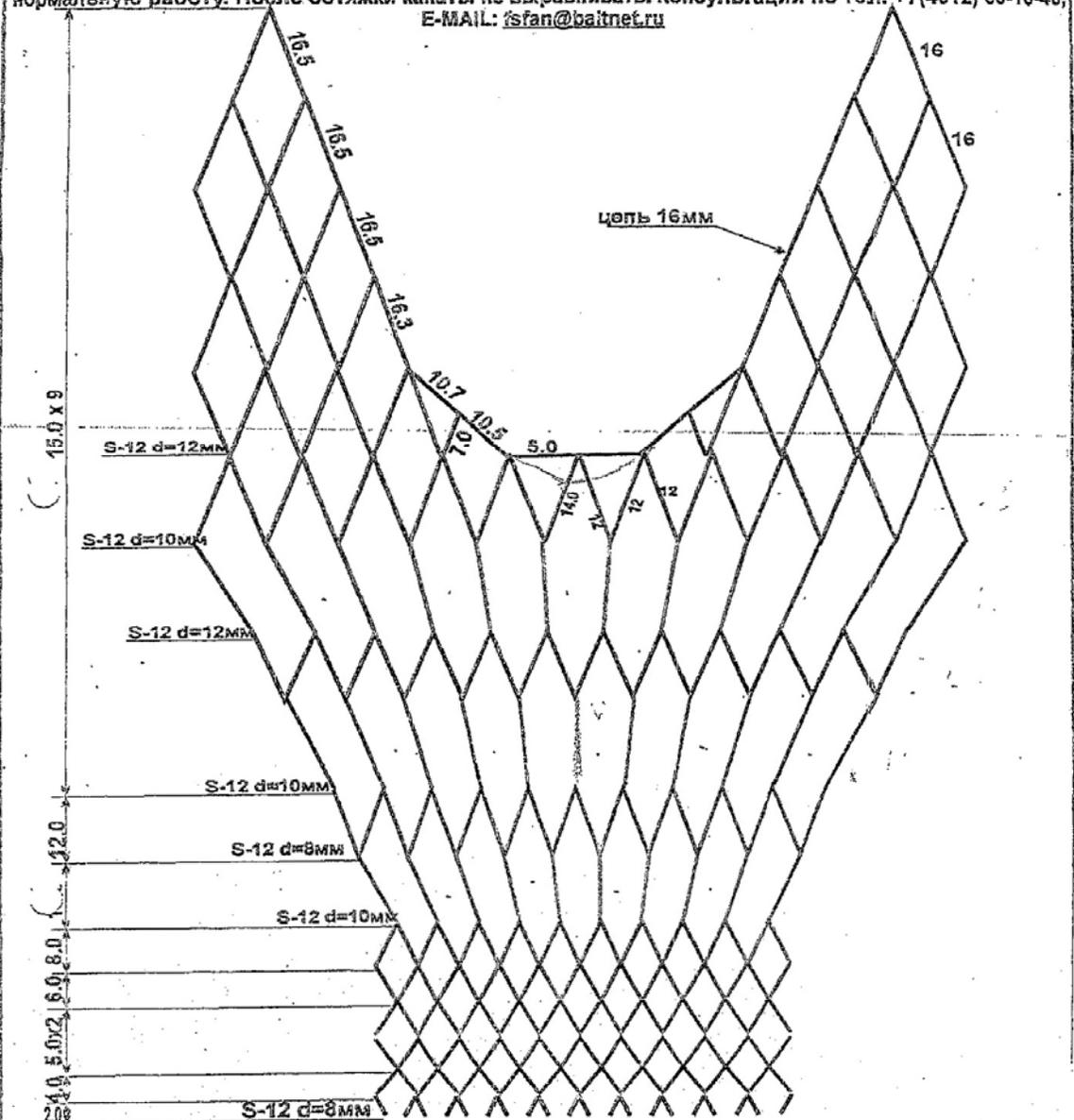
В конструкцию трала могут быть внесены изменения, не отраженные на чертеже, не влияющие на нормальную работу. После обтяжки канаты не выравнивать. Консультации по тел. +7(4012) 63-10-40 E-MAIL: fsian@baltnet.ru



Собственность "ФИШЕРИНГ СЕРВИС".					Литер	Масса	Масштаб	
Несанкционированное тиражирование, распространение, передача документации третьим лицам преследуется по закону.								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Трал "Атлантика-5" верх			
Разработал				Лист				Листов
Проверил								
Утвердил								



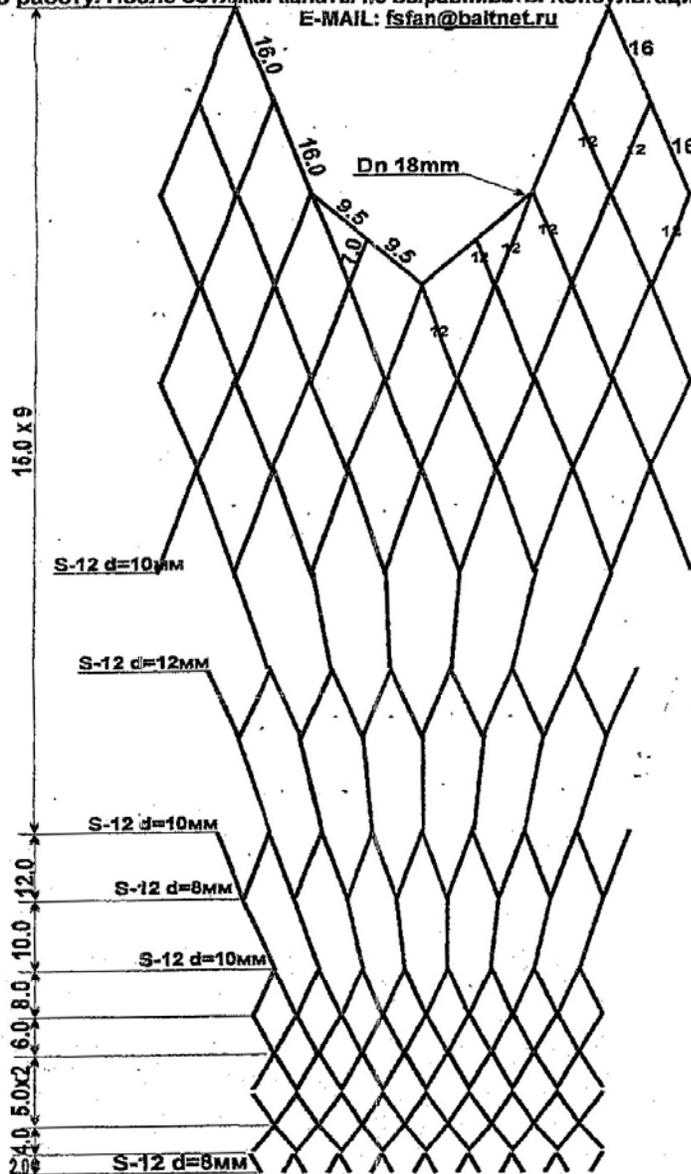
В конструкцию трала могут быть внесены изменения, не отраженные на чертеже, не влияющие на нормальную работу. После обтяжки канаты не выравнивать. Консультации по тел. +7(4012) 63-10-40, E-MAIL: fsfan@baitnet.ru



				Собственность "ФИШЕРИНГ СЕРВИС".			
				Несанкционированное тиражирование, распространение, передача документации третьим лицам преследуется по закону.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Литер	Масса	Масштаб
Разработал				Трал			
				"Атлантика-5"			
				НИЗ		Лист	Листов
Проверил							
Утвердил							



В конструкцию трала могут быть внесены изменения, не отраженные на чертеже, не влияющие на нормальную работу. После обтяжки канаты не выравнивать. Консультации по тел. +7(4012) 63-10-40. E-MAIL: fspan@baitnet.ru

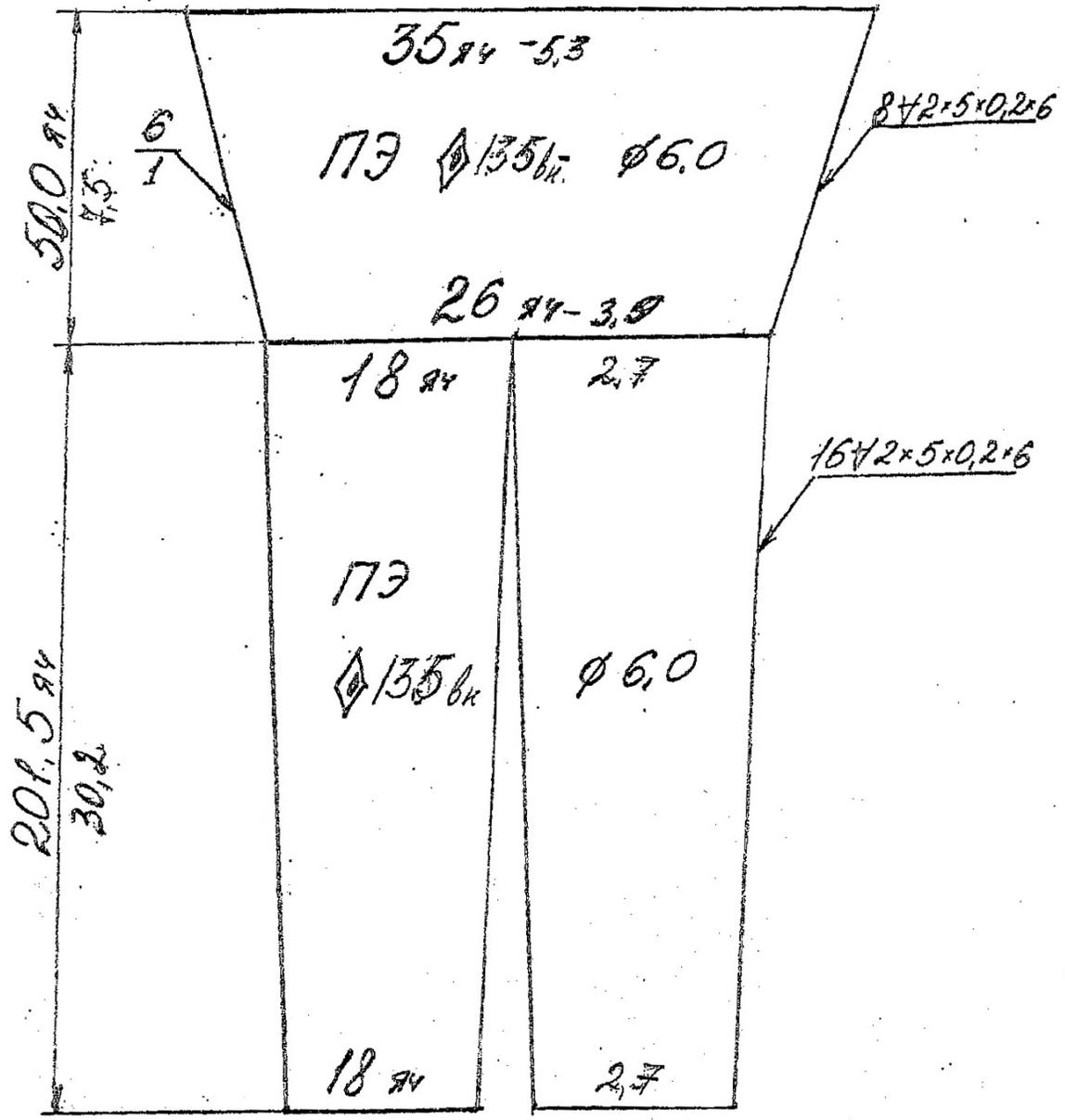


Собственность "ФИШЕРИНГ СЕРВИС". Несанкционированное тиражирование, распространение, передача документации третьим лицам преследуется по закону.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разработал				
Проверил				
Утвердил				
Трал "Атлантика-5" бок			Литер	Масса
			Масштаб	
			Лист	Листов



