



INFORME FINAL CORREGIDO

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA
Proyecto
FIP N° 2004-08

**Evaluación hidroacústica
del stock parental de
merluza de tres aletas en
su unidad de pesquería,
año 2004
(FASE I y FASE II)**

NOVIEMBRE
2005



INFORME FINAL
CORREGIDO

FIP N° 2004-08

Evaluación hidroacústica
del stock parental de
merluza de tres aletas en
su unidad de pesquería,
año 2004
(FASE I y FASE II)

•Noviembre, 2005•



REQUIRENTE

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

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera:
Mauricio Braun Alegría

Director Ejecutivo:
Guillermo Moreno Paredes

• Noviembre, 2005 •



JEFE DE PROYECTO

SERGIO LILLO VEGA

AUTORES

SERGIO LILLO V.
RENATO CÉSPEDES M.
VILMA OJEDA C.
ALVARO SAAVEDRA G.
EDUARDO DIAZ R.
LUIS ADASME M.

• Noviembre, 2005 •



RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio (FIP 2004-08), tuvo como objetivo evaluar el stock de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) a través del método hidroacústico, entre las latitudes 47°00'S. y 51°00' S.

Como parte del proyecto, se realizó entre el 2 y el 14 de septiembre de 2004 un crucero de prospección a bordo del B/C "Abate Molina", orientado a evaluar mediante un método de evaluación directa (evaluación acústica) su biomasa, abundancia y distribución, junto con estimar la composición de tallas, edad y proporción sexual del stock desovante en el área de estudio. Durante la investigación se realizaron 17 lances de pesca (10 lances positivos) y 49 transectas de prospección acústica.

La distribución espacial de la merluza de tres aletas mostró una fuerte concentración y altas densidades en el sector sur del área de estudio, entre las latitudes 50°00'S a 50°30'S, con un centro de gravedad localizado en la latitud 50°10' S, fuertemente desplazado más al sur que en el crucero efectuado el año 2003. En este sentido la existencia de un patrón migratorio post-desove de la merluza de tres aletas, explicaría la mayor concentración de este recurso en el sector sur del área de estudio, coincidente con el período en que se realizó la investigación. El stock evaluado de merluza de tres aletas presentó una distribución altamente agregada, representada por un índice de Gini de 0,98.

Los resultados muestran que la merluza de tres aletas se distribuyó asociada al borde de la plataforma y talud continental, con una biomasa estimada en 83.886 toneladas con un intervalo de confianza que abarca entre 56.322 y 111.451



toneladas. La composición por sexo de la biomasa comprendió un 44% de machos (36.942 t) y 56% de hembras (46.945 t).

La abundancia de merluza de tres aletas se estimó en 117.052.899 ejemplares, de los cuales 57.710.582 correspondieron a machos (49,3%) y 59.342.316 a hembras (50,7%). La fracción parental (≥ 36 cm) alcanzó un total de 116.753.635 individuos estando compuesto en un 99,7% y 99,8% por machos y hembras respectivamente.

La estructura de talla del stock de merluza de tres aletas estuvo constituida principalmente por ejemplares adultos, con un aumento de la presencia de ejemplares entre 35 y 49 cm, manteniéndose relativamente estable una moda centrada entre 50 y 60 cm, al igual que lo observado durante los cruceros efectuados en el período 2001-2003. Esta moda corresponde a la fracción adulta migratoria que llega al área a desovar, pero cuya distribución espacial presenta variaciones entre años, así, el año 2004 la fracción adulta migratoria se localizó principalmente en un área reducida hacia el sur del área de estudio; situación diferente respecto del año 2003, en que se ubicó al norte del área de estudio y de los años 2001 y 2002, cuando la fracción migratoria fue localizada en el centro del área de estudio.

El stock de merluza de tres aletas evaluado, presentó una estructura etárea comprendida entre los 2 y 20 años, compuesto principalmente por los GE IV a XVIII, los que constituyen el 96% de la abundancia del stock. Dentro de esta fracción el de mayor aporte corresponde al GE VI.

El análisis microscópico y macroscópico (IGS), indicó que la merluza tres aletas durante agosto se encontraba en pleno proceso reproductivo, con una baja significativa en septiembre.



La fecundidad total fluctuó de 76.676 a 1.573.646 ovocitos, con un promedio de 615.362 ovocitos (d.e. 345.827). La fecundidad relativa promedio fue de 639 ovocitos por gramo de peso corporal (d.e. 208), con un mínimo de 141 y un máximo de 1.159 ovocitos.

La captura obtenida durante el estudio, estuvo compuesta en un 52,82 % de merluza de cola, 39,62 % de merluza de tres aletas, 3,94% de reineta y 3,47 % de merluza del sur, contribuyendo estos cuatro recursos con el 99,85% de la captura total, mientras que la fracción restante estuvo compuesta por jibia (*Dosidicus gigas*), brótula (*Salilota australis*), jurel (*Trachurus murphyi*) y cojinoba azul (*Seriolela punctata*) alcanzando estas especies en conjunto un 0,15% de la captura.

Las agregaciones de merluza de tres aletas presentaron una relación significativa entre su morfometría y densidad, observándose agregaciones de alta densidad, no registrándose diferencias morfométricas significativas en sentido latitudinal.

La dieta principal de merluza de tres aletas fue *Euphausia vallentini* (94,4% IRI); seguido de peces pequeños luminiscentes (*Maurolicus sp.* 3,39% IRI). Estos antecedentes, más los registrados en los cruceros de investigación de los años 2001, 2002 y 2003, caracterizan a merluza de tres aletas como planctófaga tipo carcinófaga, seguido de características ictiófaga; y que, en particular, durante el año 2004 registró una estrategia alimentaria especialista con eufáusido como presa dominante.



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
1. OBJETIVO GENERAL.....	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
3. ANTECEDENTES	2
4. METODOLOGÍA	9
4.1 Área y período de estudio	9
4.2 Equipos	9
4.2.1 Embarcación.....	9
4.2.2 Sistema de ecointegración	10
4.2.3 Redes de pesca.....	11
4.3 Determinar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock desovante de merluza de tres aletas en el área de estudio	12
4.3.1 Diseño de muestreo	12
4.3.2 Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas.....	13
4.3.3 Información acústica	13
4.3.4 Estimación del coeficiente de ecointegración.....	14
4.3.5 Estimación de la biomasa de merluza de tres aletas y su varianza..	15
4.3.6 Estimación de la abundancia (número)	17
4.3.7 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas	18
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	21
4.4.1 Muestreo a bordo	21
4.4.2 Composición de tallas y proporción sexual	22
4.4.3 Estimación de la abundancia por grupo de edad	23
4.4.4 Estimación de pesos promedios por grupo de edad	26



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.....	27
4.5.1	Trabajo a bordo	27
4.5.2	Procesamiento de muestras.....	28
4.6	Determinar la importancia relativa de la fauna acompa1ante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas	34
4.6.1	Procedimiento de muestreo	34
4.6.2	An3lisis de los datos.....	35
4.7	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas en zona de estudio.....	36
4.7.1	Descriptoros morfol3gicos y batim3tricos.....	37
4.7.2	An3lisis de los datos	38
4.8	Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios de merluza de tres aletas en el 3rea de estudio	40
5.	RESULTADOS.....	45
5.1	Calibraci3n del sistema de ecointegraci3n.....	45
5.1.1	Comportamiento de la red de arrastre	45
5.2	Determinar la biomasa, abundancia y la distribuci3n del stock desovante en el 3rea de estudio	45
5.2.1	Biomasa y abundancia	45
5.2.2	Distribuci3n espacial del stock de merluza de tres aletas.....	46
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	48
5.3.1	Composici3n de tallas y proporci3n sexual	48
5.3.2	Estructura de edades del stock	53
5.4	Determinar el 3ndice gonadosom3tico, estadios de madurez macrosc3picos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de tres aletas a partir de los lances de identificaci3n.....	57
5.4.1	3ndice gonadosom3tico	57
5.4.2	An3lisis macrosc3pico.....	58
5.4.3	An3lisis microsc3pico.....	59
5.4.4	Ojiva de madurez	61
5.4.5	Fecundidad	62



5.5	Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante de la pesquería de tres aletas, a partir de los lances de pesca de identificación	63
5.6	Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas.....	65
5.6.1	Resultados análisis componentes principales.....	65
5.6.2	Resultados generales agregaciones merluza de tres aletas.....	68
5.7	Determinar la composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio	72
5.8	Taller de difusión y discusión metodológica.....	76
5.8.1	Presentación del proyecto.....	77
5.8.2	Panel de discusión	77
5.8.3	Asistentes al taller	81
6.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	82
7.	CONCLUSIONES	92
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS

- Anexo 1.** Taller de difusión, merluza de tres aletas, 2004-08.
- Anexo 2.** Personal participante por actividad y objetivo específico.
- Anexo 3.** Datos básicos de fecundidad de merluza de tres aletas, (agosto septiembre 2004).
- Anexo 4.** Base de Datos Fase II.
- Anexo 5.** Informe Final Corregido FIP 2004-08 (archivo digital PDF).



INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Rendimientos mensuales (t/h) de merluza de tres aletas. (1993-2003) zona sur exterior (47°S-57°S).
- Tabla 2. Calibración del sistema de eointegración Simrad Ek500. B/C “Abate Molina”
- Tabla 3. Relación TS- Longitud, área prospectada, estimados de biomasa, varianza y límites de confianza de merluza de tres aletas (Cb=0,16/mn²/Sa y Cb=0,22/mn²/Sa respectivamente).
- Tabla 4. Parámetros de la relación longitud-peso de merluza de tres aletas, años 2002-2004.
- Tabla 5. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos. Septiembre del 2004.
- Tabla 6. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras. Septiembre del 2004.
- Tabla 7. Posición y composición por especie de los lances efectuados por el Abate Molina en el área y período de estudio.
- Tabla 8. Estadística básica de la talla de merluza de tres aletas por área y rango de profundidad (promedio relinga superior). B/C “Abate Molina” (septiembre 2004).
- Tabla 9. Número de individuos muestreados por lance según tipo de muestreo.
- Tabla 10. Abundancia por grupos de edad y desviación estándar, merluza de tres aletas, crucero de evaluación 2004.
- Tabla 11. Proporción de captura (%) obtenida en los lances de pesca de identificación
- Tabla 12. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas.
- Tabla 13. Matriz de correlaciones entre las variables originales.



- Tabla 14. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales.
- Tabla 15. Matriz de correlación de las variables originales con los componentes principales.
- Tabla 16. Valores promedio, Desv. Estandar y coeficiente de variación de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza de tres aletas, según latitud.
- Tabla 17. Valores críticos y calculados test F un factor para comparación de valores medios de los descriptores por latitud (datos normalizados).
- Tabla 18. Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas analizados. B/C A. Molina (septiembre 2004).
- Tabla 19. Indicadores del contenido estomacal de merluza de tres aletas por área y total. B/C A. Molina (septiembre 2004).
- Tabla 20. Índice de Importancia Relativa (IRI, %) de merluza de tres aletas por área y total. B/C A. Molina (septiembre 2004).
- Tabla 21. Índice de Importancia Relativa (IRI, %) de merluza de tres aletas para los cuatro cruceros de investigación entre 2001 y 2004.
- Tabla 22. Frecuencia de estados de digestión (%) de *Euphausia vallentini* según la hora del día en estómagos de merluza de tres aletas.. B/C A. Molina (septiembre 2004).
- Tabla 23. Indicador coeficiente dietario de Hureau (Q%) en la dieta de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (septiembre 2004).
- Tabla 24. Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas proveniente del crucero comercial. B/F Unionsur (agosto 2004).
- Tabla 25. Indicadores del contenido estomacal de merluza de tres aletas proveniente del crucero comercial. B/F Unionsur (agosto 2004).
- Tabla 26. Valores de los descriptores de merluza de tres aletas 2003-2004.



INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Localización de las transectas de muestreo hidroacústico y lances de pesca de identificación. Septiembre del 2004.
- Figura 2. Plano de red de arrastre de mediagua utilizada en los lances de pesca de identificación.
- Figura 3. Ecogramas crucero hidroacústico 2004 a) Distribución en sentido longitudinal (norte-sur), b) Distribución en sentido latitudinal (este-oeste).
- Figura 4. Distribución espacial de la densidad de merluza de tres aletas. Septiembre del 2004.
- Figura 5. Variograma y parámetros obtenidos para merluza de tres aletas
- Figura 6. Distribución de lances efectuados por buque industrial orientado a la captura de merluza de tres aletas durante las fechas de ejecución del crucero.
- Figura 7. Distribución batimétrica de la merluza de tres aletas. Septiembre del 2004.
- Figura 8. Curvas de Lorenz estimadas para los años 2001-2004.
- Figura 9. Distribución de talla de la captura de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por área de pesca y sexo. B/C “Abate Molina” (septiembre 2004).
- Figura 10. Distribución de talla de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por área y rango de profundidad. B/C “Abate Molina” (septiembre 2004).
- Figura 11. Distribución de talla de merluza de tres aletas registrada para el crucero B/C “Abate Molina” (septiembre 2004) y la flota arrastrera fábrica (agosto 2004).
- Figura 12. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por sexo para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003 y 2004 (B/F “Unzen Maru” agosto-septiembre 2001; B/F “Unzen Maru” julio 2002; B/C “Abate Molina” agosto 2003 y B/C “Abate Molina” septiembre 2004, respectivamente).

- Figura 13. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por área para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003 y 2004 (B/F “Unzen Maru” agosto-septiembre 2001; B/F “Unzen Maru” julio 2002; B/C “Abate Molina” agosto 2003 y B/C “Abate Molina” septiembre 2004, respectivamente).
- Figura 14. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por profundidad para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003 y 2004 (B/F “Unzen Maru” agosto-septiembre 2001; B/F “Unzen Maru” julio 2002; B/C “Abate Molina” agosto 2003 y B/C “Abate Molina” septiembre 2004, respectivamente).
- Figura 15. Distribución relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas para el lance N° 3 y área total del crucero merluza de tres aletas, y los lances de identificación con captura de merluza de tres aletas durante el crucero de merluza del sur y merluza de cola, septiembre y agosto del 2004 (respectivamente). B/C “Abate Molina”.
- Figura 16. a) Distribución de frecuencia de tallas observadas en el muestreo de longitudes *versus* las muestras colectadas para el estudio de edad, para machos y hembras crucero 2004. b) Frecuencia ponderada por sexo y por clase de talla, crucero 2004.
- Figura 17. Dispersión de los datos peso-longitud para merluza de tres aletas y curva ajustada. Crucero de Investigación 2003 y 2004.
- Figura 18. Comparación de las funciones peso-longitud estimadas por sexo y representación de los parámetros a y b de esta relación en el período 2002-2004.
- Figura 19. Estructura de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas. Período 2001-2004. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigación.
- Figura 20. Longitudes promedio estimadas, GE I a V para merluza de tres aletas en la pesquería industrial y en los cruceros de investigación del stock parental.
- Figura 21. Longitudes promedio estimadas, GE VI a X para merluza de tres aletas en la pesquería industrial y en los cruceros de investigación del stock parental.



- Figura 22. Longitudes promedio estimadas, GE XI a XV para merluza de tres aletas en la pesquería industrial y en los cruceros de investigaci3n del stock parental.
- Figura 23. Longitudes promedio estimadas, GE XVI a XX para merluza de tres aletas en la pesquería industrial y en los cruceros de investigaci3n del stock parental.
- Figura 24. Evoluci3n diaria del índice gonadosomático en la merluza de tres aletas, recolectadas del 15 de agosto al 14 de septiembre de 2004.
- Figura 25. Incidencia de estadios de madurez macrosc3picos en merluza de tres aletas, recolectadas del 15 de agosto al 14 de septiembre de 2004.
- Figura 26. Distribuci3n de frecuencia porcentual de diámetros de ovocitos y apariencia histomorfol3gica de ovarios de merluza de tres aletas en distinto grado de madurez (EMS I: Inmaduro; EMS III: Desarrollo Tardío; EMS IV: Hidratado y En desove; EMS V: desove parcial y EMS VI: Desovada).
- Figura 27. Incidencia de estadios de madurez microsc3picos en hembras de merluza de tres aletas, recolectadas del 15 de agosto al 14 de septiembre de 2004.
- Figura 28. Evoluci3n diaria de frecuencia de EMS microsc3picos en hembras de m. tres aletas, entre el 15 de agosto y 14 de septiembre de 2004.
- Figura 29. Frecuencia de estadios de madurez microsc3picos por grupo de longitud de merluza de tres aletas.
- Figura 30. Valor promedio del índice gonadosomático más la desviaci3n estándar para cada EMS microsc3pico (EMS II: sin datos).
- Figura 31. Ojiva de madurez sexual para hembras de merluza de tres aletas, recolectadas durante los cruceros de evaluaci3n hidroacústica efectuados durante los años 2001 al 2004.
- Figura 32. Relaci3n entre el tamaño y la fecundidad total en la merluza de tres aletas.
- Figura 33. Relaci3n entre el peso corporal y la fecundidad total en la merluza de tres aletas



- Figura 34. Proporción de captura obtenida en los lances de pesca de identificación
- Figura 35. Distribución latitudinal de la composición de captura obtenida en los lances de pesca de identificación.
- Figura 36. Distribución por profundidad de la proporción de captura
- Figura 37. Proporción de captura de las principales especies capturadas en los cruceros de investigación (2001 -2004).
- Figura 38. Frecuencia de ocurrencia de las especies capturadas en los lances de pesca de identificación
- Figura 39. Distribución de los lances con captura y sin captura en latitud y profundidad para las principales especies capturadas en los lances de pesca de identificación.
- Figura 40. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.
- Figura 41. Correlación de las variables originales con los dos componentes.
- Figura 42. Regresión potencial entre el componente morfométrico y energía retrodispersada (S_a).
- Figura 43. Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor Largo de agregaciones
- Figura 44. Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor Alto de agregaciones
- Figura 45. Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor Elongación
- Figura 46. Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor Perímetro de agregaciones
- Figura 47. Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor Area de agregaciones
- Figura 48. Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor Dimensión fractal



- Figura 49. Distribución de frecuencia y datos normalizados del descriptor Profundidad de agregaciones.
- Figura 50. Distribución de frecuencia y datos normalizados de la profundidad del fondo.
- Figura 51. Distribución de frecuencia del descriptor Índice de altura.
- Figura 52. Largo promedio e intervalo de confianza según latitud.
- Figura 53. Altura promedio e intervalo de confianza según latitud
- Figura 54. Elongación promedio e intervalo de confianza según latitud
- Figura 55. Perímetro promedio e intervalo de confianza según latitud
- Figura 56. Área promedio e intervalo de confianza según latitud
- Figura 57. Dimensión fractal promedio e intervalo de confianza según latitud
- Figura 58. Profundidad promedio e intervalo de confianza según latitud
- Figura 59. Profundidad del fondo e intervalo de confianza según latitud
- Figura 60. Índice altura promedio del fondo e intervalo de confianza según latitud
- Figura 61. Distribución del Indicador de abundancia específica (P_i) versus el indicador de frecuencia (%) de la dieta de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (septiembre 2004).
- Figura 62. Distribución del indicador numérico, frecuencia y gravimétrico (x, y, z, respectivamente) de la dieta de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (septiembre 2004).
- Figura 63. Distribución de la longitud total de ejemplares de *Maurolicus sp.* en la dieta de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (septiembre 2004).
- Figura 64. Estimados de biomasa y abundancia par merluza de tres aletas, años 2001-2004.



ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Taller de difusión de merluza de tres aletas, 2004-08
- Anexo 2. Personal participante por actividad y objetivo específico.
- Anexo 3. Datos básicos de fecundidad de merluza de tres aletas, (agosto - septiembre 2004).
- Anexo 4. Base de Datos
- Anexo 5. Informe Final Corregido FIP 2004-08 (archivo digital PDF).