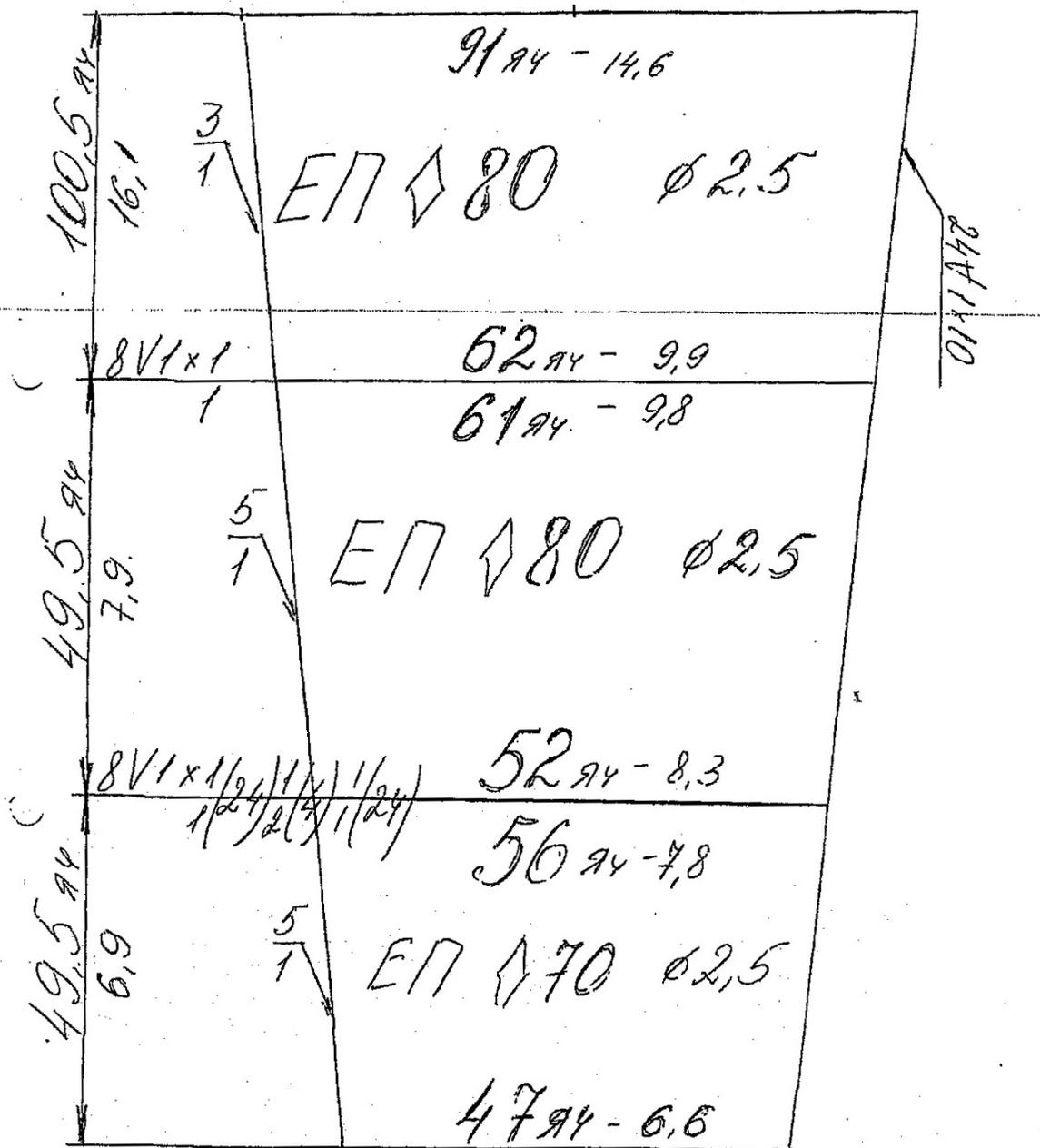
Meluzon mp. H-156

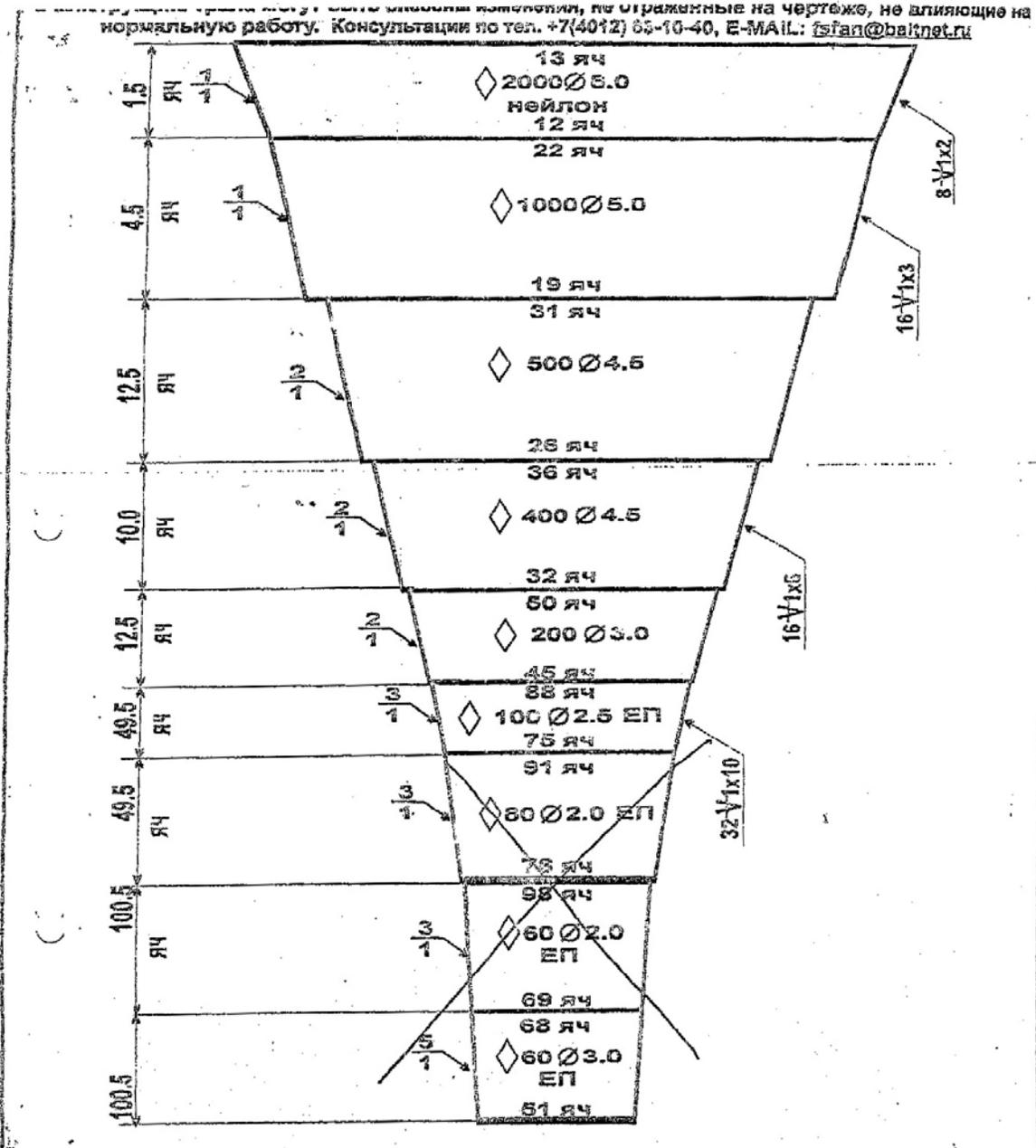
Uso
5.00.07





Мотенная часть к "АТЛАНТИК 5"

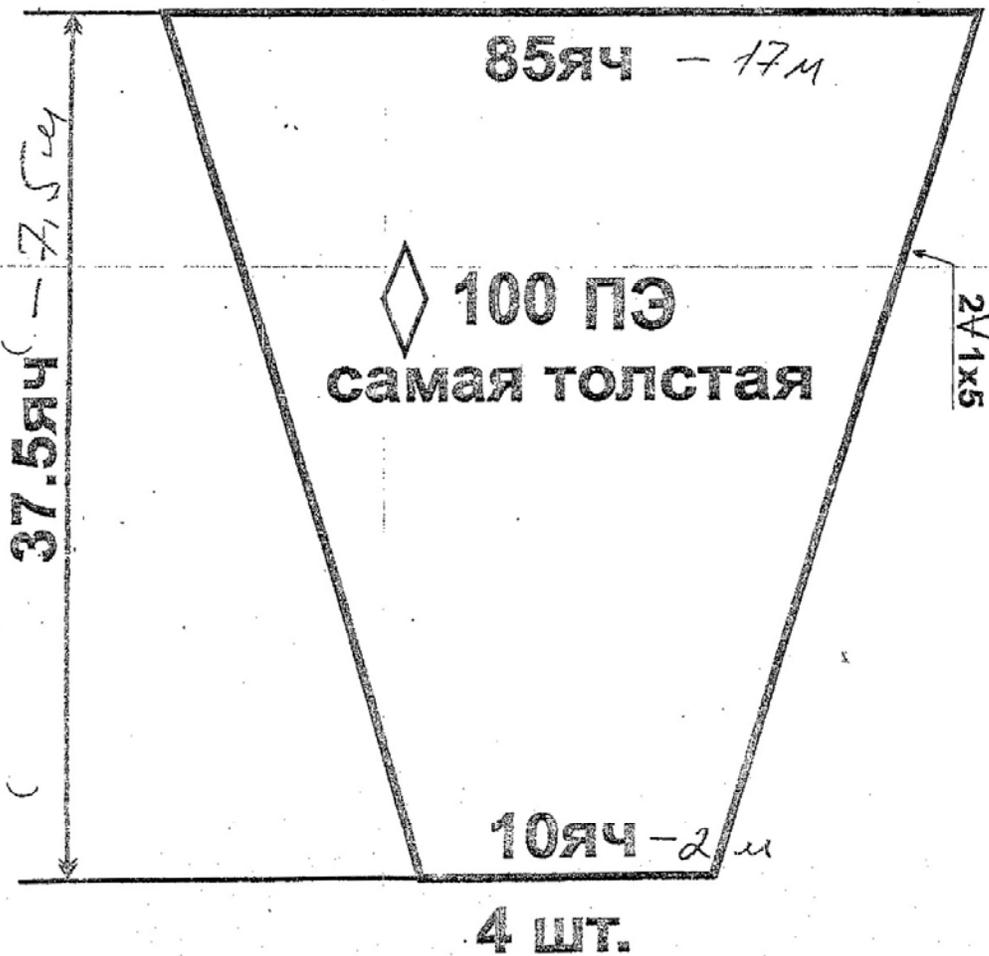




				Собственность "ФИШЕРИНГ СЕРВИС".			
				Несанкционированное тиражирование, распространение, передача документации третьим лицам преследуется по закону.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Литер	Масса	Масштаб
Разработал				Сетная часть			
Проверил				траля АТЛАНТИКА			
Утвердил				Лист			
				Листов			
				Пр.21ФС			



В конструкцию трала могут быть внесены изменения, не отраженные на чертеже, не влияющие на нормальную работу. После обтяжки канаты не выравнивать. Консультации по тел. +7(4012) 63-10-40
E-MAIL: fsfan@baknet.ru



Собственность "ФИШЕРИНГ СЕРВИС". Несанкционированное тиражирование, распространение, передача документации третьим лицам преследуется по закону				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разработал				
Проверил				
Утвердил				
Трал "Атлантика-5" Зашивка гуза			Литер	Масса
			Лист	Листов

A N E X O 2

**Test DHG para
comparación de redes**

Zaida Young U.



Análisis estadístico de las estructuras de talla para la capturas obtenidas por las redes utilizadas en las pescas de identificación por las embarcaciones Ocean Dawn y Friosur IX, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG).

A fin de comparar las distribuciones de frecuencia de las capturas obtenidas con la red Gloria 1408 utilizada por el B/H Friosur IX y la red Atlantica 5 utilizada por el B/F Ocean Dawn, se seleccionó lances efectuados por ambas embarcaciones (anteriores al crucero de evaluación de merluza de tres aletas) que coincidieran tanto cronológica como geográficamente. De esta forma se seleccionaron ocho lances que cumplieran con esta condición, cuatro para cada embarcación (**Tabla 1**).

Tabla 1
Lances coincidentes cronológica y geográficamente para la comparación de las distribuciones de frecuencia

Embarcación	Lance	fecha	Inicio		Término		Captura (t)
			Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	
Ocean Dawn	OD1	13/8/2007	4618,7	7525,1	4615,4	7529,7	45
Ocean Dawn	OD2	13/8/2007	4619,7	7525,7	4619,3	7525,3	30
Ocean Dawn	OD3	14/8/2007	4620,2	7526,4	4616,3	7528,3	35
Ocean Dawn	OD4	14/8/2007	4619,3	7525,3	4617,6	7524,1	40
Friosur 9	FS1	13/8/2007	4620,9	7527,1	4619,5	7525,2	27,6
Friosur 9	FS2	13/8/2007	4620,8	7527,1	4613,7	7530,5	25,5
Friosur 9	FS3	14/8/2007	4620,6	7526,9	4619,16	7525,5	25,5
Friosur 9	FS4	14/8/2007	4620,16	7526,7	4620,2	7528,6	28,2

Los distribuciones de frecuencia de cada lance seleccionado se entregan en la **Tabla 2**.



Tabla 2
Frecuencias de talla de los lances seleccionados, B/F Ocean Dawn y B/H Friosur IX, Agosto 2007

Longitud (cm)	Lances Ocean Dawn				Lances friosur IX			
	OD1	OD2	OD3	OD4	FS1	FS2	FS3	FS4
34	0	0	0	0	0	1	0	0
35	0	1	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	1	0	0
37	2	0	0	0	0	2	2	1
38	0	1	0	0	0	0	0	0
39	1	1	2	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0
42	1	1	0	0	0	0	0	1
43	1	0	1	1	1	0	1	1
44	2	1	1	0	1	0	1	0
45	0	1	2	1	0	0	2	1
46	1	2	2	0	1	1	2	0
47	1	2	2	1	1	2	0	2
48	3	1	2	0	0	0	1	1
49	2	1	4	0	0	2	3	2
50	4	1	3	2	4	1	0	0
51	3	2	2	4	0	0	1	2
52	2	2	2	5	2	3	1	2
53	2	3	3	0	2	0	5	6
54	9	1	12	3	2	1	2	3
55	8	3	4	4	1	3	4	4
56	4	6	7	7	3	1	7	5
57	7	9	4	5	3	1	5	5
58	6	4	13	8	3	0	2	0
59	6	4	12	9	0	3	7	4
60	10	8	5	2	4	3	6	6
61	11	6	6	13	5	5	7	5
62	7	12	9	11	2	4	5	4
63	7	11	9	9	5	4	2	5
64	12	10	9	12	6	4	5	5
65	13	10	18	11	4	6	4	3
66	8	9	11	9	7	3	6	7
67	19	8	7	11	6	6	3	4
68	9	5	13	14	6	7	3	2
69	8	11	12	13	7	3	4	4
70	6	7	12	5	6	3	3	6
71	6	10	13	14	5	6	5	5
72	1	13	14	15	6	3	3	7
73	4	7	7	4	6	4	3	6
74	4	7	7	5	2	2	1	8
75	5	7	3	2	9	3	3	5
76	2	4	2	2	5	5	2	4
77	2	6	5	6	4	5	2	2
78	0	1	8	4	1	3	4	0
79	3	10	4	5	5	3	2	4
80	3	3	3	1	3	2	0	2
81	1	2	0	2	0	1	3	0
82	0	1	0	0	0	2	3	0
83	2	2	1	0	2	1	0	0
84	0	0	1	0	2	3	1	0
85	0	1	0	2	2	2	5	3
86	0	1	0	0	3	0	0	1
87	2	0	0	2	3	2	0	0
88	0	0	0	1	1	0	0	1
89	0	0	0	1	1	2	1	1
90	0	0	1	0	0	0	0	0
91	0	0	0	0	0	0	0	0
92	0	0	0	1	0	1	2	0
93	0	0	0	0	0	0	0	0
94	0	0	0	0	0	0	0	0
95	0	0	0	0	0	0	0	1
96	0	0	0	0	0	0	0	0
97	0	0	0	0	0	0	0	0
98	0	0	0	0	0	0	0	0
99	0	0	0	0	1	1	1	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0
N	210	219	258	227	143	121	135	141
Captura (t)	45	30	35	40	27,6	25,5	25,5	28,2



Se analizó las distribuciones de frecuencia ponderadas según la captura, obtenida, agrupándose en primer lugar según el día de operación. En un primer análisis se compararon los lances efectuados por ambas embarcaciones el día 13 de agosto (dos lances por buque). Posteriormente se comparó las distribuciones de frecuencia obtenidas en los lances realizados por ambas embarcaciones el día 14 de agosto (dos por buque), para finalmente agrupar los ocho lances realizados en ambos días.

Se realizó la prueba estadística DHG (dócima de heterogeneidad generalizada, $\alpha = 0,05$), la cual se basa en el estadístico chi-cuadrado, con el objetivo de verificar la existencia, o no, de diferencias estadísticas en la estructuras de talla de las capturas realizadas con las redes utilizadas por las embarcaciones Ocean Dawn y Friosur IX. Se contrasta la hipótesis nula (H_0): la estructura de talla generada por el conjunto de lances realizados por el Ocean Dawn es similar a la estructura de tallas obtenida por el conjunto de lances efectuados por el Friosur IX. En este sentido, la prueba estadística demostró en todos los casos que las estructuras de talla obtenidas por ambas embarcaciones no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, razón por la cual no existen evidencias para rechazar la hipótesis nula, es decir, la estructura de tallas obtenida en los lances realizados por Ocean Dawn no difiere de la estructura obtenida por el Friosur IX (**Tablas 3, 4 y 5**).



Tabla 3

Resultado de la prueba DHG (dócima de heterogeneidad generalizada) para la estructura de talla obtenida por las embarcaciones Ocean Dawn y Friosur IX, en pescas realizadas durante el día 13 de agosto de 2007.

Parámetros del análisis	X²crítico=	74.00
	categorías=	56
	Z=	1.64485
	Grupos=	2
	np=	430
Emabración	X² calculado	Ho
Ocean Dawn	19.00	NR
Friosur IX	14.58	NR
% APROBACIÓN		100.00

Tabla 4

Resultado de la prueba DHG (dócima de heterogeneidad generalizada) para la estructura de talla obtenida por las embarcaciones Ocean Dawn y Friosur IX, en pescas realizadas durante el día 14 de agosto de 2007.

Parámetros del análisis	X²crítico=	72.00
	categorías=	54
	Z=	1.64485
	Grupos=	2
	np=	425
Emabración	X² calculado	Ho
Ocean Dawn	16.27	NR
Friosur IX	28.45	NR
% APROBACIÓN		100.00



Tabla 5

Resultado de la prueba DHG (d3cima de heterogeneidad generalizada) para la estructura de talla obtenida para los ocho lances efectuados por las embarcaciones Ocean Dawn y Friosur IX

Parámetros del análisis	X²crítico= categorías= Z= Grupos= np=	76,00 58 1,64485 2 542
Emabrca3i3n	X² calculado	Ho
Ocean Dawn	14,23	NR
Friosur IX	18,7	NR
% APROBACI3N		100,00

A N E X O 3

**Determinación de tamaño de muestra
para estimar la distribución de frecuencia
de talla, talla promedio y proporción
sexual de la captura de merluza de tres
aletas en cruceros de prospección**

Zaida Young U.