1. OBJETIVO GENERAL

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

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

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



3. ANTECEDENTES

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

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

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



En lo que respecta a su proceso reproductivo, la merluza de tres aletas presenta un desarrollo ovárico de tipo sincrónico, con un solo grupo modal de ovocitos que maduran para ser desovados en tandas sucesivas en corto tiempo (450 -1.125 micras), sin que se registre un proceso continuo de reclutamiento desde el stock de ovocitos maduros en reserva, características que la identifican como un desovador parcial con fecundidad anual determinada (Lillo *et al.*, 2002). 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 (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). A este respecto, los datos recolectados señalan que en promedio la mayor actividad reproductiva se localiza en el bimestre agosto-septiembre, con sobre el 50% de las hembras en proceso de desove activo. En cambio, en septiembre el 73% mostraba gónadas en regresión y hacia octubre y noviembre, junto a los ejemplares con gónadas en regresión se observaron hembras inmaduras, pero ninguna en proceso de desove. En el Atlántico suroccidental, el desove anual se produce entre agosto y septiembre, prolongándose ocasionalmente hasta noviembre (Sánchez *et al.*, 1986).

La talla media de madurez sexual ($L_{50\%}$) de hembras en el Pacífico suroriental ha sido estimada en 38,4 cm (Balbontín y Lillo, 1999) y en 36 cm por Córdova *et al.* (2003). Sánchez *et al.* (1986) estimaron para el Atlántico Sudoccidental, la talla media de madurez en 35,4 cm para machos y 38,01 cm para hembras, mientras que Macchi y Pájaro (1996) 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 200 mil toneladas en el Pacífico suroriental, sugieren que este recurso es un componente importante en el ecosistema demersal sur austral, por una parte como consumidor de zooplancton y por otro como integrante de la dieta de otras especies demersales o cetáceos. Con respecto a lo anterior, Pool *et al.* (1997) señalan que la merluza de tres aletas forma parte de la dieta de la merluza del sur y congrio dorado al sur de la latitud 47°S.

En Chile, la explotación comercial de la merluza de tres aletas se inicia con el desarrollo a mediados de la década del 70 de la pesquería demersal sur austral, orientada a la captura de merluza del sur y congrio dorado, y donde la merluza de tres aletas formaba parte de su fauna acompañante. En el período 1981-1992, los desembarques de merluza de tres aletas variaron entre 2.000 y 5.000 toneladas anuales, obteniéndose las mayores capturas durante el tercer trimestre (Sernapesca, 1990, 1998), sin embargo a partir de 1993 y conjuntamente con el inicio de proyectos de pesca de investigación orientadas al desarrollo de su pesquería, las capturas se han elevado a niveles que han fluctuado entre 20 y 24 mil toneladas (Sernapesca, 2002), las que se efectúan mayoritariamente en el área y período de desove de esta especie.

En el Atlántico suroccidental, los desembarques de merluza de tres aletas se incrementan a partir de 1978 para alcanzar en 1983 un primer pico situado en las 258 mil toneladas. Posteriormente y hasta 1988 los desembarques disminuyeron y se estabilizaron entorno a las 100 mil toneladas/año. A partir de 1989 los desembarques experimentaron un nuevo crecimiento alcanzando un segundo pico en 1990 (193 mil t), fluctuando los desembarques durante la década pasada entre 100 y 150 mil toneladas. Sin embargo, durante los últimos años se ha detectado una disminución en la biomasa de este recurso reflejada en una disminución en la captura por unidad de esfuerzo, proporción de juveniles, además de una



contracción en su área de distribución como de desove (Redes, 1998). Estableciéndose una cuota de captura de 55 mil toneladas para el año 2003.

Aunque la merluza de tres aletas está presente durante todo el año, se han observado fuertes variaciones en su distribución y rendimientos de pesca. Giakoni (1992), señala la ausencia en diciembre de merluza de tres aletas al norte de la latitud 52°00'S, mientras Lillo y Paillamán (1996), Córdova y Céspedes (1997) y Lillo y Céspedes (1998), señalan variaciones estacionales en la distribución de la merluza de tres aletas estimada a partir de las áreas de operación de un buque en actividades de Pesca de Investigación, con un límite septentrional localizado al norte de la latitud 47°00'S en invierno y 52°00'S en verano.

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

En este escenario, las variaciones estacionales en la distribución y biomasa de la merluza de tres aletas, que son dependientes de la fase de desarrollo del proceso migratorio, ejercen una clara influencia sobre los rendimientos de pesca del recurso objetivo. Al respecto, Giakoni (1992) estimó para la primera quincena de diciembre de 1992 rendimientos promedios de merluza de tres aletas de 3,2 t·h⁻¹,



mientras Lillo y Paillamán (1996) estimaron para el período diciembre de 1994 a abril de 1995 rendimientos de pesca que fluctuaron entre 0,7 y 4,5 t*h⁻¹. En el período julio-noviembre los rendimientos de pesca han presentado un fuerte aumento, fluctuando desde 8 t/h (noviembre de 1998 y 2000) a 137 t/h (julio de 1997), mientras que en el resto de los años los valores máximos promedios han fluctuado entre 43 y 81 t/h. Un elemento común, lo constituye la baja en los rendimientos de pesca en el período octubre y noviembre, (Lillo *et al.*, 1993, Córdova y Céspedes, 1997 y Lillo y Céspedes, 1998; Céspedes *et al.*, 2003) (**Tabla 1**).

En lo relativo a la biomasa de la merluza de tres aletas, dos evaluaciones directas realizadas mediante métodos acústicos el año 1993 para la zona comprendida entre las latitudes 47°S a 57°S, señalan valores de 186 mil toneladas en junio y 66 mil toneladas en noviembre, es decir, una disminución de la biomasa del 65% entre ambos períodos, hecho también atribuido al proceso migratorio del recurso (Lillo *et al.*, 1993). Las evaluaciones directas mediante métodos acústicos durante el período reproductivo realizados durante 2001 y 2002, han resultado en biomاسas en torno a las 200 mil toneladas, mientras que el año 2003 bordeó las 180 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 (~46-60 cm) este contenida una gran variedad de edades, dentro de las cuales aparecen algunas clases anuales fuertes que permiten ser seguidas claramente de un año a otro (Lillo *et al.*, 2003).

La presencia de un gran número de edades ha sido también observada en algunos sectores de su distribución en Nueva Zelanda (Russello; 1994, 1995),



aunque en otros se encontraron fracciones del stock segregados por talla y edad (Spak, 1975).

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

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



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

Esta pesquería declarada en régimen de plena explotación, se encuentra bajo la medida de administración llamada Límite Máximo de Captura por Armador (LMCA), requiriéndose en consecuencia de antecedentes que permitan establecer los niveles de capturas totales permisibles o biológicamente aceptables. En este contexto, en la conveniencia de mantener una línea de investigación de la biomasa del stock desovante del recurso, el Consejo de Investigación Pesquera incluyó un proyecto de evaluación directa de la merluza de tres aletas en el programa de investigaciones correspondiente al año 2004, del que se presenta su informe final consolidado.



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 agosto y septiembre (Lillo *et al.*, 1999).

El crucero de prospección se efectuó en el período comprendido desde el 2 al 14 de septiembre, en el área de la plataforma y talud continental comprendido entre las latitudes 47°S y 51°S (**Figura 1**).

4.2 Equipos

4.2.1. Embarcación

Para el desarrollo del estudio, se contó con la participación del B/C “Abate Molina” nave que efectuó las tareas de prospección acústica y lances de identificación. Esta nave de investigación del tipo arrastrero por popa, tiene una eslora de 43,6 metros y está equipado con un sistema acústico de evaluación y redes de arrastre de mediagua y fondo.

4.2.2. Sistema de ecointegración

El B/C “Abate Molina” cuenta con un sistema de ecointegración marca Simrad modelo EK 500, conectado a un transductor también marca Simrad modelo ES de 38 Khz de frecuencia. Además se respalda y trabaja la información en archivos magnéticos obtenidos mediante el uso del software SonarData Echoview®

El sistema de ecointegración, fue calibrado de acuerdo al procedimiento propuesto por Foote *et al.* (1987) y recomendado por el fabricante (Simrad, 1991). Este consiste en ubicar en el eje del haz acústico una esfera de cobre de 60 mm de diámetro de fuerza de blanco conocida ($TS_{(esf)} = -33,6$ dB re 1 m²).

La estimación de la ganancia en modo TS ($TS_{(gain)}$), se efectúa mediante un proceso iterativo, donde se estima la semidiferencia entre el valor de la respuesta acústica del blanco estándar ($TS_{(medido)}$) y el valor de referencia ($TS_{(esf)}$) y se aplica como factor de corrección 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 ecointegración ($SV_{(gain)}$), se efectúa también mediante la aplicación de un factor de corrección a la ganancia actual de integración ($SV_{(gain)}(0)$). Este factor se calcula como la razón logarítmica entre la integración medida del blanco estándar ($S_A(medido)$) y su integración teórica ($S_A(esf)$) mediante el siguiente procedimiento iterativo:

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

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

donde:

- σ_{bs} = secci3n dispersante de la esfera.
- σ_{bs} = $10^{TS(\text{esf})/10}$
- r = profundidad de la esfera (m)
- Ψ = 3ngulo equivalente del haz ac3stico
- $S_{A(\text{esf})}$ = integraci3n te3rica del blanco est3ndar
- $S_{A(\text{medido})}$ = integraci3n medida del blanco est3ndar
- $SV_{(gain)}$ = ganancia en modo de integraci3n ajustada
- $SV_{(gain)}(0)$ = ganancia en modo de integraci3n a corregir.

El 3ngulo equivalente es una medida del patr3n del haz ac3stico, tambi3n llamado 3ngulo de reverberaci3n del transductor, corresponde al 3ngulo que producir3a la misma ecointegraci3n que el transductor, cuando los blancos est3n aleatoriamente distribuidos en el haz (MacLennan y Simmonds, 1992).

4.2.3. Redes de pesca

Los lances de pesca de identificaci3n, fueron realizados con una red de arrastre de mediagua marca Motueka (**Figura 2**) de construcci3n Neoceland3s de 119 metros de relinga, con un desarrollo en altura vertical que fluctu3 entre los 25 y 32 metros.



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

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

4.3.1. Diseño de muestreo

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

Teniendo en cuenta que durante el período y área del estudio, los antecedentes indicaban que la concentración reproductiva del recurso presentaba una estrecha distribución longitudinal, se efectuó de acuerdo a lo propuesto en la oferta técnica, un muestreo de tipo sistemático con transectas de muestreo equidistantes y perpendiculares al sentido general de la costa, lo que permite disminuir la varianza del estimador cuando los datos presentan un gradiente de densidad en el sentido



de las transectas, como también, obtener información adecuada sobre la distribución espacial de los recursos (MacLennan and Simmonds, 1992).

Durante el crucero se realizaron 49 transectas con una separación entre ellas de cinco millas náuticas, que cubrieron longitudinalmente desde el veril de los cien a 1000 metros de profundidad (**Figura 1**).

4.3.2. Identificación de ecotrazos de merluza de tres aletas

La identificación de los ecotrazos correspondientes a la merluza de tres aletas, se realizó mediante la inspección de los ecogramas, conjuntamente con los datos provenientes de los lances de pesca de identificación.

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

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

Durante el crucero se efectuaron 17 lances de pesca orientados a la identificación de ecotrazos, cuyo despliegue espacial se entrega en la **Figura 1**.

4.3.3 Información acústica.

La prospección acústica se llevó a cabo en forma continua durante la navegación, discretizando la información en Intervalos Básicos de Muestreo (I.B.M.) de 0,5 mn. (Barbieri **et al**, 1998). La información acústica está representada por el valor de densidad promedio detectada en cada I.B.M. a lo largo de la transecta, expresado en

energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada (Sa) y los valores de intensidad de blanco (TS), detectados dentro de los límites de integraci3n de las I.B.M.'s.

4.3.4 Estimaci3n del coeficiente de ecointegraci3n

La constante de ecointegraci3n \hat{C}_b se estim3 mediante la ecuaci3n propuesta por Bodholt (1991):

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

donde:

\hat{C}_b = constante de ecointegraci3n ($t^*mn^{-2} * Sa^{-1}$ ref. 1 Sa)

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

TS = fuerza de blanco promedio de la merluza de tres aletas (dB)

Sa = unidades de ecointegraci3n

La relaci3n utilizada para estimar la fuerza de blanco (TS) fue la seálada por (Lillo *et al.*, 1996) para *Merluccius gayi* de $\overline{TS} = 20 * \log(talla) - 68,5$ (dB), utilizándose además la relaci3n de $\overline{TS} = 21,7 * \log(talla) - 72,8$ (dB) que es empleada en las evaluaciones de *Micromesistius poutassou* (Monstad *et al.*, 1992), y de *Micromesistius australis* en Nueva Zelandia (Hanchet, 2000) y Argentina (Madirolas *et al.*, 1997).

El análisis de los datos recolectados en lances (3 y 4) con captura de merluza de tres aletas sobre el 90%, muestra una distribuci3n del recurso que no es la óptima

para la detección de blancos individuales, por cuanto el recurso se presentó de preferencia en agregaciones tipo estrato (**Figura 3**). Esta característica particular del recurso no cumple con las condiciones establecidas como recomendable para mediciones de TS (ICES, 1999, 2001), es decir, que los peces deben estar lo suficientemente separados para medir blancos individuales, buenas condiciones de mar, peces accesibles al arte de pesca y un intervalo estrecho de distribución de tallas, a fin de diferenciar grupos de especies o de tallas. Luego, de lo señalado anteriormente sólo se cumplió en gran medida con la accesibilidad al arte de pesca.

4.3.5. Estimación de la biomasa de merluza de tres aletas y su varianza

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

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

donde \hat{Z}_v^* es un estimador de la densidad media ponderada de las muestras, que en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular y poseen igual área de influencia, el estimador de Z^*_v se puede estimar como la media aritmética de los datos de Sa (Z_x) por intervalo básico de muestreo, los que en este caso correspondieron a 0,5 mn.

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

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

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

Por su parte la varianza de la biomasa se estim3 como:

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

La varianza proveniente de la distribuci3n espacial del recurso ($\hat{V}(\hat{Z}_v^*)$), se estim3 mediante el m3todo propuesto por Petitgas (1991), quien aplica los principios de variables regionalizadas 3 geoestadística, a la estimaci3n de la varianza de datos pesqueros geogr3ficamente correlacionados, mediante la expresi3n:

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

donde los t3rminos de la ecuaci3n se pueden representar por medio de sus respectivos variogramas ($\gamma(h)$) como:

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

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

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

siendo V el 3rea de distribuci3n del recurso en el 3rea de estudio, α y β los 3ndices de los intervalos b3sicos de muestreo y n el n3mero de muestras en V.

La varianza $\hat{V}(Z_v^*)$ depende entonces de la estructura espacial a trav3s de tres factores geom3tricos: la geometría del campo para $\bar{\gamma}(V,V)$; de la disposici3n



entre los intervalos básicos de muestreo para $\bar{\gamma} (S, S)$ y de la posición de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma} (S, V)$ (Petitgas y Prampart, 1993).

Para la obtención de los estimadores geoestadísticos, se utilizaron el programa computacional EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).

4.3.6. Estimación de la abundancia (número)

El procedimiento utilizado, corresponde al que habitualmente se emplea en las evaluaciones indirectas que se realizan mediante el método de análisis secuencial de poblaciones (ASP) (Payá, 1997) y al empleado en las evaluaciones directas (Córdova *et al.*, 2003).

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

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

$$W_j = f_j a L_j^b$$

donde:

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



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

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

donde:

N_t = Número total de individuos presente en la zona.

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

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

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

4.3.7. Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas

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

En el mapeo de las densidades de la merluza de tres aletas, se consideraron aspectos relacionadas con la técnica geoestadística, (uso de los semivariogramas) herramienta analítica que permite determinar la existencia de estructuras espaciales tales como: tamaño, dirección y tipo de estructura (Anónimo, 1991; Pelletier y Parma, 1994; Maynou *et al.*, 1998). Los datos, son interpretados como una representación muestral de un proceso aleatorio dentro del área de estudio, a través de un

variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales como función de su distancia h , definida mediante la ecuación:

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

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

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

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

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

Modelo esférico:

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

Modelo exponencial:

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

Donde, c_0 corresponde a la variabilidad de microescala, c_s , c_e representan la varianza estructural de los respectivos modelos de variogramas y a_s , a_e los rangos o distancias hasta la cual los datos presentan 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 como (Bez y Fernandes, 2002):

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

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

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

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

4.4. Estimar la 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

4.4.1. Muestreo a bordo

La estimaci3n de la estructura de tallas y la proporci3n sexual de merluza de tres aletas fue realizada a partir de los muestreos biol3gicos provenientes de las capturas



de los lances de pesca efectuados para la identificación de ecotrazos a bordo del B/C “Abate Molina”. Estos muestreos biológicos consistieron en un muestreo al azar de los ejemplares capturados de la especie. En los casos que las capturas fueron escasas, se censó toda la captura. Esta actividad de muestreo biológico consistió básicamente en registrar los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posición, profundidad y captura), y los datos del muestreo biológico, como: talla, sexo, estado de madurez sexual macroscópico (según escala de madurez sexual, IFOP, 1985), extracción de otolitos almacenados en sobres, y recolección de estómagos y gónadas, los cuales fueron almacenados (en una solución formaldehído al 10%), para posterior análisis en laboratorio.

4.4.2. Composición de tallas y proporción sexual

El análisis de los datos de tallas y proporción sexual fue tratado de forma georreferencial, en sentido latitudinal y profundidad, según los mismos estratos espaciales empleados en proyectos similares de evaluación hidroacústica en la especie efectuados por Lillo et al, 2002; Cordova et al, 2003 y Lillo et al, 2004.

Para la estimación de la composición de longitud por área de estudio se empleó una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca, empleando como factor de ponderación los valores de capturas, correspondientes a cada uno de los lances. Las distribuciones de tallas obtenidas fueron representadas de forma gráfica, y apoyados también con distribuciones de tallas acumuladas.

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

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



$$C = \sum_{j=1}^j C_j \quad ; \quad \hat{P}_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j}$$

donde:

- j = Lance $j = 1, 2, 3, \dots, j$
- k = Clase de talla $k = 1, 2, 3, \dots, k$
- C_j = Captura (en número o en peso) del lance j
- n_j = Muestra de longitud (ejemplares) en el lance j
- n_{jk} = Ejemplares de longitud k en la muestra del lance j

La proporción sexual en merluza de tres aletas fue estimada empleando como factor de ponderación los valores de capturas y basada en la participación de los sexos en los muestreos de longitud. Esta información fue analizada en el mismo sentido espacial efectuada para las estimaciones de distribuciones de tallas.

4.4.3. Estimación de la abundancia por grupo de edad

Para la determinación de edad se dedicó 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 análisis y relecturas de muestras a fin de asegurar que los criterios de discriminación de anillos de crecimiento, tanto secundarios como de características anuales, se mantenga en el tiempo y a través de los diferentes estudios.



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

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

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

donde:

i = grupo de edad

j = longitud total del pez

q_{ij} = probabilidad de los individuos de longitud "j" de pertenecer a un GE dado

n_{ij} = número de individuos de edad "i" con longitud "j"

n_j = número total de individuos de longitud j.



4.4.3.2. Asignación de la abundancia por grupo de edad

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

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

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

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

donde:

N_j = número estimado de individuos a la longitud "j"

N_{ij} = número estimado de longitud "j" que pertenecen a la edad "i"

N_i = número estimado de individuos a la edad "i".

Haciendo referencia de N_{ij} con respecto a N_i , se obtiene la proporción con que participa cada GE en la captura.