1. Antecedentes

El conocimiento del tama1o de los peces es fundamental en el estudio de evaluaci3n de recursos pesqueros, por la tanto en este tipo de estudios es necesario medir la longitud de una muestra apropiada de peces. El tama1o de muestra depende del prop3sito del muestreo, si el objetivo se centra en la estimaci3n de la talla promedio y su varianza, una muestra peque1a es suficiente (Kritzer *et al*, 2001; Young *et al*, 2002), para este recurso Young (2004) indica que a partir de muestras de 2 lances y 10 ejemplares observados por lance se obtiene estimaciones de longitud media con CV inferiores al 8%. Por el contrario si el inter3s se centra en conocer la forma de la distribuci3n de frecuencia de longitudes, los tama1os de muestra requeridos son superiores. En este 3ltimo caso se adiciona la dificultad para determinar tama1os de muestra que permitan obtener distribuciones de talla representativas (Andrew & Chen, 1997; Young *et al*, 2002; Pennington *et al*, 2002).

La determinaci3n de tama1os de muestra para estimar la distribuci3n de frecuencia de talla puede ser abordada usando modelos de probabilidad multinomial, destacando entre los pocos estudios disponibles en la literatura los aportes de Tortora (1978), Thompson (1987) y Bromaghin (1993). Estos autores emplean procedimientos que se basan en la optimizaci3n de diferentes funciones objetivos y todos consideran alcanzar simult3neamente los niveles de confianza deseados. Thompson (*op. cit*), considera intervalos de confianza de igual ancho y la confianza asociada variable. Este procedimiento entrega un tama1o de muestra fijo independiente del n3mero de clases en la distribuci3n. Los procedimientos de Tortora (*op. cit.*) y Bromaghin (*op. cit.*) en cambio resultan en intervalos de confianza que tienen igual nivel de confianza y cuyos anchos reflejan la variabilidad asociada con estimados de las probabilidades multinomiales. Este 3ltimo procedimiento a diferencia del anterior, entrega un tama1o de muestra distinto dependiendo del n3mero de clases en la distribuci3n. Por otra parte, las



técnicas de simulación que conjugan la precisión con los tamaños de muestra aparecen como una alternativa viable para la determinación de tamaño de muestra en este caso, donde el interés se centra en la optimización simultánea del muestreo a través de un número de clases de tallas, todas las cuales no son independientes (Worthington *et al*, 1995; Andrew & Chen, 1997; Kritzer *et al*, 2001), además de contemplar un diseño de muestreo con más de una fase.

Young (2004) realizó una determinación de tamaños de muestra para estimar la distribución de frecuencia de longitudes de merluza de tres aletas, talla media y proporción sexual, mediante un procedimiento de simulación que contempló varios escenarios de muestreo de lances y ejemplares, en el marco de un diseño de muestreo en dos etapas, empleando los datos del crucero de evaluación de 2002. Los resultados sugerían muestrear unos 25 lances y 100 ejemplares por lance. Para validar estos tamaños de muestra, se analizan y comparan los resultados obtenidos con los datos correspondientes a los cruceros de 2001, 2005 y 2006.

2. Método

2.1 Datos

El conjunto de datos seleccionados y utilizados en la simulación debe ser lo suficientemente grande como para suponer que en él se recoge el rango de variabilidad real observado en la población en estudio, dado que éstos constituirán la población referencial para las variables de interés. Para este análisis se emplearon los datos provenientes de cuatro cruceros de evaluación de merluza de tres aletas, correspondiente a los años 2001, 2002, 2005 y 2006. Las características de las muestras se indican en la tabla 1, donde se corrobora que el mayor número de ejemplares medidos corresponde al 2002, año que se muestrearon 45 lances con un promedio de 300 ejemplares medidos por lance.



Tabla 1
Características de las muestras analizadas de los cuatro cruceros de merluza de tres aletas.

Año	Sexo	Número		Longitud (cm)		Media	Mediana
		Lances	Ejemplares	Mínimo	Máximo		
2001	Macho		3431	24	64	50	52
	Hembra		2886	25	65	54	55
	Total	24	6317	24	65	52	54
2002	Macho		7088	21	66	51	53
	Hembra		6399	21	67	55	56
	Total	45	13487	21	67	53	54
2005	Macho		1843	29	63	53	54
	Hembra		2026	27	65	56	57
	Total	21	3869	27	65	54	56
2006	Macho		1615	22	65	50	49
	Hembra		2176	23	65	53	52
	Total	24	3791	22	65	52	52

2.2 Procedimiento de simulaci3n

Para determinar tamaños de muestra para estimar los parámetros de interés, como es la estructura de tallas, talla promedio y proporci3n sexual, siguiendo la propuesta de Young *et al* (2002), se adopt3 un procedimiento de simulaci3n que considera varios escenarios de muestreo en el marco del diseño en dos etapas, donde las unidades de primera etapa corresponden a los lances y las unidades de segunda etapa a los ejemplares.

Para la estimaci3n de los parámetros se seleccionaron muestras aleatorias con reemplazo de unidades de primera y segunda etapa a partir del conjunto de datos de lances y ejemplares medidos. El experimento consistió en extraer de 2 a 30 lances y al interior del lance de 10 a 200 ejemplares. Para cada escenario de muestreo, se realizaron 1000 simulaciones (S).



2.3 Procedimiento de estimaci3n

- Estructura de tallas

Con el total de datos seleccionados se estim3 para cada a3o la estructura de talla total y diferenciada por sexo, las que se asumieron como estructuras poblacionales. Para este efecto se emple3 el siguiente estimador:

$$\hat{p}_k = \sum_{i=1}^m \frac{y_i}{Y_{0i}} \hat{p}_{ik}$$

donde

$$\hat{p}_{ik} = \frac{n_{ik}^*}{n_i^*} \quad Y_{0i} = \sum_{i=1}^m y_i$$

m : N3mero total de lances en la muestra

y_i : Captura del lance i de la muestra

n_{ik}^* : N3mero ejemplares medidos de la talla k , en el lance i en la muestra

n_i^* : N3mero ejemplares medidos en el lance i en la muestra

Luego, con la muestra de lances y ejemplares de diferentes tama3os se estimaron las estructuras de talla empleando el estimador anterior. Estas estructuras se compararon con las “estructuras poblacionales”, estim3ndose un 3ndice de error (Worthington **et al.**, 1995; Andrew & Chen 1997). Este 3ndice promedia los desv3os cuadr3ticos acumulados a trav3s de todas las tallas entre la distribuci3n “poblacional” (p_k) y aquella construida con un escenario de tama3o de muestra n en cada simulaci3n (\hat{p}_{ksn}).



$$IE_n = \frac{\sum_{s=1}^S \sqrt{\sum_{k=1}^K (\hat{p}_{ksn} - p_k)^2}}{S}$$

Este índice se estimó para la muestra global y también diferenciada por sexo.

- **Talla promedio**

A partir de las muestras anteriores se estimaron las tallas medias y los coeficientes de variación siguiendo el procedimiento que se indica a continuación.

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

donde \hat{l}_n y $\hat{V}(\hat{l}_n)$ corresponden a longitud media y a su varianza para un escenario de tamaño de muestra n , estimadas de la siguiente manera:

$$\hat{l}_n = \frac{\sum_{s=1}^S \hat{l}_{ns}}{S}; \quad \hat{V}(\hat{l}_n) = \frac{\sum_{s=1}^S (\hat{l}_{ns} - \bar{l})^2}{S-1}$$

donde \hat{l}_{sn} es la longitud media estimada en la s -ésima simulación para un escenario de tamaño de muestra n y \bar{l} es la media estimada con el total de ejemplares en la muestra (referencia poblacional). Este parámetro se obtiene según una estimación de la esperanza de la longitud, a partir de la estructura de talla.



- **Proporci3n sexual**

Para la proporci3n sexual, tambi3n se analiza el comportamiento del coeficiente de variaci3n, donde el promedio y la varianza de este par3metro para un determinado escenario de tama1o de muestra n se obtiene a partir de las estimaciones del total de simulaciones realizadas.

$$CV(\hat{p}_{n(sex)}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{p}_{n(sex)})}}{\hat{p}_{n(sex)}}$$

donde $\hat{p}_{n(sex)}$ y $V(\hat{p}_{n(sex)})$ corresponde a la proporci3n sexual promedio y varianza estimadas de la siguiente manera:

$$\hat{p}_{n(sex)} = \frac{\sum_{s=1}^S \hat{p}_{n(sex)s}}{S}; \quad \hat{V}(\hat{p}_{n(sex)}) = \frac{\sum_{s=1}^S (\hat{p}_{n(sex)s} - p_{sex})^2}{S-1}$$

donde $\hat{p}_{n(sex)s}$ es la proporci3n sexual estimada para un escenario de muestreo de tama1o n en la s -3sima simulaci3n y p_{sex} es la proporci3n estimada con el total de ejemplares analizados.

3. Resultados

Los resultados correspondientes al a1o 2006 se presentan con un mayor nivel de detalle y se comparan ciertos escenarios de tama1os de muestra con los restantes a1os analizados.

- **Estructura de Tallas**

Los resultados del 3ndice error (IE) empleado para evaluar la similitud entre la distribuci3n de tallas que se asumi3 como poblaci3n referencial y aquellas estimadas con las diferentes combinaciones de tama1os de muestra de primera etapa (lances) y segunda etapa (ejemplares) se presentan en la figura 1. A nivel



de segunda etapa, se aprecia que se produce un r3pido aplanamiento de las curvas al aumentar el n3mero de ejemplares medidos por lance, lo que sugiere que la forma general de la distribuci3n de frecuencia de tallas puede ser capturada con muestras no muy grandes de ejemplares medidos por lance (50 peces). Sobre los 80 ejemplares por lance la ganancia en precisi3n es marginal. A nivel de primera etapa, la mayor declinaci3n del IE de la estructura de tallas se registra al incrementar el n3mero de lances en la muestra de 2 a 8, luego la tasa de declinaci3n se reduce y sobre los 18 lance la ganancia en precisi3n es sustantivamente menor.

Dado que a partir de la muestra de longitudes posteriormente se requiere estimar la distribuci3n de tallas diferenciada por sexo, tambi3n se analiz3 el comportamiento del 3ndice de error haciendo esta distinc3n. Sobre la base del an3lisis anterior se tom3 como referencia una muestra de 100 ejemplares medidos por lance para representar el comportamiento del 3ndice diferenciado por sexo, cuyos resultados se muestran en la figura 1(b). Se aprecia un comportamiento similar del IE al variar el n3mero de lance, con un menor valor del 3ndice para la distribuci3n total que aumenta como era de esperar al separar la muestra por sexo, registr3ndose en machos el mayor IE frente a iguales tama3os de muestra, lo que se asocia a la menor presencia de este sexo en la captura (42%). Las mayores reducciones del 3ndice se registran hasta los 10 lances, luego la tasa de declinaci3n se reduce y sobre los 22 lances la ganancia en precisi3n es marginal (Fig. 1b).

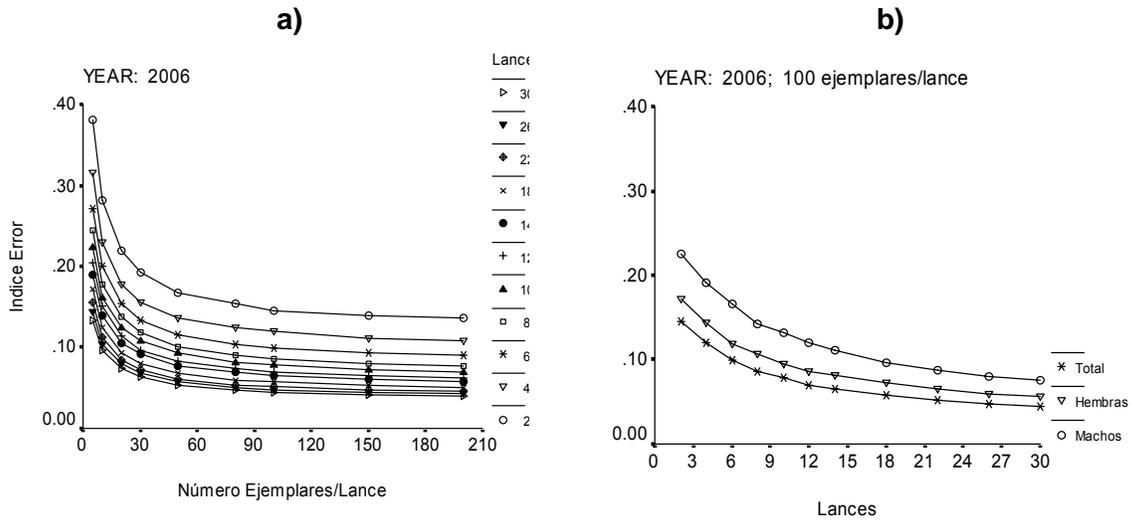


Fig. 1. Error en la estimaci3n de la composici3n de tallas de la captura de merluza de tres aletas, considerando diferentes combinaciones de tamaños de muestra de lances y ejemplares medidos, sin diferenciar por sexo (a). Para una muestra de 100 ejemplares/lance se representa la tendencia del índice para la estructura total y diferenciada por sexo versus el número de lances muestreados (b). Crucero, 2006.

Es importante señalar que no se ha definido un nivel de aceptaci3n del índice de error para determinar el tamaño de muestra, el criterio se basa en la tendencia que presenta el índice frente a las diferentes combinaciones de tamaño de muestra. En este análisis, la recomendaci3n del tamaño de muestra se establece en el nivel a partir del cual un aumento en las unidades de primera y segunda etapa no genera una mejora sustantiva en la precisi3n de la estimaci3n. Sobre esta base, se recomienda muestrear en torno a los 22 - 24 lances y 100 ejemplares por lance, atendiendo a que la muestra se postestratifica para estimar una distribuci3n de talla diferenciada por sexo.

En la figura 2 se presenta el IE estimado a partir de los datos de cuatro cruceros y tomando como referencia una muestra de 100 ejemplares medidos por lance. Las curvas presentan un comportamiento similar al aumentar el número de lances en la muestra, con diferencias de escala que dan cuenta de la variabilidad de las



estructuras de talla en cada a1o. En el 2001 se observaron estructuras de tallas m1s homog1neas en los conglomerados (lances), que se refleja en valores m1s bajos del IE, en contraposici3n con el 2005 donde se observ3 una mayor heterogeneidad respecto a los otros tres a1os. La mayor tasa de declinaci3n del IE se observa al aumentar de 2 a 10 el n1mero de lances, luego las pendientes se reducen y sobre los 24 lances el incremento en precisi3n es bastante menor dada la tendencia asint3tica que presentan las curvas. A modo de ejemplo si el 2005 si hubiese querido alcanzar el IE obtenido con 24 lances el 2001, habr1a sido necesario observar al menos 80 lances.

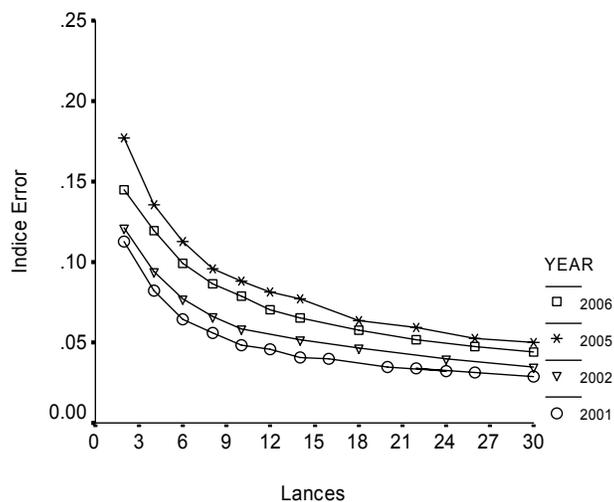


Fig. 2. Error en la estimaci3n de la composici3n de tallas de la captura de merluza de tres aletas, considerando un n1mero creciente de lances y una muestra fija de 100 ejemplares/lance, sin diferenciar por sexo. Crucero de evaluaci3n 2001, 2002, 2005 y 2006.

- **Talla promedio**

La talla promedio de los ejemplares capturados se estima con adecuados niveles de precisi3n a partir de peque1os tama1os de muestra, en general los coeficientes de variaci3n son inferiores al 8% sobre muestras de 2 lances y 10 ejemplares/lance (Fig. 3). Otro aspecto que destaca es que los coeficientes de variaci3n de la talla



media son muy similares a trav3s de los distintos tama1os de muestra de segunda etapa (ejemplares), que se refleja en curvas muy aplanadas (Fig. 3a). A nivel de sexo, para una muestra fija de 10 ejemplares por lance, las curvas presentan un comportamiento muy similar, pero con 3ndices m3s altos para los machos debido como se indic3 anteriormente a su menor representaci3n num3rica en la captura (Fig. 3b). El CV presenta la mayor tasa de declinaci3n hasta una muestra de 12 lances y sobre dicho n3mero la ganancia en precisi3n se reduce sustantivamente. Este resultado confirma que la talla media es un buen indicador a monitorear con bajos requerimientos de datos (Kritzer *et al*, 2001; Young *et al*, 2002, 2003).

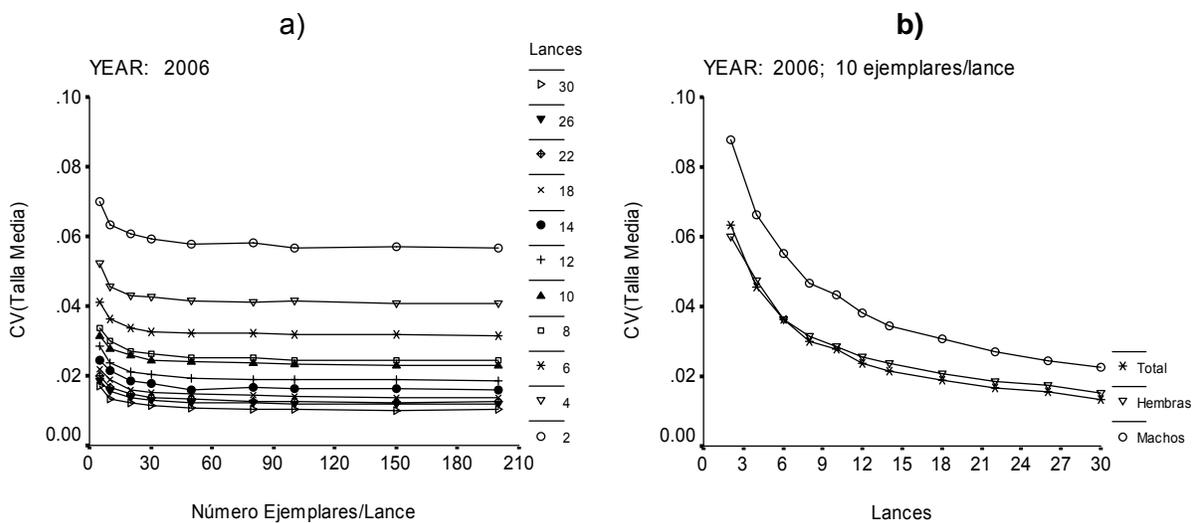


Fig. 3. Coeficiente de variaci3n de la estimaci3n de la talla media de los ejemplares en la captura de merluza de tres aletas, considerando diferentes combinaciones de tama1os de muestra de lances y ejemplares medidos sin diferenciar por sexo (a). Para una muestra de 10 ejemplares/lance se representa la tendencia del coeficiente de variaci3n de la talla media para la estructura total y diferenciada por sexo frente a un aumento del n3mero de lances (b). Crucero, 2006.

Para una muestra de 24 lances y observando 10 ejemplares/lance, se estiman CV de la talla promedio inferiores al 2% en los cuatro cruceros analizados.



- **Proporci3n sexual**

En la figura 4 se presentan los coeficientes de variaci3n de la proporci3n sexual, donde se observa un comportamiento casi asint3tico del 3ndice para muestras sobre los 20 ejemplares/lance, es decir que con pocos ejemplares observados en el lance se tiene una adecuada estimaci3n de la proporci3n de sexos al interior de 3ste. No obstante, los CV son altos debido a la gran variabilidad de este indicador entre lances. La mayor ganancia en precisi3n se logra al aumentar el n3mero de lances entre 2 y 22, llegando a CV superiores al 10%.

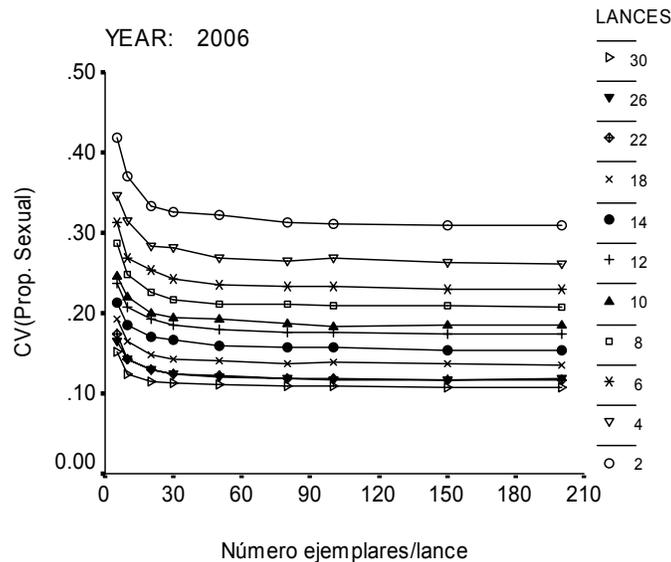


Fig. 4. Coeficiente de variaci3n de la estimaci3n de la proporci3n sexual en la captura de merluza de tres aletas, considerando diferentes combinaciones de tama1os de muestra de lances y ejemplares medidos. Crucero, 2006.

En la figura 5 se presenta el CV de la proporci3n sexual estimado a partir de los datos de cuatro cruceros y tomando como referencia una muestra de 100 ejemplares medidos por lance. Las curvas, al igual que lo observado en el IE, presentan un comportamiento muy similar, con diferencias de escala que dan cuenta de la mayor o menor variabilidad del par3metro en estudio en cada estrato



(año). En el 2002 se observ3 una proporci3n sexual m3s homog3nea entre conglomerado, que se refleja en CV m3s bajos, y en el 2006 se registr3 la mayor heterogeneidad de la proporci3n sexual entre lances, en los cuatro aros analizados. La mayor declinaci3n del CV se observa al aumentar de 2 a 14 el n3mero de lances, luego las pendientes se reducen y sobre los 24 lances el incremento en precisi3n es bastante menor dado el aplanamiento de las curvas.

Para una muestra de 24 lances y 100 ejemplares/lance, los CV de la proporci3n sexual en los cuatro aros analizados fluctuaron entre un 7 y un 12% (Fig. 5).

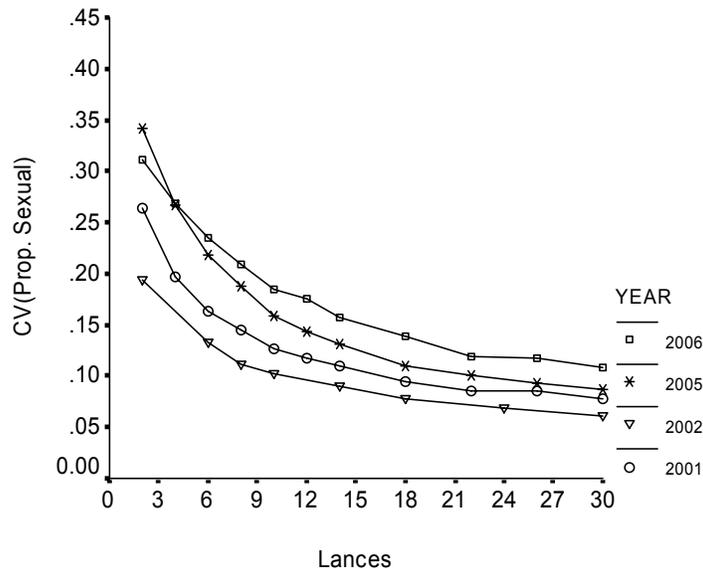


Fig. 5. Coeficientes de variaci3n de la proporci3n sexual de la captura de merluza de tres aletas, considerando un n3mero creciente de lances y una muestra fija de 100 ejemplares/lance. Cruceros de evaluaci3n 2001, 2002, 2005 y 2006.

Los resultados corroboran que la precisi3n de las estimaciones de las distribuciones de frecuencia de tallas, las tallas medias y proporci3n sexual resultaron ser mucho m3s sensible a variaciones en el n3mero de lances muestreados que a variaciones del n3mero de ejemplares medidos al interior del lance, lo que plantea que la estrategia de muestreo debe estar orientada a



muestrear pocos ejemplares al interior del lance y privilegiar un mayor número de lances muestreados, resultado que es consistente con lo reportado por Young *et al* (2002) y Aanes y Pennington (2003).

En términos globales se recomienda mantener el tamaño de muestra propuesto anteriormente por Young (2004), que consistía en una muestra de primera etapa de 25 lances y de segunda etapa de 100 ejemplares medidos por lance. Eventualmente, si se observara mucha variabilidad en las estructura de tallas entre lances se podría incrementar el número de unidades primera etapa, sujeto al tiempo y presupuesto disponible en el proyecto.

4. Bibliografía

- Adrew, N.L. & Y. Chen. 1997. Optimal sampling for estimating the size structure and mean size of abalone caught in a New South Wales fishery. *Fishery Bulletin* 95: 403-413.
- Aanes, S. & M. Pennington. 2003. On estimating the age composition of the commercial catch of Northeast Arctic cod from a sample of cluster. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 297-303.
- Bromaghin, J.F. 1993 Sample Size Determination for Interval Estimation of Multinomial Probabilities. *The American statistician* , Vol 46, No(3): 203-206.
- Kritzer, J.P., C.R. Davies & B. D. Mapstone. 2001. Characterizing fish populations: effects of sample size and population structure on the precision of demographic parameter estimates. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 1557-1568.
- Pennington, M., L.M. Burmeister & V. Hjellvik. 2002. Assessing the precision of frequency distributions estimated from trawl-survey samples. *Fish. Bull.* 100: 74 – 80.



- Thompson, S. K. 1987. "Sample size for Estimating Multinomial Proportions". The American Statistician, 41: 42-46.
- Tortora, R. D. 1978. A note on Simple Size Estimation for Multinomial Populations. The American Statistician, 32, 100-102.
- Worthington, D.G., A.J.Fowler & P.J.Doherty. 1995. Determining the most efficient method of age determination for estimating the age structure of a fish population. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 52 : 2320-2326.
- Young, Z., J.C. Saavedra, H. Miranda, M. Gonz3lez & F. Cerna. 2002. Estimaci3n de tama1os de muestra en la pesquer3a de pez espada. Informe de Avance Complementario. Proyecto: Investigaci3n Situaci3n Pesquer3a Pel3gica Recursos Altamente Migratorios, 2002. Documento T3cnico, IFOP – SUBPESCA. 10 pp + Anexo.
- Young, Z., J.C. Saavedra, H. Miranda; L. Caballero, A. Aranis y M. Gonz3lez. 2003. Estimaci3n de Tama1os de Muestra en la Pesquer3a Pel3gica, Zona Centro-Sur. Proyecto: Investigaci3n Situaci3n Pesquer3a Pel3gica, Zona Centro-Sur, 2002. Documento T3cnico, IFOP – SUBPESCA. 21 p + Anexo.
- Young, Z. 2004. Determinaci3n de tama1o de muestra para estimar indicadores de la captura de merluza de tres aletas en cruceros de prospecci3n. Documento T3cnico. Secci3n de Estadística,. IFOP. 4 pp

A N E X O 4

Evaluación de fuentes de error en la estimación de abundancia y biomasa acústica de la merluza de tres aletas a través de simulaciones Monte Carlo

Juan Carlos Saavedra N.



Introducci3n

Una componente esencial de los 3ndices de abundancia lo constituye la estimaci3n de la incertidumbre asociada a los resultados. En hidroac3stica la cl3sica varianza del estimador de abundancia y biomasa, por lo general es estimada s3lo desde los datos obtenidos del muestreo de densidad en la transecta, con lo cual se subestima la incertidumbre total al basarse solamente en el error de muestreo e ignorar la incertidumbre asociada a otras fuentes incorporadas en el estimador, como la fuerza del blanco (TS), peso medio, la calibraci3n, entre otras (Rose *et al.*, 2000; O'Driscoll, 2004).

Para estimar y diagnosticar las fuentes de incertidumbre en las estimaciones en estudios ac3sticos Rose *et al.* (2000) proponen un m3todo basado en simulaciones Monte Carlo. El m3todo involucra la construcci3n de distribuciones de probabilidad para las fuentes de incertidumbre conocidas y la selecci3n de muestras aleatorias de cada distribuci3n de probabilidad, para combinarlas en simulaciones Monte Carlo del proceso de estimaci3n de abundancia y biomasa ac3stica.

Bajo este enfoque, se evaluaron algunas fuentes de error no muestral en la estimaci3n de la abundancia y biomasa de la merluza de tres aletas, con el objetivo de obtener una estimaci3n de la incerteza de los estimados y compararlas con las estimaciones de varianza del resto de los m3todos utilizados.



M3todo

El m3todo empleado para evaluar diferentes fuentes de error en la estimaci3n de la biomasa corresponde al propuesto por Rose *et al* (2000), quienes plantean un enfoque de simulaci3n modelo basado, donde los t3rminos de la ecuaci3n hidroac3stica son tratados como variables aleatorias que pueden ser descritas por una distribuci3n de probabilidades.

En este estudio se consideran como fuentes de error en la estimaci3n de la abundancia y biomasa, los estimadores involucrados en el factor de ecointegraci3n (fuerza de blanco promedio (\overline{TS})), la composici3n de tama1os de la captura (\hat{P}_k), la densidad media de las lecturas ac3sticas por intervalo b3sico de muestreo (\hat{R}) y el peso medio a la talla (\hat{W}_k). Para cada una de las fuentes de error se determin3 su distribuci3n de probabilidad asociada y se realizaron 5.000 simulaciones Monte Carlo en el proceso de estimaci3n de la abundancia y biomasa, con el objetivo de obtener una estimaci3n de la incerteza del estimado.

Las distribuciones de probabilidad para cada una de estas fuentes de error fueron construidas sobre la base de los muestreos y mediciones asociadas al estudio de investigaci3n FIP 2007-15. Los detalles de como fueron derivadas estas distribuciones se indican a continuaci3n.

Factor de ecointegraci3n \hat{C}_{nk}

Para un dominio de estudio determinado el estimador del factor de ecointegraci3n \hat{C}_{nk} es funci3n de la relaci3n TS - Longitud, incorporada en la ecuaci3n a trav3s de la siguiente relaci3n:



$$\hat{C}_{nk} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 10^{\frac{\overline{TS}_k}{10}}}, \quad (1.0)$$

d3nde el t3rmino \overline{TS}_k es un estimador de la fuerza de blanco promedio a una longitud k y se estima a trav3s de la ecuaci3n de regresi3n dada por,

$$\overline{TS}_k = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \log(l_k) \quad (2.0)$$

donde $\hat{\beta}_0$ y $\hat{\beta}_1$ son los coeficientes estimados del modelo TS-Longitud y l_k se asocia a la k -3sima longitud.

La estimaci3n del \overline{TS}_k se basa en la relaci3n descrita para merluza com3n por Lillo *et al.* (1996) y se considero un escenario de simulaci3n que supone cambios uniformes en el intercepto en un intervalo $\hat{\beta}_0 \pm 0,5$ dB, seg3n lo propuesto por O'Driscoll (2004) para hoki (*Macruronus novaezelandiae*).

Composici3n de tama3os, \hat{P}_k .

Para la simulaci3n de la composici3n de tama3os de la captura se procedi3 a extraer una muestra aleatoria de individuos desde el vector estimado de individuos a la talla, seg3n los cuales se re-estimo una estructura de tallas simulada, esto por la dificultad de encontrar una distribuci3n probabilística te3rica que permita reproducir la composici3n de tama3os empírica.



Peso medio a la talla, \hat{W}_k .

En la simulaci3n del peso medio a la talla se consider3 la generaci3n de n3meros aleatorios bajo una distribuci3n normal con media dada por el peso estimado a la talla y su varianza, esto es,

$$\hat{W}_k \sim N(\hat{W}_k, \text{Var}(\hat{W}_k)) \quad (3.0)$$

Densidad ac3stica media, \hat{R} .

Las lecturas ac3sticas por intervalo b3sico de muestreo (SA), incorporan distintas fuentes de variaci3n como calibraci3n, mezcla de especies y detectabilidad (O'Driscoll, 2004). En este estudio no se estima la incerteza asociada de forma individual de cada una de ellas, sino que se eval3a el grado de error que la medici3n en su conjunto tiene sobre la estimaci3n de la biomasa y abundancia.

Se propone un estimador de raz3n de las lecturas ac3sticas del ecointegrador, expresado por,

$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^n SA_i}{\sum_{i=1}^n Y_i} \quad (4.0)$$

El enfoque de simulaci3n considero dos escenarios de simulaci3n, donde el primero considera la aplicaci3n del teorema del l3mite central (Mendenhall *et al.*, 1994) a trav3s de una aproximaci3n normal para la distribuci3n del estimador \hat{R} , utilizado en el procedimiento de simulaci3n las varianzas estimadas seg3n los m3todos de conglomerados de tama3os desiguales (Hansen *et al.*, 1953), estratos agrupados (Wolter, 1985) y variables regionalizadas (Petitgas, 1997), y un segundo escenario que utiliza simulaciones del estimador asociado a la distribuci3n te3rica de los datos.



Resultados

Los estimados empíricos y la variaci3n en las distintas fuentes de error simuladas se observan en la **Figura 1**. El TS medio, simulado a trav3s de incorporar cambios uniformes en el intercepto de la relaci3n, presenta igual variaci3n en distribuci3n por talla y es consistente con el supuesto distribucional asumido.

La simulaci3n de la densidad acústica media reporta mayores variaciones utilizando la varianza estimada por los métodos de Hansen y Walter, reduciéndose esta variaci3n al utilizar la varianza estimada por el procedimiento geoestadístico y la distribuci3n te3rica del estimador, esta última determinada en funci3n al comportamiento distribucional de las densidades acústicas (**Fig. 2**), las cuales siguen un comportamiento gamma (Zwillinger y Kokoska, 1999).

El peso medio, estimaci3n utilizada para el c3lculo de la biomasa, presenta fuertes variaciones al aumentar la longitud, mientras que para la composici3n de tamaños, se observan mayores variaciones entorno a las tallas modales (Figura 1).

En t3rminos de exactitud en las estimaciones la diferencia relativa es menor al 2 % (**Tabla 1**), por lo cual no sería necesaria una correcci3n de los estimados de abundancia o biomasa para este recurso en evaluaci3n.

Las estimaciones correspondientes a la abundancia y biomasa, asumiendo convergencia en distribuci3n del estimador de densidad acústica media, presentan mayores coeficientes de variaci3n en comparaci3n a los obtenidos con los procedimientos analíticos, no así el coeficiente de variaci3n obtenido



simulando la distribuci3n te3rica de las densidades ac3sticas, el cual se aproxima al obtenido con el procedimiento anal3tico (**Tabla 1 y Fig. 3**), por lo anterior en el an3lisis de evaluaci3n de efectos de incertidumbre se utilizaron solo las simulaciones asociadas a este escenario.

El an3lisis del efecto de las fuentes de incerteza y expresado en t3rminos del coeficiente de variaci3n se presenta en la Tabla 2. La estimaci3n de la densidad ac3stica refleja los mayores aportes a la variaci3n de los estimados tanto de abundancia como de biomasa, seguido por la relaci3n TS – Longitud. La composici3n de tallas y el peso medio, para la estimaci3n de biomasa, presentan menores fluctuaciones es los estimados simulados (**Tabla 2, Fig. 4**).

De igual forma y consistente a lo expresado en el an3lisis del efecto individual, el efecto combinando presenta mayores variaciones en las estimaciones cuando no se incorpora el efecto de la composici3n de tamaños, representado gr3ficamente en la Figura 4.



Referencias Bibliográficas

Aitchison, J., & J. A.C. Brown. 1957. The lognormal distribution. Cambridge University Press, Cambridge, MA. 387 p.

Hansen, R., W. Modow & W. Huwitz. 1953. Sample Survey methods and theory. Volume I and II Methods and applications: John Wiley and sons. INC.

O' Driscoll, R. L. 2004. Estimating uncertainty associated with acoustic surveys of spawning hoki (*Macruronus novaezelandiae*) in Cook Strait, New Zealand. ICES Journal of Marine Science, 61:84-97.

Pennington. M. 1983. Efficient estimators of abundance for fish and plankton surveys. Biometrics 39:281-286.

Rose, G., Gauthier, S., and Lawson, G. 2000. Acoustic surveys in the full monte: smulating uncertainty. Aquatic Living Resources, 13: 637-372.

Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation XII, 428 page, 1985

Zwillinger D., Kokoska S., 1999. CRC standard probability and statistics tables and formulae. Chapman & Hall/CRC. Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.

Tablas y Figuras



Tabla 1. Resumen de estimaciones, coeficiente de variación y diferencias relativa y absoluta, para el análisis de simulación MonteCarlo de abundancia y biomasa para merluza de tres aletas.

	Método	Coef. Var. Empírico	Estimación MC	Coef. Var. Estimación MC	Diferencia	
					Relativa %	Absoluta
Abundancia (N x 1.000) 96.390	Hansen	0,11	97.517	0,30	1,2	1.127
	Walter	0,11	96.602	0,22	0,2	212
	Geoestadístico	0,10	97.370	0,16	1,0	980
	Gamma	-	97.339	0,12	1,0	949
Biomasa (t) 97.639	Hansen	0,13	97.616	0,30	0,02	-23
	Walter	0,12	96.699	0,22	1,0	-940
	Geoestadístico	0,11	97.474	0,17	0,2	-165
	Gamma	-	97.445	0,12	0,2	-194

MC : MonteCarlo

Tabla 2. Resumen de estimaciones con procedimientos analíticos y simulados de abundancia y biomasa para merluza de tres aletas.

Estimación	Efecto simulado	Coef. Var.
Abundancia Coef. Var (0,12)	Densidad acústica (SA)	0,09
	Relación TS - Lon (TS)	0,07
	Estructura de tallas (ET)	0,01
	SA - ET (SV / TS)	0,09
	TS - ET (SV / SA)	0,07
	SA - TS (SV / ET)	0,11
Biomasa Coef. Var (0,12)	Densidad acústica (SA)	0,09
	Relación TS - Lon (TS)	0,07
	Estructura de tallas (ET)	0,01
	Relación Peso - Lon (PL)	0,03
	SA - ET - PL (SV / TS)	0,10
	TS - ET - PL (SV / SA)	0,07
	SA - TS - PL (SV / ET)	0,12
SA - TS - PL (SV / PL)	0,12	

SV: Sin variación, en las estimaciones, del efecto evaluado

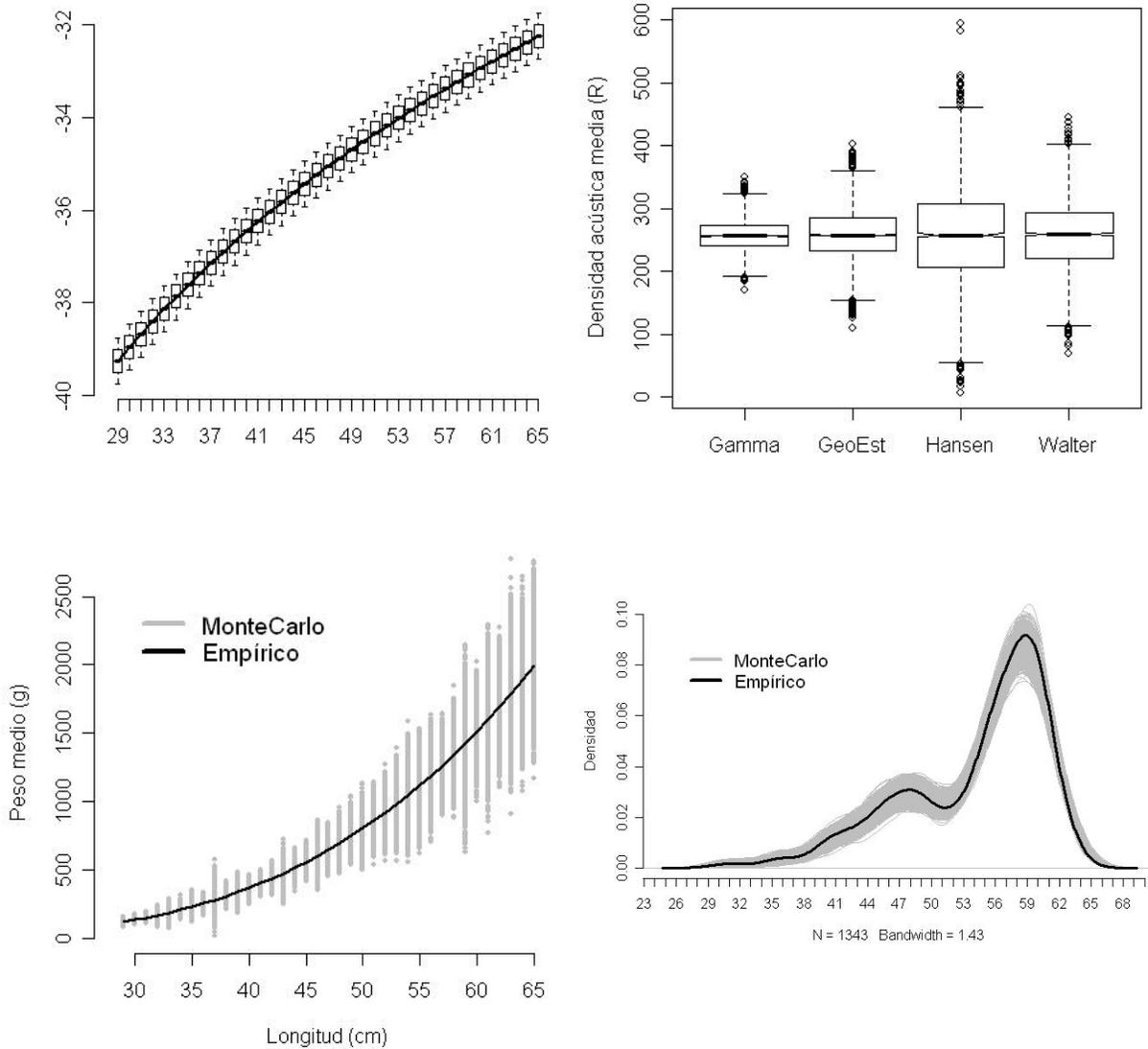


Figura 1. Estimados empíricos y simulados para la relación TS-Longitud, peso medio a la talla, densidad acústica media y composición de tamaños de la captura de merluza de tres aletas.

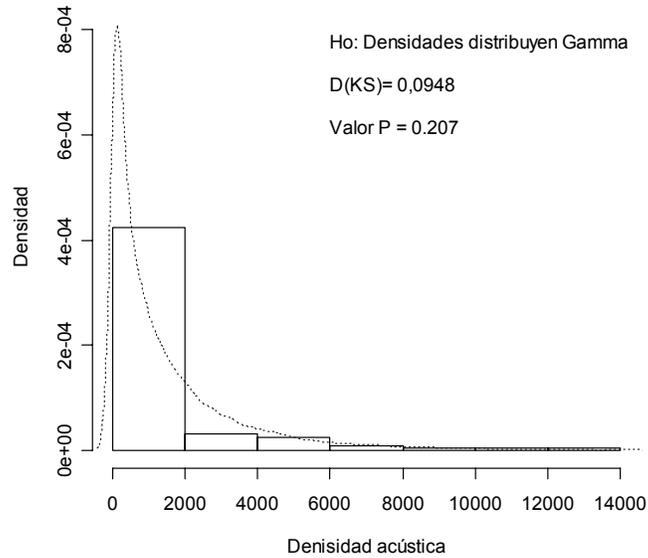


Figura 2. Distribuci3n de la densidad acústica observada (barras) y te3rica (linea segmentada) y prueba de hip3tesis distribucional para merluza de tres aletas.

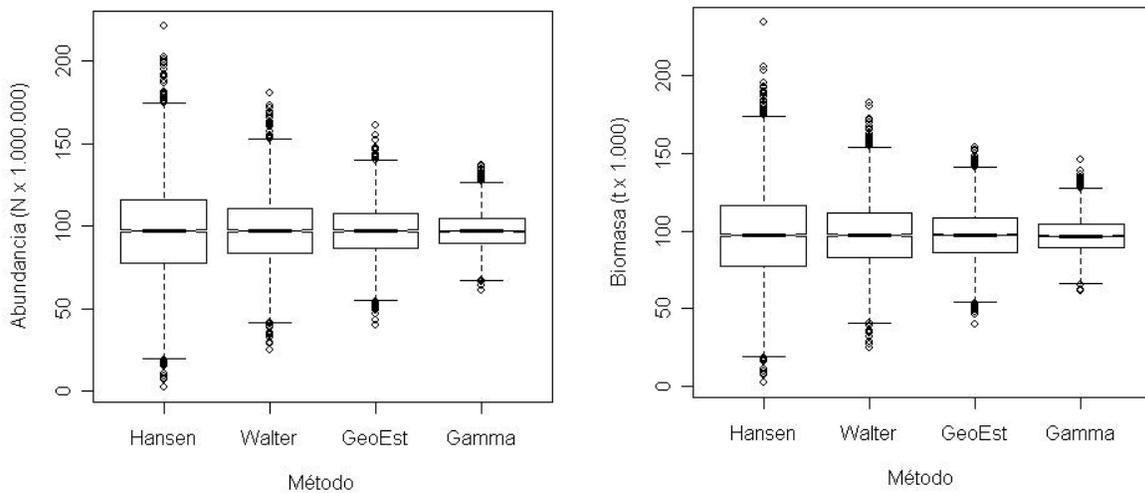


Figura 3. Distribuci3n de estimaciones de abundancia y biomasa para las simulaciones montecarlo, considerando distintos enfoques en la definici3n de las densidades acústicas.

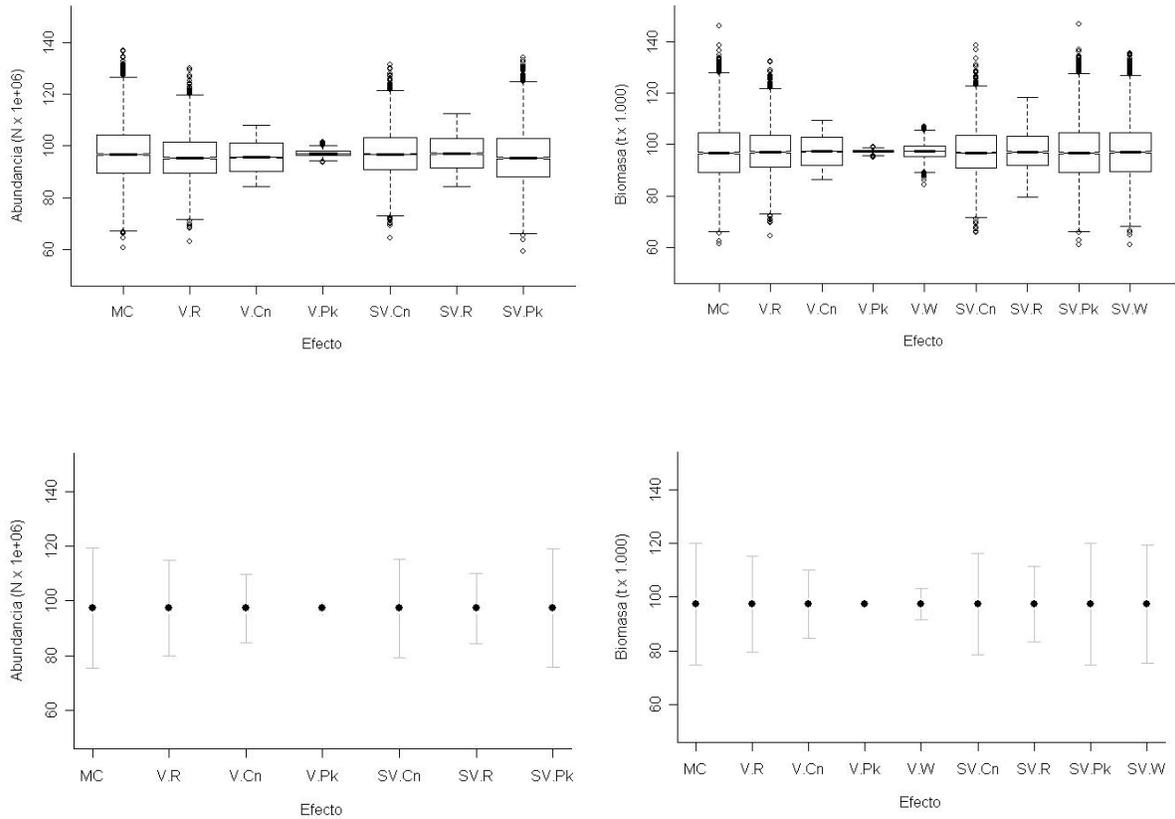


Figura 4. Distribuci3n e intervalo de confianza para la estimaci3n de abundancia y biomasa de las simulaciones montecarlo para merluza de tres aletas evaluando cada fuente de error. (MC: estimaci3n simulaci3n montecarlo, V.x: simulando solo en el x-3simo estimado, SV.x: dejando fijo el estimado x-3simo, y simulando las dem3s fuentes.

A N E X O 5

**Personal participante por
actividad y objetivo específico
Proyecto FIP N° 2007-15**

**PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD Y OBJETIVO ESPECÍFICO
FIP N° 2007-15****Objetivo específico 2.1**

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Alvaro Saavedra	150	120	145	105	520
Jorge Castillo	10	0	150	10	170
Francisco Leiva	150	110	30	0	290
José cordova	150	0	0	0	150
Leonardo Caballero	140	0	0	0	140
Sergio Lillo	0	0	30	0	30
Zaida Young	10	10	10	0	30
Juan Carlos Saavedra	20	100	30	10	160
TOTAL	630	340	395	125	1.490

NOTA: Debido a la operaci3n de dos buques se incorpora a los Srs. José Cordova (Ing. Pesquero, Jefe crucero Fríosur IX) y Francisco Leiva (Ing. pesquero, Investigador acústico B/H Fríosur IX) en reemplazo de Victor Correa y Bernardo Leiva y al Sr. Leonardo Caballero (Ing. Pesquero, Investigador acústico en el B/F Ocean Dawn)

Objetivo específico 2.2

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Zaida Young	5	0	20	0	25
Vilma Ojeda	30	124	89	30	273
Karent Hunt	180	720	0	0	900
Renato cespedes	20	180	180	65	445
Luis Adasme	20	270	160	40	490
Luis Contreras	140	0	0	0	140
Lupercio díaz	140	0	0	0	140
Oscar Nancul	140	0	0	0	140
José Perez	140	0	0	0	140
TOTAL	815	1294	449	135	2.693

NOTA: Debido a la operaci3n de dos buques se incorpora al Sr. José Pérez (muestreador B/H Fríosur IX). La asignaci3n de las horas hombre de los señores Luis Contreras, Lupercio Díaz, Oscar Nancul y José Pérez corresponde a horas de crucero como muestreadores com muestras que sirvieron para los objetivos 2.2, 2.3, 2.4 y 2.6

**Objetivo espec3fico 2.3**

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
Zaida Young	5	10	10	0	25
Eduardo Diaz	0	110	120	95	325
Jorge Oliva	0	180	60	40	280
Tecnico Laboratorio	0	260	80	0	340
TOTAL	5	560	270	135	970

Objetivo espec3fico 2.4

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
Francisco Leiva	0	20	5	0	25
Esteban Molina	0	110	50	20	180
TOTAL	0	130	55	20	205

NOTA: El Sr. Francisco Leiva (Ing. Pesquero) reemplazo en este objetivo al sr. Victor Correa

Objetivo espec3fico 2.5

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
Alvaro Saavedra	0	130	90	35	255
Juan Carlos Saavedra	0	0	30	0	30
TOTAL	0	130	120	35	285

Objetivo espec3fico 2.6

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	An3lisis de datos	Elaboraci3n Informes	
Patricia Rojas	0	360	60	60	480
TOTAL	0	360	60	60	480

A N E X O 6

CD contiene:

- Informe final en PDF
 - Resumen ejecutivo en Word
-





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Unidad de Ediciones y Producción
Blanco 839, Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl