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

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



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

Puede estimarse su varianza (Southward, 1976) mediante:

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

donde:

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

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

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

4.4.4. Estimación de pesos promedios por grupos de edad

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

Pienaar & Ricker, 1968 y posteriormente Nielsen & Schoch, 1980, abordaron este tema presentando métodos que permiten corregir en forma significativa este sesgo. Ambos métodos, en lo que se ha comprobado, entregan resultados muy



similares por lo que se opta en este estudio por desarrollar las correcciones bajo la metodología de Pienaar & Ricker (1968).

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

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

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

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

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

4.5.1 Trabajo a bordo

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



proporción de estadios de madurez, el índice gonadosomático, además de la fecundidad y la ojiva de madurez.

En cada lance de identificación con captura de merluza de tres aletas se realizó un muestreo al azar de 30 ejemplares, atendiendo al comportamiento que presenta el índice de error en la proporción de estados de madurez, donde un incremento de este número al interior del lance no contribuye a un aumento significativo de la precisión de la estimación, registrándose un total de 793 ejemplares muestreados.

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

4.5.2 Procesamiento de muestras.

4.5.2.1 Estadio de madurez sexual (EMS)

Las lecturas macroscópicas de la madurez sexual, asignadas durante el procesamiento biológico a bordo, se corroboraron en el laboratorio mediante un

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

4.5.2.1.1 Estimación de Estadios de Madurez en la captura

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

Estimador de la proporción de estadios de madurez

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

donde,

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

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

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

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

4.5.2.2 Estimación del índice gonadosomático (IGS)

Se obtuvo el índice gonadosomático, como una proporción del desarrollo (peso) de la gónada (Wg) con respecto al peso corporal (W). El indicador elegido para dar cuenta de esta relación correspondió a un estimador de razón:

$$IGS = \frac{\sum_{j=1}^{n^*} Wg_j}{\sum_{j=1}^{n^*} W_j}$$

Estimador de la varianza del estimador IGS

$$\hat{V}(IGS) = \left(1 - \frac{n^*}{N^*}\right) \frac{1}{n^*} \frac{1}{\hat{W}^2} \frac{\sum_{j=1}^{n^*} (Wg_j - IGS \cdot W_j)^2}{n^* - 1}$$

donde,



$$\hat{W} = \frac{1}{n^*} \sum_{j=1}^{n^*} W_j$$

n^* , corresponde al n3mero de ejemplares muestreados.

Los resultados obtenidos se analizaron con un enfoque global para el per3odo de estudio y por d3a de colecta. La informaci3n generada permiti3 determinar la condici3n reproductiva de la poblaci3n parental de *M. australis*.

4.5.2.3 Estimaci3n de la ojiva de madurez

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

Considerando que un ejemplar puede estar maduro o inmaduro, los datos de madurez sexual poseen una distribuci3n binomial. Los datos fueron ajustados a un modelo log3stico de madurez mediante el m3todo de m3xima verosimilitud, ya que el tama3o 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 $\beta, \alpha_1, \alpha_2$ son los par3metros que representan la as3ntota, la posici3n y la pendiente, respectivamente. El par3metro β fue prefijado como igual a 1, bas3ndose en los antecedentes que indican que a medida que los ejemplares crecen, la fracci3n de individuos maduros se aproxima a 1.

La funci3n log de m3xima verosimilitud corresponde a:

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

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

4.5.2.4 Estimaci3n de la fecundidad

La fecundidad total se estim3 de acuerdo al m3todo gravim3trico descrito por Hunter y Goldberg (1980), Santander *et al.* (1984) y Hunter *et al.* (1985). Para este efecto se analizaron al menos 100 ejemplares para alcanzar un nivel de error del 10% en la estimaci3n de la fecundidad promedio (ver punto, Determinaci3n Tama1o de muestra). En el caso de la anchoveta de California, una muestra de 50 a 60 peces permite estimar la fecundidad con un coeficiente de variaci3n inferior a 0,05 (Hunter *et al.*, 1985).

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

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

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

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

donde la fecundidad promedio y su varianza corresponde a:

$$\hat{\bar{F}} = \frac{\sum_{j=1}^{n^*} \hat{F}_j}{n^*}$$

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

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



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

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

PG_j = Peso del ovario de la hembra j .

v = Número de submuestras del ovario

n^* = Número de hembras analizadas.

La estimación de la fecundidad media poblacional, representativa del total de la población de hembras maduras, requiere del ajuste de un modelo que explique los datos de la fecundidad total en función de un parámetro corporal (peso, talla). En merluza de tres aletas la relación entre la fecundidad modal con el peso corporal y la longitud total de las hembras se ha ajustado a un modelo de regresión lineal simple (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003 y Lillo *et al.*, 2004):

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

4.6 Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza de tres aletas.

4.6.1 Procedimiento de muestreo

Para los efectos de identificación de especies y muestreos biológicos, la unidad muestral fue el lance de pesca, obteniéndose en cada uno de ellos los datos de captura total y por especie, mediante el siguiente proceso:

- i) Depositada la captura en la cubierta, se separaron los ejemplares que correspondan a ***M. australis***.



- ii) El resto de la captura fue considerada como fauna acompañante y encajonada en cajas plásticas de 42 litros, las que fueron contadas y posteriormente pesadas en una balanza de 50 kilogramos.
- iii) En el caso de especies representadas por individuos grandes (merluza del sur, congrios, jibia, raya volantín y tollos) o aquellas escasamente representadas, éstas fueron separadas del resto de la fauna acompañante e identificados, contados y pesados, conjunta o individualmente.
- iv) Se registró la longitud total (u horquilla) en el caso de los peces.
- v) La captura en peso (y número de individuos) de cada especie por lance se estimó como el cuociente entre el peso (y número de individuos) en las submuestras y la captura.

4.6.2 Análisis de los datos

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

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

Para estimar la importancia relativa de las especies, se revisó el registro del volumen de captura específico y efectuó la determinación de la importancia



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

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

La caracterización de las agregaciones de merluza de tres aletas, se efectuó mediante el uso de descriptores que se estimaron a partir de observaciones acústicas verticales realizadas durante la prospección acústica, lances de pesca y navegaciones correspondientes a la fase I mediante el sistema de ecointegración Simrad EK-500. Estos datos fueron posteriormente procesados mediante el programa Sonardata Echoview[®], obteniéndose un total de 46 registros de agregaciones correspondientes a merluza de tres aletas.

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



4.7.1 Descriptores morfológicos y batimétricos

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

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

$$Se = d_j * e$$

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

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

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

La dimensión fractal ($DFrac$) es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación, éste corresponde a la relación entre la superficie de un cuadrado con un perímetro equivalente al de la agregación y la superficie de la agregación, donde un valor 1 representa un

contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociar3a 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 b3asicamente 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:

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

4.7.2. An3lisis de los datos.

Las agregaciones con su morfolog3a y batimetr3a asociada se referenciaron considerando su posici3n latitudinal. Se aplic3 una logaritmizaci3n 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 distribución acumuladas teórica y observada. Esta prueba de bondad de ajuste contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución normal. Lo anterior calificó para la logaritimización de todas las variables, excepto dimensión fractal que no fue necesario normalizar. 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.

También 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 composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio.

La colección de estómagos a bordo provino de los muestreos biológicos de *M. australis* efectuados a los ejemplares capturados en los lances de pesca de identificación (Fase I, Lillo *et al.*, 2005), donde se efectuaron 17 lances de pesca de identificación. Las muestras de ejemplares fueron tomadas al azar y se registró la información del lance de pesca (fecha, número del lance, y posición).

En los muestreos biológicos fueron colectados estómagos de merluza de tres aletas, debidamente etiquetados y almacenados, para posterior análisis en laboratorio. Durante el muestreo realizado a bordo, también fue registrado el grado de llenado del estómago: vacío, evaginado y con contenido. Previo al análisis del contenido estomacal de cada muestra, la mayoría de las muestras contenidas en un bidón fueron puestas en bandejas y recipientes para estilar (eliminar el exceso de solución y humedad). Posteriormente, cada muestra de estómago se pesó (gramos), registrando los datos de la etiqueta, posteriormente se manipularon cuidadosamente para extraer el contenido. Las presas fueron identificadas (al menor nivel taxonómico posible y observado bajo lupa), contadas y pesadas (peso húmedo con 0,01 gramo de precisión). El estado de digestión de las presas se clasificó según la siguiente escala: fresco, entero, semidigerido y digerido. Esta última información permitió explorar alguna relación de la alimentación con la hora del lance de pesca; por ejemplo una mayor proporción (porcentual) de estómagos con estados frescos y enteros podría indicar una condición activa de alimentación de merluza de tres aletas. Por otro lado, en los casos posibles, en los peces presas fueron medidos en longitud total. Información que fue traspasada a un archivo computacional para su procesamiento y análisis.

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

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

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

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

- Frecuencia de ocurrencia: es el número de veces que el ítem aparece en el total de los estómagos, expresados en porcentajes.

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

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

donde,

- N* : Porcentaje en número: recuento de cada taxón de presa encontrado en los estómagos de la especie predador analizado.
- P* : Porcentaje en peso de cada taxón de presa, expresado en forma porcentual respecto del peso total de todos los taxa de presa.
- F* : Porcentaje de la frecuencia de aparición de cada taxón presa, expresado en forma porcentual.
- i* : Item presa $i = 1, 2, \dots, n$.

El análisis de los contenidos estomacales de merluza de tres aletas fueron georreferenciados al lance y para efectos de análisis espacial fue empleada la subdivisión latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2002 y 2004) y Córdova *et al.* (2003), la cual consiste en dividir el área de estudio en 3 áreas: Area 1 entre 45°30' y 47°29' L.S. denominada Taitao; Area 2 entre 47°30' y 48°59' L.S. denominada Golfo Penas-Ladrillero; y Area 3 entre 49° y 51° L.S. denominada Trinidad-Concepción. Esta subdivisión también fue empleada en el análisis de la composición de talla de merluza de tres aletas (Fase 1, Lillo *et al.* 2005).



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

También fueron relacionados con otros indicadores alimentarios relacionados con aspectos ecológicos, como por ejemplo, la estrategia alimentaria, en sentido de dilucidar si merluza de tres aletas es una especie en su alimentación especialista o generalista. Aspecto que está relacionado con la amplitud del nicho (Amundsen *et al.*, 1996). Para ello, se empleará el siguiente indicador

$$P_i = (\sum S_i / \sum S_{ti}) * 100$$

Donde:

- P_i = Abundancia específica de la presa i .
- S_i = Contenido estomacal (peso) compuesto por la presa i .
- S_{ti} = Contenido total de los estómagos en que la presa i estuvo presente.

Este análisis está basado en una representación gráfica de dos dimensiones de la abundancia específica de la presa y la frecuencia de ocurrencia para cada ítem presa de la muestra (Amundsen *et al.*, 1996). Cortés (1997), describe otro método que consiste en representar en tres dimensiones los tres indicadores anteriormente señalados, F%, N% y P%, lo que permitiría identificar la importancia de las presas dominante versus las raras y la estrategia alimentaria (generalista y especialista). Un depredador con alta diversidad en la dieta sería generalista; mientras una baja diversidad sería un especialista. En esta misma línea, se exploró el Coeficiente Dietario de Hureau ($Q = \%P * \%N$), que también permite identificar la importancia de las presas (Hyslop, 1980).



Complementariamente al crucero de investigación, fueron colectados (al azar) estómagos de merluza de tres aletas en un viaje de pesca comercial a bordo del Unionsur (buque surimero de la pesquería demersal austral), que comprendió el mes de agosto del 2004 y operó en un área similar al presente estudio. En laboratorio, los estómagos colectados fueron analizados bajo el mismo procedimiento indicado para el crucero de investigación. Los datos del contenido estomacal registrados en el crucero comercial fueron analizados con los indicadores numérico, gravimétrico, frecuencia e Índice de Importancia Relativa (IIR).



5. RESULTADOS

5.1. Calibración del sistema de ecointegración

La calibración acústica del sistema de ecointegración se realizó en Puerto Ballena en la zona de aguas interiores de la XI Región. Los resultados obtenidos se entregan en la **Tabla 2**.

5.1.1. Comportamiento de la red de arrastre

Durante el transcurso de los lances de pesca, el desempeño del sistema de pesca fue monitoreado mediante una sonda acústica de red, lo que permitió un seguimiento continuo de su desarrollo vertical (altura de red).

Los valores de altura de red medidos en un rango de profundidades de 130 a 400 metros, fluctuaron entre los 25 y 32 metros de altura con un valor central de 30 metros.

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

5.2.1 Biomasa y abundancia

Las estimaciones de la biomasa total de merluza de tres aletas según la relación de longitud-fuerza de blanco utilizadas se entregan en la **Tabla 3**. En ella se

observan biomazas (toneladas) e intervalos de confianza ($t_{\alpha/2, 5\%} = 1,65$) de 83.886 [56.322-111.451] y 115.674 [77.701-153.646].

La composición por sexo de la biomasa fue de 36.942 toneladas (44%) de machos y 46.945 toneladas (56%) de hembras, con un aporte de la fracción adulta del 99,7% y 99,8% para machos y hembras, respectivamente.

En la estimación de la abundancia a partir de las estimaciones de biomasa, se empleó la información de distribución de tallas y las relaciones peso-longitud (**Tabla 4**) obtenidas durante el crucero de prospección. Con éstas la abundancia estimada para una biomasa de 83.886 toneladas de merluza de tres aletas alcanzó a 117.052.899 ejemplares, que desagregados por sexo resultan en 57.710.582 ejemplares de machos (49,3%) y 59.342.316 ejemplares de hembras (50,7%). La abundancia de la fracción desovante considerada como aquella mayor a 36 cm de longitud total, representó el 99,8% en machos y 99,7% en hembras, indicando la presencia de un stock esencialmente adulto durante el período y área de la prospección (**Tablas 5 y 6**).

5.2.2 Distribución espacial del stock de merluza de tres aletas

Durante la prospección se evaluó un área de 1.718 millas náuticas cuadradas, con una distribución espacial que mostró el patrón característico para este recurso en el área y período del estudio, esto es, ocupando una estrecha franja asociada a la plataforma y talud continental (**Figura 4**). Esta característica de la distribución se puede apreciar en los ecogramas, donde se observa una agregación en el sentido paralelo a la costa de 4 millas náuticas de extensión (**Figura 3a**), mientras que en el sentido perpendicular a la costa (este-oeste) el tamaño de la agregación no supera la milla náutica (**Figura 3b**).



Esta situación también es observada en los parámetros del variograma, que ajustado a un modelo esférico presenta una distribución estructurada en un rango de 2,1 millas náuticas y su varianza está compuesta en un 100% por el modelo (**Figura 5**). Durante el desarrollo del crucero se realizaron 17 lances de identificación distribuidos en toda el área de estudio (**Figura 1**) y cuya composición por especie se entrega en la **Tabla 7**.

Dentro del área de estudio la mayor concentración del recurso ($>125 \text{ ton/mn}^2$) se registró hacia el sector sur del área prospectada ($50^{\circ}00'-50^{\circ}30'S$), con un centro de gravedad (CG) de la distribución centrada en los $50^{\circ}10'S$ (**Figura 4**) y una Inercia de 0,096. Esta situación difiere a lo observado el año anterior donde la mayor densidad se ubicó en el sector norte del área de estudio y su centro de gravedad estuvo ubicado en la latitud $47^{\circ}18'S$. Los años 2002 y 2001 el centro de gravedad de las distribuciones se ubicó en las latitudes $48^{\circ}27'S$ y $49^{\circ}42'S$ respectivamente, correspondiendo a la zona central del área de estudio. Lo anterior se complementa al observar la distribución de lances efectuados por un buque industrial orientado a la captura de merluza de tres aletas durante el período del estudio en la misma área (**Figura 6**), en donde se aprecia que los lances de pesca son efectuados cronológicamente hacia el sur, siguiendo el sentido migratorio del recurso, coincidiendo la distribución de éste con la observada durante el estudio.

La distribución batimétrica de la merluza de tres aletas fluctuó entre los 100 y 500 metros de profundidad alcanzando un valor promedio de 244 metros, latitudinalmente se observó una tendencia a ubicarse mas cerca de la superficie ante aumentos de latitud (**Figura 7**).

La fuerte concentración en el sector sur del área de estudio, se reflejó en el alto valor estimado para el Índice de Gini (0,98), indicador de una distribución



altamente agregada, superando el valor obtenido el 2003 (0,96) y a los estimados para los años 2002 y 2001 los cuales estuvieron en niveles de 0,81 y 0,88 respectivamente (**Figura 8**). Esta alta agregación del recurso puede atribuirse a su proceso migratorio post-desove.

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

5.3.1. Composición de tallas y proporción sexual

5.3.1.1. Muestreos

Para efecto del análisis espacial fue empleada la subdivisión latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2002 y 2004) y Córdova *et al.* (2003), la cual consiste en dividir el área de estudio en 3 áreas: Área 1, entre 45°30' y 47°29' S denominada Taitao; Área 2, entre 47°30' y 48°59'S denominada Golfo Penas-Ladrillero; y, Área 3, entre 49° y 51°S denominada Trinidad-Concepción. El total de ejemplares muestreados fue de 1.634 individuos (**Tabla 8**), en donde 659 ejemplares correspondieron al área Golfo Penas-Ladrillero y 979 ejemplares al área Trinidad-Concepción, resultando superior al crucero hidroacústico de merluza de tres aletas del año 2003 (Lillo *et al.*, 2004). El número de ejemplares muestreados por lance según tipo de muestreo se aprecia en la **Tabla 9**.

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

La estructura de talla de merluza de tres aletas registrada en el crucero fue principalmente de ejemplares adultos, con escasa presencia de individuos

juveniles (1% <35 cm, **Tabla 8**). En general para el área de estudio, la estructura de talla adulta de los machos y las hembras registraron una distribución bimodal, una entre 50 y 60 cm y otra moda entre 36 y 47 cm (**Figura 9**), en donde la distribución de las hembras registró un leve desplazamiento a la derecha respecto de los machos. Estas leves diferencias se observan en las tallas promedio, donde el valor en los machos fue de 52 cm y en las hembras de 55 cm (**Tabla 8**).

Latitudinalmente, en las áreas Golfo de Penas-Ladrillero y Trinidad-Concepción las distribuciones de tallas registraron diferencias, observándose un gradiente en la composición de la estructura, en sentido que a mayor latitud la fracción adulta entre 50 y 60 cm incrementó su presencia; la cual fue escasa en el área G. Penas-Ladrillero; pero relevante en el área Trinidad-Concepción (**Figura 9**). La escasa presencia de registros de merluza de tres aletas en el sector de Taitao no permitió disponer con información de talla. El G. Penas-Ladrillero se caracterizó por presentar una moda adulta entre los 36 y 47 cm, con mayor participación de los machos (78%). Mientras, el área sur, Trinidad-Concepción, registró dos modas de ejemplares adultos una entre 50 y 60 cm y otra entre 36 y 47 cm, con 47% de machos y 53% de hembras. En esta última área se registraron las mayores capturas durante todo el crucero, situación que pesó en el proceso de estimación de talla para toda el área de estudio; por tanto explica la similitud de la estructura de talla de dicha área respecto del área total (**Figura 9**).

El análisis batimétrico de la estructura de talla al interior de cada área también muestra variaciones, al no registrar la presencia de ejemplares de mayor talla asociados a mayor profundidad (**Figura 10**). En el área G. Penas-Ladrillero la fracción adulta entre 36 y 47 cm fue registrada principalmente en la capa más profunda, entre 300-399 m. En cambio en el área sur, Trinidad-Concepción, los adultos entre 50 y 60 cm fueron observados principalmente a profundidad intermedia, entre 200-299 m, como también a menor profundidad entre 100-199 m

(**Figura 10**), no obstante la moda entre 36 y 47 cm registró mayor presencia en ambas capas de profundidad.

5.3.1.3. Proporción sexual

En general, en el área de estudio la proporción de los machos fue de 49%, levemente inferior respecto de las hembras (51%), sin embargo la proporción sexual registró variaciones latitudinales. En el área sur (Trinidad-Concepción) la proporción entre machos y hembras fue estrecha, con una leve superioridad de las hembras (53%, **Tabla 8**), área que aportó con el 94% de la captura total de merluza de tres aletas, lo cual explica que la proporción sexual del área de estudio se asemeja al valor del área sur. En cambio al norte de esta área predominaron fuertemente los machos (78%).

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

La información obtenida en el crucero de investigación fue analizada respecto de las estructuras de tallas registradas en la captura comercial de la flota arrastrera fábrica (buque surimero dirigido a pescar merluza de tres aletas), para la misma área pero en período anterior (agosto) al estudio (**Figura 11**). En general, se observa diferencia entre la estructura del crucero respecto de la pesca comercial, principalmente por la presencia de ejemplares inferiores a 45 cm presentes en la estructura del crucero, tallas que estuvieron menos presentes en la pesca comercial. Sin embargo, la pesca comercial capturó principalmente ejemplares adultos entre 50 y 60 cm, moda que es coincidente con la moda principal registrada en el crucero (**Figura 11**), aspecto que principalmente se reflejó en las estructuras de tallas de las hembras. No obstante que ambas informaciones registraron leves diferencias en la proporción sexual (**Figura 11**), sus estructuras



confirman la presencia en el área de estudio de la principal fracción adulta (50 a 60 cm) que participa en el proceso de desove.

La presencia de ejemplares inferiores a 45 cm en el crucero de investigación se explica principalmente por el empleo de una red de mediagua no selectiva. Por otro lado, el buque comercial dirige su operación a capturar preferentemente ejemplares adultos de mayor tamaño, debido que dichas tallas les ofrece mejor rendimiento en la producción final (surimi), por tanto mejores beneficios.

5.3.1.5. Distribución de talla del crucero 2004 respecto de los cruceros de investigación anteriores en la zona de estudio

La información recopilada en el crucero del 2004 fue analizada respecto de los resultados obtenidos en los cruceros de investigación anteriores, 2001, 2002 y 2003 (Lillo *et al.*, 2002 y Córdova *et al.*, 2003, y Lillo *et al.*, 2004), efectuados para la misma área con similar metodología (**Figuras 12, 13 y 14**). Los cruceros del 2003 y 2004 fueron realizados en el B/C “Abate Molina”; mientras que los dos cruceros anteriores fueron realizados en un buque arrastrero fábrica (B/F “Unzen”).

Las distribuciones de tallas de merluza de tres aletas del presente estudio son diferentes a las estructuras provenientes de los cruceros anteriores; sin embargo se confirmó la presencia de la moda de adultos entre 50 y 60 cm (**Figura 12**), la cual fue la moda principal en los tres años anteriores. La proporción sexual registrada en el 2004 registró un leve predominio de las hembras (51%), respecto del predominio de los machos (53%-56%) registrado en los tres cruceros anteriores. Sin embargo, la principal diferencia en la estructura de talla del año 2004 respecto de los tres años anteriores radica en la mayor presencia de



ejemplares adultos entre 36 y 47 cm (**Figura 12**). Por otro lado, en el año 2004 se mantuvo la baja presencia de ejemplares juveniles (menores de 35 cm).

Al analizar las distribuciones de tallas de merluza de tres aletas para los cuatro años de cruceros de investigación por área (subdivididas latitudinalmente), se observan diferencias entre ellas (**Figura 13**). Sin embargo, es posible registrar ciertos patrones en cada uno de ellos, como la presencia de la principal moda de adultos entre 50 a 60 cm, que participa en el proceso reproductivo en cada año, y que este año se registró principalmente en el área sur (Trinidad-Concepción). En el 2001, este intervalo de adultos se registró principalmente entre los 47°30' y 51° S, áreas G. Penas-Ladrillero y Trinidad-Concepción (**Figura 13**). En tanto el año 2002, esta moda registró una mayor amplitud en su distribución geográfica, abarcando toda el área de estudio, pero con mayor participación en el área intermedia (G. Penas-Ladrillero, 47°30' y 48°59' S). Para el 2003 los adultos de este intervalo se ubicaron en el área norte, Taitao (**Figura 13**). Por otro lado, la presencia de las modas de ejemplares adultos de menor talla y ejemplares juveniles, tienden a aumentar en las áreas donde la moda adulta disminuyó su presencia. En este contexto, es posible observar que las áreas que presentan distribuciones de tallas prácticamente unimodales o bimodales, pero donde la moda principal se centra en adultos de 50 y 60 cm, podría ser indicador de altas concentraciones del recurso en proceso de desove (**Figura 13**). Esto explicaría la alta presencia de la moda adulta en el área sur en el 2004, que a la fecha del crucero efectuado en septiembre, esta fracción adulta estaría en su fase de retiro del área de desove hacia el sur, fuera del área de estudio.

Al igual que el análisis de la estructura de talla por área para todos los cruceros, el análisis por estrato de profundidad también registró diferencias entre años (**Figura 14**). Es así que la moda principal de adultos (50 y 60 cm) tiende a localizarse preferentemente entre los 100 a 299 m de profundidad (**Figura 13**); registrándose

algunos años en capas de profundidad superficial (2001 entre 50 y 99 m). De forma relativamente inversa, la mayor presencia de los ejemplares adultos menores a 43 cm y ejemplares juveniles menores a 35 cm tienden hacia estratos más profundos (**Figura 14**), en donde se reduce la presencia de la moda de adulto entre 50 y 60 centímetros.

El crucero del 2004 fue efectuado (2-14 de septiembre) en fecha posterior al período máximo de desove, que es agosto. No obstante, el lance 3 realizado el 7 de septiembre al sur del área de estudio ($50^{\circ}10' S$, $75^{\circ}55' W.$), área Trinidad-Concepción, registró una estructura de talla similar a la estructura de talla de merluza de tres aletas de los lances de identificación del crucero acústico de merluza del sur y merluza de cola (**Figura 15**), realizado entre el 15 y 17 de agosto al norte de la latitud $47^{\circ} S$ (entre $46^{\circ}11' S$ y $47^{\circ}00' S$). Este hecho, de alguna forma, sugiere que el stock desovante estuvo en el área y mes (agosto) de desove, el cual durante el crucero de merluza de tres aletas del 2004 fue registrado hacia el sur del área de estudio; debido a que posteriormente al máximo de desove las fracciones adultas migran del área en dirección al sur.

Otro aspecto destacable en estos cuatro años de estudio, es el cambio que ha experimentado la fracción desovante entre el 2001 y 2004 desde una condición unimodal a una bimodal (**Figuras 11, 12 y 15**), donde la fracción adulta que caracteriza el stock desovante entre 50 y 60 cm ha registrado una menor presencia, pero con un aumento de la presencia de fracciones adultas entre 35 y 49 centímetros.

5.3.2. Estructura de edades del stock

Se colectaron 673 pares de otolitos *sagitta* de merluza de tres aletas de los cuales 406 correspondieron a machos y 267 a hembras. El número de otolitos colectado



por clase de talla presenta una composición muy similar a la distribución de tallas observadas en el muestreo de longitudes (**Figura 16a**). La distribución de frecuencia ponderada por clase de talla muestra una distribución bimodal similar para ambos sexos (**Figura 16b**).

Para el estudio de edad las muestras fluctuaron entre los 33 y 64 cm en las que se observó edades entre 2 y 20 años.

En la conversión de la biomasa obtenida en el crucero a abundancia en número de individuos, se empleó 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 obtenidas de los muestreos biológicos específicos realizados en el área de operación (**Tabla 4; Figura 17**).

La **Tabla 4** muestra un buen grado de ajuste de los parámetros de la función peso-longitud para los años 2002, 2003 y 2004, así como las diferencias en estas variables durante el crucero realizado este año en el área de estudio. Lo anterior complementado con la dispersión observada (**Figura 17**) el año pasado, nos muestra que el 2004 se presentaron ejemplares en un estado muy disminuido en su peso corporal. Si se comparan las curvas teóricas que describen las funciones peso talla se tiene que el año 2004 registró los menores pesos corporales de este último trienio (**Figura 18**), pudiéndose apreciar en la gráfica inferior de esta figura que los pares ordenados (a, b) se desplazan distanciándose de los años anteriores y cayendo a valores menores de b y mayores de a. Este cambio puede tener su origen al estar en presencia de ejemplares que recientemente han pasado el proceso de desove.



La estructura estimada de la abundancia por grupos de edad de machos y hembras se presenta en las **Tablas 5 y 6**, y la variación a que está sujeta la estimación, expresada en desviación estándar se incluye en la **Tabla 10**.

Las estructuras de las abundancias de los Cruceros de Investigación (2001-2004) señalan lo que ocurre en un período particular del año (**Figura 19**). A modo de referencia se incluyó también en esta figura lo que se observa en la pesquería durante los años 2001 y 2003 para ambos sexos en común. La pesquería tiene mayor acceso a las edades jóvenes y menor participación en las edades mayores (**Figura 19a**) y dado la época de ejecución de los cruceros 2001-2003 coincide con una mayor presencia de la fracción más adulta del stock.

Para el stock evaluado, el 96% de la abundancia la sostienen 15 grupos de edad, tramo IV a XVIII. Se aprecia un cambio notable en la estructura por GE, presentándose de forma inusualmente alta la participación del GE VI (26%), clase anual 1998, que si bien está por sobre la talla de primera madurez 36 cm, (Lillo *et al.*, 2002 y Córdova *et al.*, 2003), los señala con alta participación de adultos jóvenes y una notable merma en este último período de los GE parentales más adultos (**Figura 19b**).

En las **Tablas 5 y 6** también se incluyen las gráficas estructurales separadas por sexo, ya sea por GE (recuadro superior derecho) o por intervalos de clase de tallas (recuadro inferior izquierdo); en esta última gráfica se puede apreciar que tanto en machos como en hembras la estructura de longitudes de la biomasa es muy diferente a los años anteriores y con notable presencia de tallas ubicadas al sector izquierdo de la distribución, lo que se aprecia principalmente en machos.

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 (46-64 cm) que contiene una gran



variedad de edades como se puede apreciar en las matrices de composición por GE de la abundancia.

En merluza de tres aletas es característico visualizar en su estructura por grupo de edad, clases anuales más fuertes que sobresalen y que pueden seguirse en la serie histórica de composición de la captura en número por grupos de edad. Es así que al observar las barras vacías que representan la pesquería en la **Figura 19a**, el GE III del 2001 continúa sobresaliente en el 2002 como GE IV y como GE V modal en el 2003 (clase anual 1998). Del mismo modo, pueden seguirse otros GE modales de menor intensidad que en el 2003, se observan como GE VII (clase anual 1996); X (clase anual 1993); XII (clase anual 1991); XIV (clase anual 1989); XVII (clase anual 1986).

Las cohortes abundantes, en teoría, pueden producir un efecto denso-dependiente en ciertos parámetros de la población, como son: el crecimiento, la madurez, la fecundidad y otros, como se ha visto en otras especies (Rieman y Myers, 1992). Luego, se revisó la posibilidad de ocurrencia de crecimiento dependiente de la densidad comparando las tallas promedio de los diferentes grupos de edad a través de los años. En este sentido se consideró una serie de 7 años consecutivos de la pesquería (1997-2003) y los 4 cruceros de investigación realizados en la zona (2001-2004) agrupando clases anuales fuertes y de menor relevancia.

La longitudes medias por cohorte, es decir por grupos de edad, no han presentado en el tiempo evidencias que señalen que las cohortes fuertes se manifiesten con mayores tallas medias o que dado su gran volumen en número de individuos afecten a las clases anuales que le acompañan en la estructura haciendo que éstas presenten menores tallas promedios, o que muestren tendencias, **Figuras 20 a 23**, en donde se señala algunas clases anuales fuertes al interior de los



gráficos y donde se aprecia la baja tasa de crecimiento que experimentan después del GE VII.

Las tallas medias por grupo de edad, de años no modales han sido de similar magnitud de aquellas de las cohortes que pertenecen a clases modales, pudiendo asociar con ello que las clases anuales fuertes podrían no influir en el crecimiento de las cohortes de años vecinos.

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

5.4.1 Índice gonadosomático

Para el estudio del estado reproductivo se muestrearon 793 ejemplares de merluza de tres aletas (machos: 471; hembras: 322), de los cuales, 314 ovarios fueron sometidos a un procesamiento histológico para un análisis microscópico de la condición reproductiva.

El índice macroscópico promedio (IGS) calculado para el total de machos correspondió a 4,9 (d.s. = 5,8), y para el total de hembras, a 6,0 (d. s. = 6,6), no estando el IGS promedio, en ambos sexos, influenciado por la escasa proporción de juveniles en la muestra (ejemplares menores a 36 cm de longitud total según estimación de la talla de primera madurez sexual por Córdova *et al.*, (2003) y Lillo *et al.*, (2004)).

La evolución diaria del IGS promedio de la fracción adulta, indicó valores relativamente altos para los ejemplares recolectados en los lances de agosto, mientras que en las colectas de septiembre el IGS se caracterizó por un marcado

descenso. En machos, el IGS promedio varió de 21,0 a 2,5 y en las hembras, osciló de 18,8 a 2,8. La mayor dispersión de los valores de IGS en los lances de agosto es causada debido a la presencia de ejemplares en madurez máxima de sus gónadas, como también unas pocas hembras hidratadas y otras que ya se encontraban desovando, mientras que la menor dispersión del IGS en los lances de septiembre se explica por el mayor aporte de ejemplares en desove avanzado y en declinación de la actividad reproductiva (**Figura 24**). El análisis de varianza teniendo como factor los días, señaló diferencias significativas entre las distribuciones de los índices gonadosomáticos, tanto en los machos con un $F_{(3,80282472)} = 278,6723$ ($p < 0,0005$), como en las hembras con un $F_{(4,14956958)} = 110,7044$ ($p < 0,0005$). De acuerdo a los resultados, el índice gonadosomático permitió evidenciar procesos de desarrollo gonadal, indicando que en el período de estudio la merluza de tres aletas se encontró con actividad reproductiva.

5.4.2 Análisis macroscópico

Estadios de madurez sexual (EMS)

El análisis de los estadios de madurez macroscópicos en los machos indicó que el 23% de las gónadas estuvieron inactivas (EMS II). De los estadios más avanzados de desarrollo testicular, el EMS III (en maduración) predominó con un 60% y el estadio indicador de procesos de evacuación activa (EMS IV), más los machos que ya evacuaron sus gametos (EMS V) alcanzaron el 17% (**Figura 25**).

En las hembras, el 43% de las gónadas se encontraron inactivas (EMS II). De los estadios de mayor desarrollo ovárico, el estadio en maduración (EMS III) predominó con un 31%, mientras que el estadio indicador de proceso de desove activo (EMS IV), más las hembras que habían desovado (EMS V) representaron el 26% (**Figura 25**).

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

5.4.3 Análisis microscópico

El examen histológico de ovarios de merluza de tres aletas permitió precisar el estado de desarrollo gonadal (**Figura 26**) logrando diagnosticar los diferentes estadios de madurez sexual establecidos para esta especie.

Dinámica ovárica y tipo de desove

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

La dinámica ovárica a través del análisis de la distribución de frecuencia de diámetros de ovocitos en ovarios diagnosticados histológicamente (Lillo *et al.*, 2004) (**Figura 26**), muestra, en ovarios inmaduros, un sólo grupo modal de ovocitos previtelogénicos de pequeño tamaño (25 a 175 micras aproximadamente). En ovarios en maduración tardía (EMS III), además del grupo de ovocitos previtelogénicos de ovarios inmaduros, se observa un segundo grupo modal bien definido de ovocitos vitelogénicos de mayor tamaño (300 a 925 micras aproximadamente), quedando claro el patrón sincrónico de desarrollo ovocitario de la merluza de tres aletas. En ovarios en la condición de desove (EMS IV), se mantienen los dos grupos modales antes mencionado, apareciendo un tercer grupo de menor magnitud, representado por ovocitos hidratados de gran tamaño, sobre 1.000 micras, los que se encuentran listos para ser desovados. En ovarios

con desove parcial (EMS V), desaparece el grupo de ovocitos hidratados de gran tamaño, los que ya fueron expulsados, quedando algunos ovocitos residuales. En este ovario se mantiene el grupo modal de ovocitos previtelogénicos y el grupo modal de ovocitos vitelogénicos de mayor tamaño, a partir del cual se originaran los siguientes subgrupos de ovocitos hidratados para los desoves parciales sucesivos. En ovarios desovados (EMS VI), el grupo de ovocitos vitelados de la moda más avanzada ha sido ovulado, quedando sólo unos pocos ovocitos residuales que serán reabsorbidos. La moda de ovocitos previtelogénicos pequeños se mantiene y constituye el stock de ovocitos para el siguiente período reproductivo.

Estadios de madurez sexual (EMS)

El análisis de la incidencia de estadios microscópicos de madurez sexual (**Figura 27**), indicó un 10% de ovarios inactivos (EMS I). De los estadios más avanzado de desarrollo ovárico, el EMS III (desarrollo tardío) correspondió un 19% y los estadios indicadores de procesos de desove activo (EMS IV y V) alcanzaron el 25%, mientras que las hembras ya desovadas (EMS VI) representaron un 45%.

El análisis diario de la frecuencia de estados de madurez permitió evidenciar la evolución de la actividad reproductiva en el período de estudio, caracterizándose las capturas del 15 y 16 de agosto por una mayor fracción de hembras en maduración tardía (EMS III) en preparación para desovar, mientras que en el período del 17 de agosto al 9 de septiembre, el proceso reproductivo se caracterizó por una mayor fracción de hembras en actividad de desove (EMS IV y V), apareciendo también hembras desovadas (EMS VI). En las capturas del 10 al 14 de septiembre, disminuyen notablemente las hembras en proceso de desove, a la vez que una fracción importante de los ovarios se encuentra desovados y en regresión (**Figura 28**).



La distribución de los EMS de acuerdo a grupos arbitrarios de tamaños de las hembras (**Figura 29**) permiten indicar que el EMS 1 estuvo representado prácticamente en todos los grupos de tamaños, pero con una mayor incidencia en las hembras menores a 36 cm de longitud total. Los EMS más avanzados se visualizan en todos los grupo de tamaños, a partir de los 36 cm de longitud total, indicando la fracción de la población comprometida en el evento reproductivo.

De este análisis se desprende que durante el período de estudio, la merluza de tres aletas se encontró en actividad reproductiva, con un aporte importante de hembras en procesos de desove. Además, el incremento de las hembras desovadas (EMS VI), con signos de atresia ovocitaria, permiten señalar una disminución de la intensidad reproductiva.

Variable índice gonadosomático con relación al EMS microscópico

La **Figura 30** grafica de que manera el IGS promedio se ve influenciado por el EMS de la hembra, es así que los ejemplares con gónadas virginales e inmaduras (EMS I) el IGS promedio fue de 1,1. En los EMS más avanzados, el IGS incrementa de 13,9 en el EMS III a 27,3 en el EMS IV (hidratado), decayendo a un IGS de 5,5 en las hembras con desove parcial (EMS V) y a un IGS de 3,2, en las hembras que finalizan su actividad reproductiva (EMS VI).

5.4.4 Ojiva de madurez

El ajuste de la ojiva de madurez se basó sobre la información microscópica de 314 hembras colectadas durante este crucero, en conjunto con 1.326 registros de madurez provenientes de los cruceros de evaluación de 2001 (Lillo *et al.*, 2002), 2002 (Córdova *et al.*, 2003) y 2003 (Lillo *et al.*, 2004), abarcando las tallas entre



22 cm y 64 cm de longitud total. Este análisis permitió discernir claramente ovarios maduros de inmaduros.

La proporción de hembras sexualmente maduras por intervalo de longitud y el ajuste no lineal de la ojiva se grafican en la **Figura 31**. Los resultados indican, con un coeficiente de determinación de 0,99, una talla de primera madurez sexual de 36,1 cm de longitud total.

5.4.5 Fecundidad

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

Para el cálculo de fecundidad se analizaron 135 ejemplares con un rango de tamaños de 40 a 64 cm de longitud total. El análisis de la fecundidad se realizó con las muestras obtenidas en agosto de 2004, sin considerar aquellas recolectadas en septiembre las cuales se encontraban con presencia de folículos postovulatorios y atresia, condición que indicaba desove, liberación de ovocitos, por lo cual no clasificaron para el análisis de fecundidad.

La fecundidad total osciló entre 76.676 y 1.573.646 ovocitos, con un promedio de 615.362 ovocitos (d.e. 345.827). La fecundidad relativa promedio fue de 639 ovocitos por gramo de peso corporal (d.e. 208), con un mínimo de 141 y un máximo de 1.159 ovocitos. La relación entre la fecundidad y el peso corporal presentó un mejor ajuste que cuando se relacionó con la longitud total (**Figuras 32 y 33**).

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.

La captura obtenida durante el estudio, estuvo compuesta en un 52,82 % de merluza de cola, 39,62 % de merluza de tres aletas, 3,94 de reineta y 3,47 % de merluza del sur, contribuyendo estos cuatro recursos con el 99,85% de la captura total, mientras que la fracción restante estuvo compuesta por jibia (*Dosidicus gigas*), brótula (*Salilota australis*), jurel (*Trachurus murphyi*) y cojinoba azul (*Seriolela punctata*) alcanzando esta especies en conjunto un 0.15% de la captura (Tabla 11, Figura 34). Al considerar sólo la fauna acompañante, la merluza de cola representó el 87,48 %, seguido por la reineta con el 6,53%, la merluza del sur aportó el 5,75% y finalmente la jibia cuya contribución ascendió al 0,14%.

De la distribución espacial de la composición de captura obtenida en los lances de pesca de identificación (Figura 35) se puede señalar la existencia de un gradiente latitudinal norte-sur, variando de 0,1% en el sector norte del área de estudio al 76,6% en el sector sur. Para el caso de la merluza de cola, especie predominante en las capturas (87,48%), su aporte a la composición de la captura latitudinal fue variable con un mínimo de 20.50 % (50,0° - 50,9° L:S) y un máximo del 99,57% (51,0°-51,9° L.S).

Al analizar la proporción de captura por estrato de profundidad (Figura 36), se puede destacar que la más alta proporción de merluza de tres aletas fue observada en el estrato de 259 a 299 m representando el 93,42% de la captura total obtenida. En relación a la merluza de cola, los mayores valores se obtuvieron en los estratos 150-200 m y 300.- 349 m con aportes del 82,13 y 85,38%, respectivamente.



Al comparar los resultados del aporte de las principales especies a la captura total obtenida en los lances de identificación realizados entre los años 2001 a 2004 (**Figura 37**), se puede destacar la disminución del aporte de la merluza de tres aletas que de un 91,56% en el año 2002, disminuyó a 39,62 % en el 2004, en cambio la merluza de cola, especie que durante el periodo 2001 - 2003 aportó entre un 4,41 y 14,55% a la captura total, en el año 2004 pasó a ser la especie predominante (52,82%), respecto a la merluza del sur su aporte durante el periodo varió entre un 3,39 al 10,9%.

Al considerar la frecuencia de ocurrencia (**Tabla 11 y Figura 38**), es importante destacar que la reineta es la especie que se presentó con mayor frecuencia en los lances de pesca (76,47 %), seguido por la merluza de cola con un 70,59 %. En relación a la merluza de tres aletas, ésta sólo se capturó en el 58,52 % de los lances.

Al comparar estos valores con los obtenidos en el año 2003 se puede señalar que para el caso de merluza de tres aletas y merluza del sur se observa una disminución en la frecuencia de ocurrencia del 10,71% (69,23% en el 2003) y 14,48% (61,54% en el 2003), respectivamente, en cambio para la merluza de cola y reineta se detecta un incremento del 16,53% y 14,90%, respectivamente.

En relación a la distribución espacial de las especies capturadas en los lances de pesca de identificación (**Figura 39**), se puede señalar que la merluza de cola presentó una distribución a lo largo de toda la zona estudiada y en profundidades comprendidas entre 185 y 336 m., correspondiendo esta última a la profundidad máxima de pesca. Para el caso de la merluza del sur y merluza de tres aletas, estas especies sólo se capturaron en la zona centro y norte del área de estudio (47,0°S a 50,5°S), presentando una distribución en profundidad similar a la



detectada para merluza de cola. Es importante destacar que en el caso de la reineta, su distribución abarcó la totalidad del área de estudio con una distribución en profundidad comprendida entre los 137 y 336 m, situación similar a la observada en el 2003.

5.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza de tres aletas.

5.6.1 Resultados análisis componentes principales

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 12**, donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estándar para las características morfométricas y batimétricas de las agregaciones de merluza de tres aletas.

La matriz de correlaciones presenta las asociaciones más fuertes entre las variables morfométricas tales como largo-perímetro, largo-elongación y largo-área de las agregaciones, respectivamente (**Tabla 13**). En las variables batimétricas la asociación mas fuerte la presenta la profundidad del fondo con el índice de altura. La profundidad de agregaciones y la variable dimensión fractal no presentan una correlación fuerte con ninguna de las variables.

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 dimensión fractal y profundidad de agregaciones, llegando a un valor de MSA igual a 0,69 y logrando un porcentaje de variabilidad explicada igual al 84,6%. 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 14** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los siete componentes.

De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), los componentes 1 y 2 cumplen la condición, explicando en conjunto el 84,63% de la variabilidad total. La representación gráfica del porcentaje de variabilidad explicada por cada uno de los componentes principales se aprecia en la **figura 40**. El componente más importante es el componente 1 el que presenta un valor propio de 4,43 y explica el 63,2% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 1,50 y explicando el 21,4% de la variabilidad.

La **Tabla 15** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en ésta se observa que el largo, perímetro, área y elongación presentan los mayores coeficientes respectivamente dentro de la primera componente, seguido de las variables batimétricas índice de altura y fondo, mientras que el segundo componente se relaciona principalmente con la variable alto de agregaciones seguida de la variable profundidad del fondo.

La representación gráfica de los dos componentes con las variables originales se observa en la **figura 41**. En ella se aprecia la fuerte asociación de la mayoría de las variables originales con el componente 1 reflejándose de esta manera el gran porcentaje de varianza que explica este componente. La orientación similar que presentan las variables tales como área, perímetro y

largo implica que el aumento de uno de ellos implicará el aumento de los otros. La misma tendencia se observa en las variables batimétricas, profundidad del fondo e índice de altura, ambos orientados en la misma dirección y al igual que en el caso anterior esto implica una proporcionalidad directa entre ellos, lo que implica necesariamente que ante aumentos en la profundidad del fondo, esta especie se mantendría en su profundidad aumentando de esta forma el valor del índice de altura.

Posteriormente y a fin de obtener un tipo de relación entre la respuesta acústica de las agregaciones (S_a) y su correspondiente valor del componente morfométrico (VCM), se asoció el valor de S_a con el VCM de cada agregación, este último dado por los coeficientes obtenidos en la matriz de correlaciones de las variables originales con los componentes principales (**Tabla 15**). La ecuación utilizada para el cálculo del VCM fue:

$$\text{VCM} = 0,96 \cdot \text{largo} + 0,32 \cdot \text{alto} + 0,81 \cdot \text{elon} + 0,95 \cdot \text{perim} + 0,83 \cdot \text{área} + 0,73 \cdot \text{fondo} + 0,76 \cdot \text{IndAlt}$$

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

$$S_a = 0,079 \cdot \text{VCM}^{1,052}$$

Con un coeficiente de determinación $r^2 = 0,65$ (**Fig. 42**)

En relación a los resultados obtenidos el año anterior, se mantuvo la tendencia de calificar sólo dos componentes, lo que se explicaría por el bajo número de datos utilizados, aun cuando se mantiene dentro de los niveles de varianza explicada, la cual fue levemente superior al año anterior (84,6% v/s 82,3%). Se excluyó las



mismas variables originales del año anterior (dimensión fractal y profundidad de agregaciones), las cuales en ambas oportunidades no presentaban buena correlación con el resto de las variables originales.

5.6.2. Resultados generales agregaciones merluza de tres aletas.

a) Descriptores morfológicos

En la **tabla 12** se entregan los estadísticos de cada uno de los descriptores morfométricos y batimétricos de las agregaciones detectadas.

Estas agregaciones presentaron longitudes que oscilaron entre los 100 y 6.398 m, con una longitud promedio de 1.742 m. La distribución de frecuencia del descriptor longitud de agregaciones, nos entrega una moda centrada en los 500 m. Si bien se observa un importante grupo orientado hacia el sector izquierdo de la curva, el 63% de las agregaciones presentó longitudes sobre los 1.000 metros (**Fig. 43**).

La altura promedio de las agregaciones de esta especie alcanzó los 23,1 m, presentando una moda principal centrada en los 18 (**Fig. 44**).

Los valores de elongación fluctuaron entre 11 y 366 presentando un valor promedio de 80. La distribución de frecuencia de este descriptor nos presenta una moda principal en el valor 25 (**Fig. 45**), apreciándose un grupo importante que se distribuye en el rango de los 150 m. Un 35% de las agregaciones presentaron valores altos, en este caso sobre 90 en la relación de aspecto largo/alto.

El perímetro detectado en las agregaciones de merluza de tres aletas generó un valor promedio de 9.530 m con un máximo de 25.942 m y un mínimo de 381 m. La distribución de frecuencia del perímetro presenta una tendencia principal de las

agregaciones a centrarse entre los 2.000 y 4.000 m. El 41% de las agregaciones presentó perímetro sobre los 10.000 m (**Fig. 46**).

El área detectada presentó variaciones que oscilaron desde los 893 m² hasta los 182.070 m². El área promedio fue de 42.787 m². La distribución de frecuencia de este descriptor nos muestra una tendencia hacia el sector izquierdo de la curva con una tendencia principal hacia el rango entre 10.000 y 20.000 m² (**Fig. 47**). Un 15% de las observaciones correspondió a agregaciones de gran tamaño, sobre los 100.000 m².

El descriptor dimensión fractal es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación, se calcula como la relación entre la superficie de un cuadrado con un perímetro equivalente al de la agregación y la superficie de la agregación, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociaría al grado de cohesión entre los peces que constituyen la agregación, especialmente en la frontera o borde de la agregación (Scalabrin, 1997). En este caso, este descriptor alcanzó un valor promedio de 1,46 reflejando una tendencia general a formar agregaciones medianamente cohesionadas. El valor mínimo fue de 1,34 mientras que el máximo alcanzó el valor 1,56.

La distribución de frecuencia de este descriptor nos presenta una moda principal bordeando el valor 1,50 mostrando un reducido rango de distribución con una clara tendencia central (**Fig. 48**).

Con respecto a los valores obtenidos el 2003, hubo una disminución fuerte en el número de agregaciones detectadas del orden del 57%. Con respecto a los descriptores morfológicos se observa que el largo de agregaciones se mantiene en el mismo nivel (1.742 v/s 1.776 el 2003), apreciándose una disminución fuerte



en el alto promedio de las agregaciones (25%) lo que significó un aumento en el valor medio de la elongación. También se apreció una disminución en el valor del área de las agregaciones pero un aumento en el perímetro de éstas, lo que resultó en el mayor valor de dimensión fractal de este año, lo que implica un mayor grado de disociación en la forma de las agregaciones con respecto al año anterior.

b) Descriptores batimétricos

Las agregaciones de merluza de tres aletas se distribuyeron en profundidades que fluctuaron entre los 120 y 333 m de profundidad presentando una profundidad promedio de 208 m. En la distribución de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones es posible observar una moda principal en los 180 m y otro grupo que se distribuye en el rango entre 240 y 260 m (**Fig. 49**). Esta especie fue detectada en fondos que fluctuaron entre los 133 y 1.346 m resultando en promedio 448 m. El 54% de las detecciones fue registrada en un rango de fondos entre los 250 y 400 m de profundidad, rango en que se encontró la moda principal que se centró en el rango de los 300 m. El 28% se distribuyó en fondos sobre los 500 m (**Fig. 50**).

El descriptor Índice de altura permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo del mar. Para esta especie el valor promedio fue de 44%, con valores que fluctuaron entre el 10 y el 88% del fondo. La distribución de frecuencia registra una moda en el valor 50. El 52% de las agregaciones se distribuyeron entre el 25 y 50% del fondo (**Fig. 51**).

Con respecto al año anterior, en esta oportunidad la profundidad promedio de las agregaciones disminuyó en un 18%, mientras que la profundidad promedio del fondo en que se detectó agregaciones reflejó un aumento del orden del 8%. Consecuencia de lo anterior este año el descriptor índice de altura fue mayor (44%) significando que en promedio este año las agregaciones fueron



detectadas a mayor distancia del fondo que el 2003 (30%), volviendo a los niveles detectados el 2002 (46%).

c) Descriptores según latitud

A fin de comparar los valores de los descriptores tanto morfológicos como batimétricos de acuerdo a las diferentes latitudes, se calculó los valores promedios, desviación estándar y coeficiente de variación de éstos para cada latitud. Los resultados se entregan en la **Tabla 16**. Se grafican los valores medios obtenidos con sus respectivos intervalos de confianza. La latitud referida en las tablas y gráficos comprende todo el grado, es decir la latitud 48° comprende desde los 48°00' hasta los 48°59,99'. En la latitud 47 se detectaron sólo dos agregaciones, por lo que no se consideró en el análisis.

La **Tabla 17** entrega los resultados entregados por la ANDEVA realizada a fin de comparar los valores promedios calculados por latitud (datos previamente normalizados).

De acuerdo a la ANDEVA realizada, los descriptores morfológicos no presentarían diferencias significativas entre latitudes, lo cual se refleja visualmente excepto en el alto o altura promedio en donde se observaría una tendencia a aumentar a medida que aumenta la latitud (**Fig. 52 a Fig. 56**), solamente el descriptor dimensión fractal presenta diferencias significativas entre latitudes, resultando hacia el sur un menor valor de este descriptor (**Fig. 57**).

La profundidad promedio de las agregaciones presenta diferencias significativas, la que viene dada por la mayor profundidad observada en la latitud 50° (**Fig. 58**), mientras que el resto de las variables batimétricas no presenta diferencias entre latitudes, aun cuando gráficamente se aprecia un



aumento en la profundidad del fondo y en el índice de altura en la latitud 50°, pero esta diferencia no alcanza a ser significativa (**Fig. 59 y 60**).

Con respecto a los resultados del año anterior, éstos son similares en lo referido a que nuevamente no se detectaron diferencias morfológicas entre latitudes con la excepción del descriptor dimensión fractal, el que nuevamente presentó valores menores hacia el sector más al sur. Batimétricamente se obtuvo los mismos resultados encontrándose que sólo la profundidad de las agregaciones presenta diferencias significativas entre latitudes y que vienen dadas por una mayor profundidad detectada en las latitudes más al sur.

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

En laboratorio fueron analizados 244 estómagos con contenido de merluza de tres aletas (**Tabla 18**), representando el 36% del total de individuos (673 ejemplares) provenientes del muestreo biológico efectuado a bordo del crucero de investigación; valores que superan a la cantidad de estómagos analizados en laboratorio (98 muestras) en un estudio similar efectuado durante el año 2003 (Lillo *et al.* 2004). Mientras, 321 estómagos (48%) registraron la condición vacía (**Tabla 18**). El área con mayor número de estómagos analizados en laboratorio fue Golfo Penas-Ladrillero con 201 muestras (82,4%, **Tabla 19**), seguido del área Trinidad-Concepción (42 muestras, 17,2%) y Taitao (1 muestra, 0,4%).

La dieta principal de merluza de tres aletas, según los indicadores numérico, gravimétrico y frecuencia, fue *Euphausia vallentini* (eufáusido), seguido de *Maurolicus sp.* y restos de peces (Tabla 19). Otras presas registradas de forma escasa fueron crustáceos del plancton, como anfípodo (*Hyperiidæ*), camarón,

(*Phasiphaea dofleini*), eufáusido (*Thysanoessa sp.*) y copépodos. El ítem cefalópodo registró muy escaso valor en la dieta (**Tabla 19**).

El índice de importancia Relativa (IIR) confirma que la dieta principal de merluza de tres aletas en el período de estudio fue *Euphausia vallentini* (94,4% IIR, **Tabla 20**), seguido de *Maurolicus sp.* (3,4% IIR) y restos de peces (2,2% IIR). Esta información se sustenta en los datos registrados del área G. Penas-Ladrillero, en donde *Euphausia sp.* registró 92% IIR. Mientras, el área Trinidad-Concepción, *Euphausia vallentini* registró 99,8% IIR (**Tabla 20**).

Las áreas de Taitao y Trinidad-Concepción registraron un escaso número de estómagos (**Tabla 19 y 20**), información que no permite sustentar análisis de cambios en la dieta respecto a factores espaciales, como tampoco efectuar contrastes y análisis de similitud trófica. No obstante, esta información señala que el alimento principal de merluza de tres aletas proviene del zooplancton (eufáusidos) y peces pequeños luminiscentes.

La información de la dieta de merluza de tres aletas del presente estudio fue analizada con respecto los resultados de contenido estomacal provenientes de tres cruceros de investigación realizados en el 2001, 2002 y 2003 (Lillo *et al.*, 2002, Córdova *et al.* 2003 y Lillo *et al.* 2004, respectivamente, **Tabla 21**). De acuerdo a la dieta entre los años 2002, 2003 y 2004 confirman como presa principal a los eufáusido (entre 83% y 95% IIR); y en segundo orden al grupo de los peces del tipo luminiscente, como mictófidis y *Maurolicus sp.* (**Tabla 21**). Luego, la información de alimentación de merluza de tres aletas entre los años 2002, 2003 y 2004, permite confirmar que el balance de la dieta estaría más orientado a macro crustáceos del zooplancton (**Tabla 21**).

Otros crustáceos del zooplancton también han sido registrados en la dieta, como camarón (*Pasiphaea*), anfípodos y copépodos. Pero, durante el año 2001 se registró una mayor variación en la dieta, resaltando la presencia de Salpa (16% IIR, **Tabla 21**) y sifonóforos, especies gelatinosas del zooplancton.

Por otro lado, los estudios de contenido estomacal entre los años 2001 y 2003, durante el período reproductivo de merluza de tres aletas, muestran que la incidencia de encontrar estómagos con contenido dentro de la captura es escasa (8% en el 2001; 13% en el 2002, 22 % en el 2003, **Tabla 21**); siendo lo más probable encontrar un alto porcentaje de estómagos vacíos. Sin embargo, el crucero del 2004 fue efectuado en septiembre, mes posterior al máximo desove (agosto), registrándose una mayor incidencia de estómagos con contenido (36%, **Tabla 21**).

Las muestras estomacales del 2004 provienen de lances de identificación efectuados principalmente durante el día y parte de la noche, entre las 8 horas y 22 horas (**Tabla 22**). Durante este período, el grado de digestión de la principal presa (*Euphausia vallentini*) registró una mayor actividad de alimentación entre las 8 horas y 13 horas, con una mayor incidencia de la presa en los estómagos (82,6%, **Tabla 22**); en donde el 1,7% de las presas calificaron como entero, un 73% de presas semidigeridas y 8% de presas digeridas. Sin embargo, estos dos últimos valores podrían provenir de una actividad alimentaria anterior a las 8 horas (a.m.). Entre las 13 horas y 18 horas, como también entre las 18 horas y 22 horas, la información muestra escasa actividad de alimentación (**Tabla 22**). A lo cual, es necesario resaltar que estos antecedentes están sujetos a la muestra recolectada.

La estrategia alimentaria de merluza de tres aletas, basada en la representación gráfica de la abundancia específica de cada presa (P_i) versus las respectivas frecuencias de ocurrencia (**Figura 61**), muestra a *Euphausia sp.* como una presa

dominante, respecto de las restantes presas; es decir que en el área y período de estudio, merluza de tres aletas se alimentó prácticamente de una presa y en una alta proporción; aspecto que lo acerca a un especialista. No obstante, también se observa un grupo de presas hacia la izquierda del eje X y bajo valor del indicador P_i , las cuales se pueden clasificar como raras; pero en un rango intermedio se encuentran los peces pequeños luminiscentes; siendo estos últimos la segunda alternativa de alimentación.

La representación tridimensional del indicador numérico, frecuencia y gravimétrico (**Figura 62**) corrobora lo observado en el anterior indicador (P_i) y lo registrado con el IIR, en donde la dieta principal de merluza de tres aletas es *Euphasia sp.*; y secundariamente el aporte proviene del grupo de los peces luminiscentes. Aspecto que el coeficiente dietario de Hureau (Q%, **Tabla 23**) también confirma.

En el caso de la presa *Maurolicus sp.*, fue posible medir la longitud total a 68 ejemplares consumidos por merluza de tres aletas, cuya distribución de talla muestra una clara moda en el rango de la talla promedio de 3,5 cm (**Figura 63**), dentro de una amplitud de talla que comprendió los 2,8 cm y 5,2 cm; siendo principalmente consumidos los tamaños de *Maurolicus sp.* entre 3,0 cm y 3,9 cm, rango que acumula el 88% de la proporción en la distribución de talla.

De forma complementaria, fueron colectadas al azar muestras de estómagos en un crucero comercial del buque surimero (B/F Unionsur) que comprendió el mes de agosto del 2004, es decir anterior al crucero de investigación analizado en el presente estudio, pero efectuado en una zona similar. El área de las muestras estomacales del crucero comercial provino principalmente del área Taitao ($45^{\circ}30' S - 47^{\circ}30' S$), zona que el buque industrial concentró su operación.



En total fueron colectados 431 estómagos (**Tabla 24**), de los cuales 46 muestras presentaron contenido estomacal (11%) y 385 la condición de vacía (89%), este último valor supera al registrado en el crucero de investigación (48%). Los 46 estómagos registraron en el indicador numérico (90%) y frecuencia (89,1%) un dominio de los crustáceos respecto de los peces, representado por el grupo de los eufáusidos, y en especial de la especie *Euphasia vallentini* (**Tabla 25**); pero, en el indicador gravimétrico se invierte la importancia hacia los peces (91%, restos de peces). No obstante, el indicador de importancia relativa (IIR) identifica a *Euphasia sp.* (63% IIR) como principal presa en la dieta (**Tabla 25**), seguido de los restos de peces (22%). Esta información difiere en términos de los valores de importancia de las presas respecto de los resultados provenientes del crucero de investigación; que podría ser explicado por el reducido tamaño de muestras con contenido estomacal del crucero comercial, como también por la diferencia en el área y período que provienen las muestras.

5.8 Taller de Difusión y discusión metodológica

El proyecto contemplaba la realización de un taller de difusión y discusión metodológica, considerando la participación de científicos y técnicos relacionados con el tema, personas del sector extractivo y profesionales involucrados en el manejo de la pesquería. En concordancia con lo requerido en los términos básicos de referencia el Taller se efectuó antes de realizar la entrega del informe asociado a la 2° fase del estudio. El taller se efectuó el 25 de julio de 2005 en el auditorio “Marcos Espejo Vidal”, del Instituto de Fomento Pesquero en Valparaíso. Se enviaron invitaciones a profesionales relacionados con el tema, al Taller asistieron 12 personas, provenientes de diversos ámbitos: institucional, investigación y universitario (**Anexo 1**).



5.8.1 Presentación del proyecto

Primeramente, el ingeniero pesquero Sr. Alvaro Saavedra presenta el proyecto, sus objetivos, efectuando una descripción de la distribución de la especie en América del sur, de la pesquería y de los proyectos de investigación que se han efectuado en Chile con el apoyo del Fondo de Investigación Pesquera.

Posteriormente se exponen las metodologías y los resultados del proyecto:

- Biomasa y distribución del stock evaluado de la merluza de tres aletas, presentada por el Sr. Alvaro Saavedra (IFOP).
- La composición de tallas y proporción sexual por el Sr. Renato Céspedes (IFOP); la composición por edad, por la Sra. Vilma Ojeda (IFOP).
- Índice gonadosomático, estadio de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad por el Sr. Eduardo Díaz (IFOP).
- Importancia relativa de la fauna acompañante, por el Sr. Alvaro Saavedra (IFOP).
- Características de las agregaciones de la merluza de tres aletas, por el Sr. Alvaro Saavedra (IFOP).
- Composición de los principales ítems alimentarios de la merluza de tres aletas presentada por el Sr. Renato Céspedes (IFOP).

5.8.2 Panel de discusión

En relación al estimado de biomasa, el Sr. Rubén Pinochet (Secretario Ejecutivo del FIP-SUBPESCA) indica que en el periodo de 2001-2005 la biomasa y la abundancia disminuye, señala que se debe tratar de interpretar la varianza de los estimadores, con especial énfasis a la encontrada en el año 2004.



El Sr. Luis Villegas (U. de Valparaíso), señala que la cartografía indica que aplicando el diseño propuesto se logró acotar adecuadamente el recurso, porque se cumplieron los supuestos que llevaron a la aplicación del diseño empleado. Además, señala que una de las grandes interrogantes o aspectos importantes de evaluar es la magnitud de la caída del factor de condición en el post-desove inmediato, estableciéndose un factor que debe ser incorporado en la estimación de la biomasa.

El Sr. Rubén Pinochet, considera poco satisfactoria la evaluación del recurso empleada en el año 2004, en que se cuantificaron acústicamente las diferentes especies merluzas del área sur-austral, utilizando un cronograma secuencial, sistema que a su juicio debe ser redefinido.

La Dra. M. Angela Barbieri (IFOP), señala que este aspecto fue debidamente considerado en la planificación de los proyectos, para lo cual desde un principio se propuso la participación de a lo menos dos embarcaciones: el B/C Abate Molina y una embarcación aportada por la industria. Esto último no fue posible por razones operativas de las empresas. Por otra parte, el Ing. Saavedra (IFOP) había señalado que este aspecto se corregiría en el año 2005, efectuando el crucero en el mes de agosto con un barco de la empresa.

El Sr. Darío Rivas (SUBPESCA), considera que no se logró una ojiva de madurez con los datos recolectados en el crucero hidroacústico realizado en el año 2004. A lo que se le respondió, que esto era motivado por la ausencia de ejemplares de pequeñas tallas, lo cual es esperable ya que se está prospectado el stock parental en su foco de desove. La ojiva de madurez fue confeccionada supliendo la falta de las tallas pequeñas del presente crucero con tallas obtenidas previamente en el área en el año 2004 y en años anteriores. El Sr. Villegas, dijo que esta era una



práctica normal a nivel mundial dado que es muy difícil encontrar ejemplares de baja talla (juveniles) en época y fondos de desove. El Sr. Rivas solicita que en tal tema sólo se entregue la información específica recolectada en este proyecto, aspecto que no es posible de ejecutar, dada la estructura de la oferta técnica en que se debe entregar resultados de objetivos completos, en el informe quedó establecida esta situación.

El Sr. Darío Rivas consulta si la ojiva de madurez ha sido construida en edad y si ha tenido variaciones en el tiempo. Lo que está en consideración del IFOP, en razón de que se presenta la misma situación con ejemplares pequeños.

En relación a la fauna acompañante el Sr. Darío Rivas establece la necesidad de generar una cartografía de los recursos de fauna acompañante, esta cartografía se incorporará en el informe como diagrama de la presencia de cada especie **versus** su coordenada geográfica y la profundidad. Una cartografía más amplia debiera considerar un aspecto a lo menos estacional y con información de toda la operación de pesca en el área, lo que constituye **per se** un proyecto de investigación aparte.

En la caracterización de las agregaciones el Sr. Darío Rivas consulta sobre la normalización de las distribuciones, a lo cual el Ing. Saavedra le informa que efectuó una transformación logarítmica. Además, hace notar la necesidad de comparar los resultados alcanzados con los de los años anteriores, aspecto que ya está considerado en el informe.

Los Srs. Rivas y Villegas, no visualizan el aporte de efectuar un análisis de los descriptores morfológicos y batimétricos de las agregaciones, con respecto a lo cual se insiste en su uso para conocer la tendencia de dichos descriptores en el tiempo, habida consideración que en ciertas pesquerías se pueden relacionar con



la cuantificación de biomasa de un recurso. En tal sentido, el Sr. Sergio Avilés (IFOP) indica que la relación con el fondo, en especial la distancia de éste, es fundamental para comprender su abundancia relativa con relación al uso de redes de arrastre de fondo y/o de mediagua.

El Sr. Darío Rivas (SUBPESCA), plantea la conveniencia de incrementar el conocimiento de los factores abióticos tales como las masas de agua y la topografía submarina que permitan una mayor comprensión de la distribución, factor espacial y temporal del recurso merluza de tres aletas. Efectuar un seguimiento del comportamiento pre y post crucero espacialmente, en lo posible empleando sistema geográfico de información (SIG).

Dentro de las consideraciones generales sobre la merluza de tres aletas se destacó el hecho que esta especie efectúa migraciones hacia y desde el océano Atlántico, donde también constituye un recurso explotado.

Para determinar el periodo de inicio del crucero se debiera efectuar un monitoreo previo con los buques pesqueros que están operando en el área y, si esto no fuera posible, con el B/C Abate Molina.

Se opinó que se debe trabajar en forma coordinada con los evaluadores de stock, para dar énfasis al estudio de la variabilidad.

Por las consultas efectuadas, muchas de ellas relativas a situaciones deficitarias del conocimiento actual del recurso, las que permitirían aumentar la certidumbre de la evaluación de stock, se concluye que: primero, es fundamental establecer un programa global y detallado de investigación sobre la merluza de tres aletas; y en segundo lugar, garantizar la ejecución de este programa con el debido



presupuesto y, esencialmente, con una plataforma de trabajo (buque) más adecuada a las características de la zona.

En el proyecto se evaluó efectivamente el stock parental dado que ciertamente el 99% de los ejemplares se encontraban en la talla y con signos de desove.

5.8.3 Asistentes al taller

NOMBRE:	INSTITUCIÓN
Rubén Pinochet	FIP- SUBPESCA
Darío Rivas	SUBPESCA
Luis Villegas	Universidad de Valparaíso
Lorena Álvarez	P. Universidad Católica Valparaíso
Mariela Gutiérrez	P. Universidad Católica Valparaíso
Sergio Avilés	IFOP
Lizandro Muñoz	IFOP
Eduardo Díaz	IFOP
Vilma Ojeda	IFOP
Alvaro Saavedra	IFOP
Renato Céspedes	IFOP
M. Angela Barbieri	IFOP



6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Durante el presente estudio, se estimaron dos valores de biomasa **a)** 83.886 [56.322-111.451] y **b)** 115.674 [77.701-153.646] toneladas de merluza tres aletas. El primer estimado de biomasa se obtuvo a partir de la relación talla-fuerza de blanco estimada por Lillo *et al* (1996) para *Merluccius gayi*, mientras que la segunda fue a partir de la relación señalada para *Micromesistius poutassou* por Monstad (1992), relación última que es empleada en las evaluaciones de *Micromesistius australis* en Nueva Zelandia (Hanchet, 2000) y Argentina (Madirolas *et al.*, 1997). Sin embargo, debe ser considerada con precaución, pues Hanchet (2000) citando a Rose (1998), señala que la relación de fuerza de blanco propuesta por Monstad et al (1992) estaría sobreestimando la biomasa en niveles del 30%.

Las estimaciones de la biomasa y abundancia de merluza de tres aletas obtenidas en el presente estudio registran niveles inferiores a los registrados en el año 2003, con diferencias de -52% en biomasa y de -32% en abundancia. Si bien ya se observaba una tendencia decreciente en los estimados de biomasa obtenidos en los años 2002 y 2001 con respecto al 2003, éstos no eran significativos. Situación diferente a la actual, siendo explicada en parte por la distribución bimodal observada en la estructura de tallas de este año, determinada por una mayor presencia de individuos con tallas menores a 50 cm y la mantención de una moda de individuos de mayor talla (56-57cm) que aportan al tamaño del stock y por otra parte el que los ejemplares se encontraron en un estado muy disminuido de peso corporal, atribuible a que el recurso se detectó en un período post-desove, producto del período de realización del crucero, el cual se efectuó en el momento que el recurso se encontraba en el proceso migratorio post-desove. En general el peso promedio de las merluzas de tres aletas fue notablemente menor tanto en



machos como en hembras registrándose valores de 640 g y 791 g, respectivamente, lo que significa una reducción de un 29% en el peso promedio de los ejemplares con respecto al año pasado, correspondiendo a los más bajos del último trienio.

En relación a la distribución del recurso en el área y período de la prospección, ésta mantiene las características observadas en estudios previos (Lillo *et al.*, 1993; Córdova y Céspedes, 1997; Lillo y Céspedes, 1998, Córdova *et al.*, 2003, Lillo *et al.*, 2004), Las características son: conformar agregaciones de alta densidad, de pequeño tamaño en el sentido latitudinal (este-oeste) y más extensas longitudinalmente. Con respecto a la distribución latitudinal de la merluza de tres aletas, ésta se registró hacia el sector sur del área prospectada ($50^{\circ}00' - 51^{\circ}00'S$), con un centro de gravedad (CG) de la distribución en los $50^{\circ}10'S$ Esta situación difiere a lo observado el año anterior en que la mayor densidad se ubicó en el sector norte del área de estudio con el centro de gravedad ubicado en la latitud $47^{\circ}18'S$, lo que se atribuye principalmente al período en que se realizó el crucero este año en donde el recurso se encontró muy concentrado en proceso migratorio hacia el sur, lo que se refleja en un alto valor del índice de Gini (0,98) que supera a los obtenidos en los últimos años.

La composición de talla de merluza de tres aletas registrada en el 2004, como también en los cruceros de investigación realizados en los años 2001, 2002 y 2003 (Lillo *et al.*, 2002; Córdova *et al.*, 2003; y, Lillo *et al.*, 2004, respectivamente), mantiene la característica adulta de la estructura, con escasa presencia de juveniles. Confirmando en estos cuatro años de estudio el ingreso de la fracción adulta migratoria al área de estudio y que participa en el proceso de desove. Los ejemplares adultos se caracterizan por su alta concentración y dinamismo (desplazamiento) durante el proceso de desove (Lillo *et al.*, 2002.).



Aún cuando el crucero del año 2004 fue efectuado con posterioridad al período de máximo desove, sus resultados, más los resultados de los cruceros anteriores confirman en gran medida la estabilidad temporal del proceso migratorio de esta especie, aspecto que ha sido mencionado en otros estudios anteriormente (Lillo *et al.* 1999, 2002 y 2004; Córdova y Céspedes, 1997; Céspedes *et al.*, 2000 y 2001; Córdova *et al.*, 2003). Esta situación se confirma con las estructuras de tallas registradas en las capturas comerciales provenientes de la actividad de pesca de un buque arrastrero fábrica surimero, que tiene como objetivo principal capturar merluza de tres aletas, cuya operación se caracteriza en desplazarse latitudinalmente de forma similar como ingresa y sale de aguas chilenas la fracción adulta migratoria, registrando los máximos rendimientos de pesca justo en el área y mes de desove, agosto (Lillo *et al.* 1999; Córdova y Céspedes, 1997; Céspedes *et al.*, 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004).

Llama la atención en los cuatro años de estudio la tendencia a disminuir de la fracción adulta entre 50 y 60 cm, dando paso a un incremento de ejemplares adultos de menor talla (35-49 cm). Situación que podría explicar la acentuada bimodalidad de la estructura del año 2004 respecto de la estructura de los tres años anteriores; en donde el año 2003 fue registrado una bimodalidad, pero donde la fracción adulta de 50 y 60 cm predominó respecto de la otra (Lillo *et al.*, 2004). Este cambio, si se mantiene para los siguientes años podría significar variaciones en la abundancia del recurso y estructura poblacional, debido que esta condición podría responder a una reducción del stock desovante o a un incremento de ejemplares que se incorporan al proceso de desove.

Es importante señalar que la alta presencia en agosto de la fracción de adultos migratorios en una zona específica sería indicador de altas concentraciones del recurso y la presencia de focos importantes de desove. En este sentido, se debe destacar la presencia de estos ejemplares identificados durante el crucero de



merluza del sur y merluza de cola entre el 15 y 17 de agosto del 2004 entre las latitudes $46^{\circ}11'$ y $47^{\circ}00'$ S; lo cual muestra la alta movilidad de merluza de tres aletas, en donde focos de adultos detectados al norte del paralelo 47° , a mediados de agosto sean registrados 20 días después en aproximadamente 3 grados de latitud al sur ($50^{\circ}10'$ S); movilidad que ha sido descrita por estudios anteriores (Lillo y Paillaman, 1995; Lillo y Céspedes, 1998; Lillo *et al.*, 1999, 2002 y 2004; Córdova y Céspedes, 1997; Córdova *et al.*, 2003).

En relación a la estructura de edades y tallas del stock evaluadas, el lento crecimiento de este recurso a partir de la edad VII provoca que un grupo amplio de edades en el stock se concentren en un rango de tallas relativamente estrecho (46-64 cm), generando estructuras con una gran variedad de edades, observándose también diferencias en este aspecto con los cruceros anteriores. Si bien, la participación de machos a partir de la edad VII se mantiene en un 64% (63% año 2003), las hembras participan con un 68% (90% año 2003) reflejando una merma de los GE parentales más adultos en este último período, merma que viene acompañada por una alta participación de adultos jóvenes del GE VI, los que confirmarían aún lo descrito en estudios de evaluación de merluza de tres aletas en la misma área y mes de estudio (Lillo y Paillamán, 1995; Lillo y Céspedes, 1998; Lillo *et al.*, 1999; Córdova y Céspedes, 1997; Céspedes *et al.* 2000 y 2001; Córdova *et al.*, 2003), esto es una estructura dominada por ejemplares adultos pertenecientes a un rango relativamente estrecho de tallas y amplio en edades, asociadas a una actividad reproductiva intensa.

En la estructura de edades del stock obtenida durante el presente estudio, los grupos predominantes corresponden con la estructura observada el año anterior, avanzando las modas en una clase de edad, lo que indica la regularidad en el proceso migratorio, asociado al desarrollo reproductivo de este recurso y la estabilidad en la estructura demográfica del stock, aún cuando la participación en



forma inusualmente alta del GE VI (clase anual 1998) nos indica una mayor presencia de adultos j3venes en relaci3n a los GE parentales m3s adultos en este 3ltimo per3odo.

El an3lisis de los estadios de madurez sexual (agosto-septiembre de 2004) indic3 que la merluza en agosto present3 una importante actividad reproductiva, declinando en septiembre, coincidiendo con lo ocurrido en agosto de 2003, a3o en que se visualiz3 a la merluza de tres aletas en plena actividad reproductiva, con una mayor fracci3n de peces en una fase avanzada de desarrollo gonadal, observ3ndose adem3s procesos masivos de desove. Lillo *et al.* (2003) reportaron que durante los cruceros realizados en el 2001 y 2002 en similar zona y per3odo, se evidenci3 la plena actividad reproductiva con desoves importantes a mediados de agosto y comienzo de septiembre. Estos antecedentes coinciden con lo se3alado por otros investigadores (S3nchez *et al.*, 1986; Macchi y P3jaro, 1999 y P3jaro y Macchi, 2001), quienes describieron para la merluza de tres aletas en aguas del Atl3ntico sur oeste que la actividad reproductiva se desarroll3 de agosto a octubre, con un m3ximo desove en septiembre.

El 3ndice gonadosom3tico (IGS) reflej3 el grado de desarrollo gonadal observado en el an3lisis de los estadios de madurez sexual. Los valores del IGS calculados en el presente estudio fueron m3s bajos a los estimados en el 2003 para hembras. El mayor valor reportado en el 2003 estar3a asociado principalmente a un per3odo de intenso proceso de hidrataci3n y de liberaci3n de gametos (mediados de agosto), en cambio el menor valor en el 2004 estar3a asociado a que una proporci3n importante de las merluzas capturadas en septiembre se encontraban desovadas y en regresi3n.



Debido a la baja presencia en las colectas de hembras menores a 38 cm de longitud total fue necesario complementar la información de este estudio con los registros de madurez microscópicos obtenidos para esta misma zona y en similar período por los cruceros de investigación de 2001 (Lillo *et al.*, 2002); 2002 (Córdova *et al.*, 2003) y 2003 (Lillo *et al.*, 2004), de tal manera de tener una buena cobertura para el ajuste de la ojiva de madurez.

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

Estimaciones de fecundidad total en esta especie han sido calculadas en el mar Argentino por Lisovenko *et al.* (1982), quienes señalaron para 17 hembras una fecundidad que osciló de 137.000 a 948.000 ovocitos. Sánchez *et al.* (1986), reportaron en el Atlántico sur, una fecundidad promedio de 355.700 ovocitos con una mínima de 47.190 y una máxima de 1.945.130 ovocitos. Pájaro y Macchi (1999), indicaron para una hembra promedio de 51 cm de longitud total una fecundidad de 477.771 ovocitos. Lillo *et al.* (2002) en Chile, indicaron en hembras entre 50 y 61 cm de longitud total, una fecundidad que varió desde 119.479 a 1.110.293, con un promedio de 386.831 ovocitos. Posteriormente, Córdova *et al.* (2003), reportó que en hembras de 37 a 63 cm de longitud total, la fecundidad total osciló entre 124.058 y 1.103.030 ovocitos, con un promedio de 523.125 ovocitos. En el año 2003 (Lillo *et al.*, 2004), en hembras de 40 a 62 cm de longitud total, la fecundidad total varió de 119.842 a 1.340.841, con un promedio de 733.540 ovocitos. La fecundidad relativa promedio fue de 703



ovocitos por gramo de peso corporal. En el presente estudio, en hembras de 40 a 64 cm de longitud total, la fecundidad total varió de 76.676 a 1.573.646, con un promedio de 615.362 ovocitos. De igual forma, la fecundidad relativa promedio de 639 ovocitos por gramo de peso corporal, fue comparativamente mayor a los estimados por Sánchez *et al.* (1986) (323 ovocitos), por Lillo *et al.* (2002) (392 ovocitos) y similar al estimado por Córdova *et al.* (2003) (592 ovocitos) y Lillo *et al.* (2004) (703 ovocitos). Los valores estimados para el año 2004 son superiores a los citados anteriormente para aguas argentinas.

La captura obtenida durante el estudio, estuvo compuesta en un 52,82 % de merluza de cola, 39,62 % de merluza de tres aletas, 3,94% de reineta y 3,47 % de merluza del sur, contribuyendo estos cuatro recursos con el 99,85% de la captura total. Al considerar sólo la fauna acompañante, la merluza de cola representó el 87,48 %, seguido por la reineta con el 6,53%, la merluza del sur aportó el 5,75% y finalmente la jibia cuya contribución ascendió al 0,14%. Latitudinalmente merluza de tres aletas tuvo más participación entre los 50° y 51° L.S. con un 76%, mientras que batimétricamente la más alta proporción fue obtenida en el estrato de 259 a 299 m representando el 93,42% de la captura total obtenida.

Las agregaciones de esta especie presentaron altas densidades, encontrándose muy concentradas. Morfométricamente se mantiene la tendencia a formar agregaciones alargadas, no detectándose diferencias significativas en este aspecto en sentido latitudinal, mientras que batimétricamente se observó una tendencia a presentar mayor profundidad ante aumentos de latitud. El número de agregaciones detectadas sufrió una merma del orden del 57% con respecto al 2003, detectándose la mayor parte al sur de los 50° L.S.

Los estudios estomacales de merluza de tres aletas efectuados en los cruceros de investigación entre los años 2001, 2002, 2003 y 2004 confirman una alta



probabilidad de registrar estómagos vacíos en los muestreos biológicos de la captura, y una baja probabilidad de estómagos con contenido. Esta escasa presencia de estómagos con contenido también ha sido registrada por otros estudios en este recurso. Córdova *et al.* (2003) sugiere que la baja presencia de estómagos con contenido y la alta presencia de estómagos vacíos registrado en los cruceros de investigación correspondería a una respuesta al proceso reproductivo que presenta la fracción adulta migratoria de esta especie. Pool *et al.* (1997), en un estudio anual en aguas chilenas, registró en merluza de tres aletas un 27% de estómagos con contenido, analizando 82 muestras. Otero (1977) en un estudio de merluza de tres aletas proveniente de aguas argentinas registró un 22% de estómagos con contenido (181 muestras). Otras razones que podrían explicar la baja presencia de estómagos con contenido, sería la rápida digestión de presas con cuerpos frágiles, como son las especies de zooplancton. Esta situación no permite efectuar otros tipos de análisis (contrastes espaciales y temporales). Luego, para dilucidar mejor el comportamiento de alimentación y los posibles cambios en la dieta de merluza de tres aletas se sugiere generar estudios orientados específicamente a estos temas, es decir donde el estudio trofodinámico sea el objetivo general, en donde el muestreo de estómagos sea intensivo.

Los resultados del análisis del contenido estomacal de merluza de tres aletas de los cruceros de investigación, confirman la característica zooplanctófago del tipo carcinófago de merluza de tres aletas. Característica también mencionada por otros estudios (Lillo *et al.*, 2002, Córdova *et al.*, 2003; Pool *et al.*, 1997; Otero, 1977; Avilés y Aguayo, 1979). Identificándose entre sus presas principales a ***Euphausia*** (94,4% IIR en el 2004); presa mencionada por dichos estudios como la dieta principal en esta especie, seguido de los peces pequeños luminiscentes (mictófidos y ***Maurolicus sp.***). En particular, durante el año 2004, ***Euphausia vallentini*** fue la presa dominante, con una posible mayor actividad de alimentación nocturna (madrugada) hasta el mediodía.



Otero (1977) en estudios efectuados en el atlántico suroccidental, 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. Aspecto que requiere ser dilucidado en futuros estudios llevados a cabo tanto en aguas chilenas como en aguas Atlánticas.

Sin embargo, merluza de tres aletas se alimenta de especies presentes en el zooplancton a mediagua; especies que registran grandes variaciones en su disponibilidad y abundancia como respuesta a factores ambientales. Los eufáusidos constituyen un grupo abundante en las aguas que habita merluza de tres aletas. No obstante, estos cambios en la disponibilidad y abundancia de las especies del zooplancton explicarían la presencia importante de salpas y sifonóforos en la dieta de merluza de tres aletas registrado en el crucero del año 2001 (Lillo *et al.*, 2002), ya que son especies gelatinosas que incrementan rápidamente su abundancia producto de factores ambientales favorables (Lillo *op cit*), aspecto que sugiere que merluza de tres aletas podría tener un comportamiento oportunista frente a la oferta alimentaria. No obstante, la dieta de merluza de tres aletas registrada durante el 2004 muestra que es una especie con una estrategia alimentaria especializada al hábitat, con eufáusido como presa dominante; aspecto que se ha observado en los años 2002 y 2003 (Córdova *et al.*, 2003 y Lillo *et al.*, 2004, respectivamente); sin embargo, esta especie muestra



también una preferencia hacia peces pequeños luminiscentes, que no obstante no sobrepasan en importancia a los crustáceos, conforman una parte de su dieta.



7. CONCLUSIONES

- Se estimó una biomasa total media de 83.886 toneladas, con un intervalo de confianza ($\alpha/2 = 5\%$) entre 56.322 y 111.451 toneladas.
- La composición por sexo de la biomasa fue de 36.942 toneladas (44%) de machos y 46.945 toneladas (56%) de hembras, con un aporte de la fracción adulta del 99,7% y 99,8% para machos y hembras, respectivamente.
- La abundancia del recurso se estimó en 117.052.899 ejemplares, que desagregados por sexo resultan en 57.710.582 ejemplares de machos (49,3%) y 59.342.316 ejemplares de hembras (50,7%).
- El stock evaluado estuvo compuesto en un 99,7% y 99,8% por machos y hembras adultos, de tallas superiores o iguales 36 cm de longitud total.
- El recurso presentó una distribución desplazada al sector sur del área de estudio y asociada al borde de la plataforma y talud continental, concentrada en una estrecha franja longitudinal, en una situación de migración hacia el sur y retiro del área de desove. El centro de gravedad latitudinal del stock evaluado se ubicó en la latitud 50°10'S.
- El stock evaluado de merluza de tres aletas presentó una distribución altamente agregada, representada por un índice de Gini igual a 0,98.
- En los cuatro años de investigación, la estructura de talla de la población desovante de merluza de tres aletas es principalmente adulta, manteniéndose relativamente estable una moda principal entre los 50 y 60



cm, presentando este período un aumento de la presencia de fracciones adultas entre 35 y 49 cm .

- La moda principal entre 50 y 60 cm correspondería a la fracción adulta migratoria que llega al área a desovar en forma estable, pero con variaciones en su distribución espacial entre los años.
- El stock de merluza de tres aletas evaluado, presentó una estructura etaria comprendida entre 2 y 20 años, estando compuesto principalmente por los GE IV a XVIII, los cuales constituyen el 96% de la abundancia del stock. Dentro de esta fracción el GE de mayor aporte corresponde al GE VI, grupo modal.
- El análisis microscópico de las gónadas indicó que la merluza de tres aletas, en la segunda quincena de agosto de 2004, se encontró en pleno proceso reproductivo, con un importante desarrollo gonadal, asociados a procesos masivos de desove. En septiembre se evidenció la declinación del desove, observándose al término de la primera quincena de septiembre un alto porcentaje de hembras desovadas y en regresión.
- La fecundidad total promedio fue de 615.362 ovocitos y la fecundidad relativa fue de 639 ovocitos, similar a lo reportado en los años 2002 y 2003.
- La talla de primera madurez sexual se estimó en 36,1 cm de longitud total.
- La captura obtenida durante el estudio, estuvo compuesta en un 52,82 % de merluza de cola, 39,62 % de merluza de tres aletas, 3,94 de reineta y 3,47 % de merluza del sur, contribuyendo estos cuatro recursos con el



99,85% de la captura total, mientras que la fracción restante estuvo compuesta por jibia (*Dosidicus gigas*), brótula (*Salilota australis*), jurel (*Trachurus murphy*) y cojinoba azul (*Serirolela punctata*) alcanzando esta especies en conjunto un 0,15% de la captura.

- Las agregaciones de merluza de tres aletas presentaron una relación significativa entre su morfometría y densidad, observándose además que las características morfométricas de éstas no presentan diferencias a lo largo del área de estudio.
- La dieta principal de merluza de tres aletas en el 2004 fue *Euphausia vallentini* (94,4% IRI); seguido de peces pequeños luminiscentes (*Maurolicus sp.* 3,39% IRI).
- Merluza de tres aletas es planctófaga tipo carcinófaga, seguido secundariamente de características ictiófagas.
- La estrategia alimentaria de merluza de tres aletas durante el 2004 fue especialista con eufúsido como presa dominante.
- Entre los años 2001 y 2004 se ha observado una tendencia decreciente en los indicadores de biomasa y abundancia, siendo este ultimo año significativamente menor con respecto al 2003 disminuyendo en un 52% y 32%, respectivamente.
- Debido al período de realización del crucero (2-14 septiembre), se detectó al recurso en el proceso de migración post-desove, encontrando a los individuos en un disminuido peso corporal (29% menor con respecto al 2003)



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).
- Barbieri, M. A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, G. Bohm, J. L. Blanco, E. Yáñez, V. Catasti, H. Robotham, H Arancibia, O. Guzmán y F. Gerlotto. 1998.** Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (fase crucero metodológico). Informe de avance al FIP. IFOP, Chile. 52 p + anexos y figs.
- Berg, J. 1979.** Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens*. *Mar. Biol.* 50: 263-273.



Bez, N. y P. Fernandes. 2002. Geoestadística en hidroacústica. Apuntes de curso. Proyecto ACTIVE – UCV. 48 pp.

Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21.

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

Céspedes, L. Adasme, C. Vera y H. Miranda. 2001. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur-Austral 2000. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA, Parte I, Informe final, IFOP, 60 pp. (+ tablas, figuras y anexos).

Céspedes, R., L. Adasme, M. Nilo, E. Palta, V. Ojeda, M. Montecinos, V. Espejo, Z. Young, L. Muñoz, F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid y L. Chong. 2004. Investigación Situación Pesquería Demersal Austral, 2003. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SUBPESCA. Informe final, IFOP, 224 p. (más anexos).

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



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

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

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.



- Foote, K.; Knudsen, H.; Vestnes, G.; Maclennan, D. & Simmonds, J. 1987.** Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. ICES. Cooperative Research Report N° 144.
- Freon, P., F. Gerlotto, O. A. Missund. 1996.** Consequences of fish behaviour for stock 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.
- Hair, J., R. Anderson, R. Tatham y W. Black (1999):** Análisis Multivariante, 5° edición. Prentice+ Hall, Iberia, Madrid. 832 pp
- Hanchet, S. M. 2000.** Suthern blue whiting (*Micromesistius australis*) stock assesment for the Bounty Platform and Campelds island Rise for 200. New Zealand Fisheries Assesment Report 200/44, 35p.
- Hunter, J. y B. Macewicz. 1985.** Measurements of spawning frecuency in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.) an egg production method for estimating spawning biomass of palagic fish: aplicacion to the norther 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, y A. Saavedra. 2005. Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas. En su unidad de pesquería, año 2004. Informe Final (Fase I) Proyecto FIP 2004-08-1, IFOP.

Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, J. Oliva, L. Adasme y A. Saavedra. 2002. Evaluación hidroacústica de merluza de tres aletas. Informe Final Proyecto FIP 2001-20, IFOP.

Lisovenko, L. A. Barabanov y V. Yefremenko. 1982. (new data on the reproduction of the “Souther Putassu”, *Micromesistius australis* (Gadidae) from the Falkland-Patagonian zoogeographic region). Journal of Ichthyology 22(4): 55-67.

Macchi, G. & Pájaro, M. 1996. Features of the reproductive biology of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*). INIDEP. 23 pp.

Macchi, G. Y M. Pájaro. 1999. Features of the reproductive biology of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*). National Institute for Fisheries Research and Development (INIDEP). Documento Científico 5: 67-79.

Macchi, G., M. Pájaro y O.C. Wöhler. 2004. Batch fecundity and spawning frequency of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the southwest Atlantic Ocean. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 2005, Vol. 39: 993-1000



MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992. Fisheries acoustic. Chapman & Hall, 325 pp.

Madirolas, A., E. Guerrero, R. Sánchez, L. Prenskey, M. Sabatini, M. Pájaro and L. Machindiarena. 1997. Acoustic, oceanographic and ichthyoplanton surveys on the spawning grounds of the austral blue whiting (*Micromesistius australis*), off southern patagonian, 1994-1996. ICES, CM 1997/Y: 26.

Maravelias, D., D. Reid, J. Simmonds and J. Haralabous. 1996. Spatial analysis and mapping of acoustic survey data in presence of high local variability: a geostatistical application to north sea herring (*Clupea harengus*). Can. J. Aquat. Sci. 53: 1497-1505.

Maynou, F., F. Sardá and G. Conan. 1998. Assesment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* populations in the northwestern mediterranean by geostatistics. J. Mar. Sci. 55: 102-120.

Monstad, T., Borkin, I., & Ermolchev, V. 1992. Report of the joint Norwegian-Russian acoustic survey on blue whiting, spring 1992. ICES C:M: 1992/H:6. 26 p.

Myers, R. A., y N. G. Cadigan. 1995. Was an increase in natural mortality responsible for the collapse of northern cod? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 1274-1285.

Nakamura, I. 1986 Important fishes trawled off Patagonia. Japan Marine Fishery Resource Center. Tokyo. Japan. 369 p.



- Nielsen and Schoch, 1980.** Errors in estimating mean weight and other statistic from mean length. Trans. of the Am. Fish. Soc. 109: 319 – 322
- Ojeda, V., F. Cerna, J. Chong, M. Aguayo, I. Payá.** 1998. Estudio de Crecimiento y construcción de claves talla edad de merluza de tres aletas y merluza de cola. FIP 97-15 - IFOP. 131p, 52 fig. 53 tablas y anexo.
- Otero, H. 1977.** Relación largo-peso y alimentación de la “polaca” (Gadidae, *Micromesistius australis* Norman 1937) del Atlántico sudoccidental. Physis (37): 13 – 23.
- Pájaro, M. Y G. Macchi. 2001.** Spawning pattern, length at maturity, and fecundity of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the south-west Atlantic Ocean. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, Vol. 35: 375-385.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993.** Plancton marino en aguas chilenas. Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Paulin, C., A. Stewart, C. Roberts and P. McMillan. 1989.** New Zealand fish: a complete guide. National Museum of New Zealand Miscellaneous Series No. 19: 1-279.
- Payá, I. 1997.** Evaluación de stock y modelos de reclutamiento y éxito reproductivo. En: Dinámica del stock de merluza común y su relación con el medio ambiente. Proyecto FIP. Informe final. 156 pp.



- Pelletier, D. y A. M. Parma. 1994.** Spatial distributions of pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*): an application of geostatistics to longline survey data. Can. J. Aquat. Sci. 51:1506-1518.
- Perrotta, R. G. 1982.** Distribución y estructura poblacional de la polaca (*Micromesistius australis*). Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, N°3: 35-50.
- Petitgas, P. 1991.** Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 p.
- Petitgas, P. And A. Prampart. 1993.** EVA. Estimation Variance. A geostatistical software for structure characterization and variance computation. Éditions de l'Orstom.
- Petitgas, P. and T. Lafont. 1997.** EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on windows 95 for the precision of fish stock assesment surveys. ICES CM 1997/Y: 22.
- Pienaar L. and W. Ricker, 1968.** Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 – 2747
- Pinkas, L. M. Olphant and I. Iverson. 1971.** Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish and Game. Fish Bull., 152: 105 p.
- Pool, H., F. Balbontín, C. Montenegro, N. Cortes y M. Arriaza. 1997.** Interacciones tróficas recursos demersales sur-austral. Informe final proyecto FIP 94-32. FIP-IFOP. 76 p.



- Redes. 1998.** Mucho hoki y poca polaca. En: Redes, N°12(104).
- 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.
- Rose, G. A. 1998.** Review of southern blue whiting acoustic projects for the ministry of Fisheries, Wellington, New Zealand, 28 july, 1998. Unpublished report 12 p. (held by ministry off Fisheries, Wellington).
- Russelo, I. 1994.** Size-age composition of Southern poutassou (*Micromesistius australis*) catches in New Zealand area. YugNIRO 1994 vol. 40; 84.
- Russelo, I. 1995.** On the problem of southern poutassou (*Micromesistius australis* Norman) catches size-age composition from New Zealand regions. YugNIRO Vol. 41, 114-117.



Sánchez, R., J. de Ciechowski y E. Acha. 1986. Estudios sobre la reproducción y fecundidad de la polaca (*Micromesistius australis*, Norman, 1937) en el Mar Argentino. Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, N°6: 21-43.

Santander, H., J. Alheit y P. Smith. 1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicación del " Método de Producción de Huevos ". Bol. Inst. Mar Perú, Callao. 8: 209-250.

Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des especes pelagiques a partir d'atributs 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.

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. (1993-2003)
zona sur exterior (47°S-57°S)

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

Tabla 2
Calibración del sistema de ecointegración Simrad Ek500. B/C "Abate Molina"

Lugar: Bahía de Puerto Ballena (21-09-2004)			Estado de mar : Calma		
Profundidad del fondo: 38 m			Profundidad de la esfera : 12 m		
2 way beam angle: -20,7 dB			Angle sensitivity: 21,9 dB		
3 dB angle: 7 °					
Ganancia TS (dB)			Ganancia SV (dB)		
Longitud de pulso (ms)			Longitud de pulso (ms)		
0,3	1,0	3,0	0,3	1,0	3,0
26,44	27,90	28,76	26,87	27,63	28,33

Tabla 3
Relación TS- Longitud, área prospectada, estimados de biomasa, varianza y límites de confianza de merluza de tres aletas ($C_b=0,16/mn^2/Sa$ y $C_b=0,22/mn^2/Sa$ respectivamente)

Relación Longitud-TS	Área (mn^2)	Biomasa (t)	Varianza ($10^8 t$)	Límites de confianza (t)	
TS= 20*Log(talla) – 68,5 (Lillo <i>et al.</i> , 1996)	1.718	83.886	2,79	56.322	111.451
TS= 21,7*Log(talla) – 72,8 (Monstad <i>et al.</i> , 1992)	1.718	115.674	5,31	77.701	153.646



Tabla 4
Parámetros de la relación peso-longitud de merluza tres aletas, años 2002-2004

Sexo	Parámetros	Zona sur, agosto 2002	Zona sur, agosto 2003	Zona sur, septiembre 2004
Machos	a	0,000998926 (0,000789929 - 0,001207922)	0,0007878 (0,0003916 - 0,0011839)	0,0054013 (0,0041661 - 0,0066365)
	b	3,477669902 (3,424746195 - 3,530593610)	3,5367981 (3,4097759 - 3,6638203)	3,0039229 (2,9447611 - 3,0630848)
	N	1007	222	402
	r ²	0,96358	0,9544	0,9537
Hembras	a	0,002701572 (0,001704505 - 0,003698640)	0,0021798 (-0,0002153 - 0,0045749)	0,0043446 (0,0028957 - 0,0057935)
	b	3,225288413 (3,133714110 - 3,316862716)	3,2922254 (3,0209083 - 3,5635425)	3,0643164 (2,9798732 - 3,1487596)
	N	793	228	264
	r ²	0,92168	0,8655	0,9505
Ambos	a	0,001748367 (0,001427946 - 0,002068787)	0,0009192 (0,0004242 - 0,0014142)	0,0044199 (0,0035980 - 0,0052418)
	b	3,334303562 (3,288480377 - 3,380126748)	3,5033933 (3,3696569 - 3,6371297)	3,0579276 (3,0103521 - 3,1055031)
	N	1.800	450	666
	r ²	0,95194	0,927	0,9543



Tabla 5
Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, machos, crucero 2004 (B=83.887 t).

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																					
32 - 33	19912																				
34 - 35	102675	19912																			
36 - 37	709320		51338	51338																	
38 - 39	1406923		163689	436504	109126																
40 - 41	4117518		61171	795218	183512	367023															
42 - 43	8604875			843347	496086	2579650	198435														
44 - 45	8099463				809871	6782666	809871	202468													
46 - 47	7325848			120888	483550	4593725	1208875	967100	604438		120888										
48 - 49	5414898					1165476	1498469	665986	1997959	665986	499490	332993	499490								
50 - 51	4400784				164088	492263	492263	656351	328176	984527	656351	517739	656351	820439				164088			
52 - 53	2408571					258870	258870	776609	258870	1035479	258870	602143	602143	776609	258870						
54 - 55	4853733													602143							602143
56 - 57	7256590								907074					1213433	606717	606717				1213433	606717
58 - 59	2745166													453537	453537					453537	453537
60 - 61	244308															1360611	549033				1360611
62 - 63																549033	1098066				549033
64 - 65																					602143
66 - 67																					1213433
68 - 69																					907074
70 - 71																					606717
72 - 73																					453537
74 - 75																					907074
76 - 77																					244308
78 - 79																					
80 - 81																					
82 - 83																					
84 - 85																					
86 - 87																					
TOTAL	57710582	19912	276197	2247294	2246233	16239673	4466782	3870657	2602396	2762248	2640383	1248214	4491726	2657301	865586	1909644	3683018	3271683	1060253	1151382	
PORCENTAJE		0,03	0,48	3,89	3,89	28,14	7,74	6,71	4,51	4,79	4,58	2,16	7,78	4,60	1,50	3,31	6,38	5,67	1,84	2,00	
TALLA PROM. (cm)		32,50	36,57	39,09	42,31	43,25	45,42	47,87	46,04	51,70	48,72	48,38	52,70	51,82	53,30	57,08	56,41	55,36	55,36	57,35	
VARIANZA		0,00	1,62	4,23	7,39	4,82	5,78	9,46	0,71	15,58	3,01	1,88	13,86	9,29	3,35	0,82	4,69	3,79	0,98	2,67	
PESO PROM (g)		188,0	268,9	330,1	420,3	447,0	518,0	608,9	535,5	771,5	636,8	622,6	814,8	771,3	833,8	1.021,1	989,4	934,3	931,6	1.037,6	

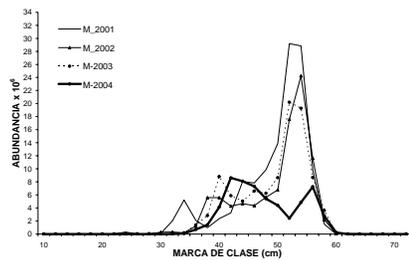
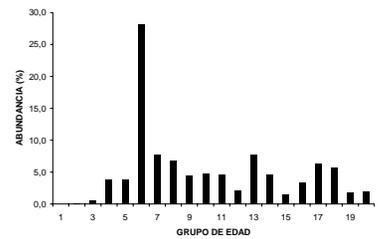




Tabla 6
Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de tres aletas, hembras, crucero 2004 (B=83.887 t).

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																					
32 - 33																					
34 - 35	176677		176677																		
36 - 37	626172		250469	375703																	
38 - 39	1211810		80787	1050235		80787															
40 - 41	2194540			1003218	313506	815115	62701														
42 - 43	3176380			441164	529397	2205819															
44 - 45	6109318			185131	185131	5368794	185131	185131													
46 - 47	7623561			693051	3927289	1848136	924068			231017											
48 - 49	6296439				1368791	547516	1642549	1368791	821275	547516											
50 - 51	3662908					348848	1046545	523273	697697												
52 - 53	3387240					161297	483891	483891	161297	821275	547516										
54 - 55	3843442							427049	806486	161297											
56 - 57	5755668																				
58 - 59	8388962																				
60 - 61	6224748																				
62 - 63	455608																				
64 - 65	208843																				
66 - 67																					
68 - 69																					
70 - 71																					
72 - 73																					
74 - 75																					
76 - 77																					
78 - 79																					
80 - 81																					
82 - 83																					
84 - 85																					
86 - 87																					
TOTAL	59342316		507933	3055452	1721084	13927893	3476224	4282185	3565637	1037503	3119186	4073388	3574079	3869180	3515471	2593149	2122209	2841668	1285345	774729	
PORCENTAJE			0,86	5,15	2,90	23,47	5,86	7,22	6,01	1,75	5,26	6,86	6,02	6,52	5,92	4,37	3,58	4,79	2,17	1,31	
TALLA PROM. (cm)			36,1	39,9	44,0	45,0	47,8	48,8	52,2	51,2	52,8	55,5	55,1	57,7	58,4	56,8	60,0	59,1	58,3	61,6	
VARIANZA			1,88	4,47	5,47	5,00	6,32	4,23	14,81	6,23	12,37	10,45	10,79	4,91	7,56	5,06	1,61	3,52	3,94	3,15	
PESO PROM (g)			259	352	476	509	616	654	813	756	841	976	950	1087	1132	1038	1223	1171	1121	1326	

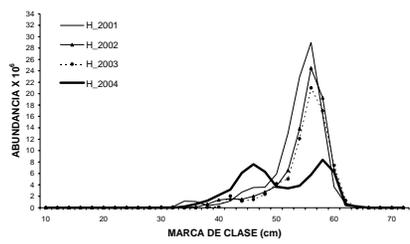
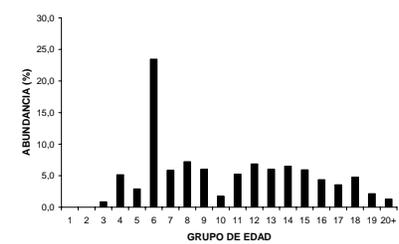




Tabla 7

Posici3n y composici3n por especie de los lances efectuados por el Abate Molina en el 1rea y per3odo de estudio

Lance	Latitud	Longitud	% m. tres aletas	% m cola	% m austral	% reineta	Total (Kg)
1	5101,02	7601,36	0,0	99,6	0,0	0,3	1162
2	5053,51	7605,25	0,0	0,0	0,0	100,0	44
3	5009,50	7554,70	97,5	1,1	1,4	0,0	2726
4	5011,30	7553,00	91,9	7,1	1,0	0,0	1406
5	5006,20	7550,90	10,0	82,1	7,4	0,0	1171
6	4944,70	7557,80	0,0	0,0	0,0	100,0	29
7	4945,90	7557,80	22,4	43,0	21,1	10,1	115
8	4903,30	7601,20	0,0	0,0	0,0	100,0	33
9	4911,20	7559,00	24,9	0,0	0,0	75,1	44
10	4815,40	7556,10	12,7	80,9	0,5	5,9	900
11	4821,00	7558,40	0,0	0,0	0,0	100,0	55
12	4743,50	7540,00	0,0	24,2	0,0	75,8	105
13	4735,10	7539,60	0,0	83,6	0,0	16,4	440
14	4729,40	7535,80	0,1	99,5	0,0	0,4	1519
15	4717,20	7535,10	0,2	52,1	47,7	0,0	426
16	4818,10	7557,20	0,7	93,2	2,3	2,3	336
17	4820,90	7558,60	29,9	67,3	1,1	1,6	558

Tabla 8

Estadística b1sica de la talla de merluza de tres aletas por 1rea y rango de profundidad (promedio relinga superior). B/C "Abate Molina" (septiembre 2004)

		Talla						Proporci3n Sexual	
		M3nimo (cm)	M1ximo (cm)	Promedio (cm)	Des. Estandar (cm)	N1mero Individuos	< 35 cm. %	Machos %	Hembras %
1rea Total	Machos	32	60	51,7	5,7	1064	0,8	49,3	50,7
	Hembras	34	64	54,7	5,8	574	0,2		
	Total	32	64	53,0	6,0	1638	0,5		
Area 2 Penas-Ladrillero 47°30' - 48°59' L.S.	Machos	32	59	41,4	3,2	517	0,8	78,4	21,6
	Hembras	34	56	43,6	4,4	142	0,2		
	Total	32	59	41,9	3,6	659	0,8		
Area 3 Trinidad-Concepci3n 49° - 51 L.S.	Machos	34	60	46,1	5,5	547	0,8	47,3	52,7
	Hembras	35	64	49,8	6,5	432	0,0		
	Total	34	64	47,7	6,2	979	0,6		
Por rango de profundidad promedio de red (m)									
100-199 m	Machos	34	59	44,2	5,4	152	2,6	78,4	21,6
	Hembras	35	62	43,1	5,9	42	0,0		
	Total	34	62	43,9	5,5	194	2,1		
200-299 m	Machos	37	60	46,9	5,3	395	0	46,4	53,6
	Hembras	36	64	50,5	6,2	390	0		
	Total	36	64	48,7	6,0	785	0		
300-399 m	Machos	32	59	41,4	3,2	517	2,6	78,4	21,6
	Hembras	34	56	43,6	4,4	142	0,7		
	Total	32	59	41,9	3,6	659	0,8		



Tabla 9
Número de individuos muestreados por lance según tipo de muestreo

Lance N°	Tipo de muestreo			
	Biológico	Longitud	Gónadas	Estómagos
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	100	311	48	9
4	100	392	56	6
5	100	194	24	22
6	0	0	0	0
7	55	55	6	11
8	0	0	0	0
9	23	23	2	17
10	132	228	30	113
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	3	3	1	0
15	1	1	1	1
16	5	5	2	3
17	154	422	90	87
TOTAL	763	1634	303	269

Tabla 10
Abundancia por grupos de edad y desviaci3n est3andar, merluza de tres aletas.
Crucero de Evaluaci3n, 2004.

GE	Machos		Hembras	
	N3mero	s.d.	N3mero	s.d.
I				
II	19.912	745		
III	276.197	129.239	507.933	193.751
IV	2.247.294	375.990	3.055.452	498.539
V	2.246.233	452.800	1.721.084	503.039
VI	16.239.673	1.091.079	13.927.893	1.202.009
VII	4.466.782	761.766	3.476.224	820.668
VIII	3.870.657	941.739	4.282.185	910.233
IX	2.602.396	592.461	3.565.637	1.117.785
X	2.762.248	993.068	1.037.503	412.933
XI	2.640.383	687.888	3.119.186	1.119.954
XII	1.248.214	474.246	4.073.388	1.469.865
XIII	4.491.726	1.355.005	3.574.079	1.254.618
XIV	2.657.301	941.211	3.869.180	1.451.806
XV	865.586	663.887	3.515.471	1.398.809
XVI	1.909.644	926.421	2.593.149	1.200.859
XVII	3.683.018	1.249.048	2.122.209	1.110.328
XVIII	3.271.683	1.309.805	2.841.668	1.324.039
XIX	1.060.253	761.537	1.285.345	919.832
XX	1.151.382	625.518	774.729	568.871
Total	57.710.582		59.342.316	

Tabla 11
Proporci3n de captura (%) obtenida en los lances de pesca de identificaci3n

Especie	Captura total		Captura fauna acompa1ante	Frecuencia de ocurrencia
	(kg)	(%)		
Merluza de tres aletas	4.391	39,62	-	58,52
Merluza del sur	385	3,47	5,75	47,06
Merluza de cola	5.855	52,82	87,48	70,59
Jibia	10	0,09	0,14	17,65
Reineta	437	3,94	6,53	76,47
Jurel	3	0,02	0,04	5,88
Brotula	3	0,03	0,04	5,88
Cojinoba azul	1	0,01	0,02	5,88
	11.085	100,00	100,00	

Tabla 12

Valores promedio, m3ximos y m3nimos de los descriptores morfol3gicos y batim3tricos de agregaciones de merluza de tres aletas.

Variable	Promedio	Max.	Min.	Desv.est	Nº obs
Largo (m)	1742,3	6397,8	100,7	1390,2	46
Alto (m)	23,1	52,2	8,1	10,4	46
Elongaci3n	79,7	365,7	10,8	67,8	46
Per3metro (m)	9530,3	25942,4	381,2	7063,2	46
Area (m ²)	42787,5	182069,8	892,8	40310,2	46
Dim. Fractal	1,46	1,56	1,34	0,07	46
Prof. Card (m)	208,4	333,4	119,8	42,3	46
Prof. Fondo (m)	447,8	1346,1	132,7	246,8	46
Indice altura	44,0	81,5	9,7	20,4	46
Sa	11942,1	105945,7	66,5	19980,7	46

Tabla 13

Matriz de correlaciones entre las variables originales.

Variable	Largo	Alto	Elon	Per3m	Area	Dfrac	ProfCard	Fondo	IndAlt
Largo	1								
Alto	0,256	1							
Elongaci3n	0,890	-0,139	1						
Per3metro	0,936	0,401	0,744	1					
Area	0,846	0,640	0,528	0,896	1				
Dim. Fractal	0,345	-0,316	0,497	0,431	0,096	1			
Prof Card	0,209	-0,354	0,404	0,077	-0,051	0,341	1		
Fondo	0,600	-0,109	0,607	0,527	0,389	0,309	0,410	1	
Indice altura	0,574	0,137	0,469	0,598	0,496	0,308	0,150	0,862	1

Tabla 14

Valores propios y proporci3n de la variabilidad explicada por los componentes principales.

	Com.1	Com.2	Com.3	Com.4	Com.5	Com.6	Com.7
Valor propio	4,43	1,50	0,81	0,12	0,10	0,05	0,01
% variabilidad	63,25	21,37	11,55	1,68	1,38	0,68	0,08
% acumulado	63,25	84,62	96,18	97,85	99,24	99,92	100,00



Tabla 15

Matriz de correlaci3n de las variables originales con los componentes principales.

Variable	Com.1	Com.2
Largo	0,960	0,021
Alto	0,318	0,886
Elongaci3n	0,808	-0,345
Permetro	0,946	0,183
Area	0,861	0,460
Fondo	0,735	-0,519
Indice altura	0,759	-0,278

Tabla 16

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

Variable	Latitud	N	Prom	D.S.	C.V.
Largo	48	5	2.674,8	2.250,3	0,84
	49	10	1.395,3	775,2	0,56
	50	29	1.803,5	1.352,1	0,75
Alto	48	5	15,1	3,2	0,21
	49	10	21,5	8,0	0,37
	50	29	25,9	10,9	0,42
Elongaci3n	48	5	167,4	123,6	0,74
	49	10	67,6	36,0	0,53
	50	29	72,4	55,5	0,77
Permetro	48	5	12.342,6	7.646,5	0,62
	49	10	7.644,5	3.750,0	0,49
	50	29	10.285,4	7.667,1	0,75
Area	48	5	41.683,2	38.801,0	0,93
	49	10	30.322,3	19.624,4	0,65
	50	29	50.051,8	45.236,5	0,90
Dim. Fractal	48	5	1,53	0,03	0,02
	49	10	1,47	0,06	0,04
	50	29	1,45	0,06	0,04
Prof. Card	48	5	239,4	23,9	0,10
	49	10	240,6	51,3	0,21
	50	29	193,5	33,8	0,17
Fondo	48	5	440,0	229,4	0,52
	49	10	401,9	117,1	0,29
	50	29	480,9	283,3	0,59
Ind. Altura	48	5	37,4	21,9	0,58
	49	10	37,5	12,6	0,34
	50	29	49,4	20,7	0,42



Tabla 17

Valores críticos y calculados test F un factor para comparación de valores medios de los descriptores por latitud (datos normalizados).

Variable	MST	MSE	F	Prob.	F crítico
Largo	0,37	0,80	0,46	0,63	3,23
Alto	0,52	0,17	3,13	0,05	3,23
Elongación	1,61	0,59	2,71	0,08	3,23
Perímetro	0,29	0,86	0,33	0,72	3,23
Area	0,19	1,34	0,14	0,87	3,23
Dim.Frac	0,01	0,00	3,98	0,03	3,23
Prof.Card.	0,23	0,03	6,58	0,00	3,23
Fondo	0,02	0,26	0,08	0,92	3,23
Ind.Alt.	0,33	0,29	1,14	0,33	3,23

Tabla 18

Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas analizados. B/I A. Molina (septiembre 2004).

N° Estómagos muestreados	N° individuos	%
Evaginado	108	16,0
Vacios	321	47,7
Con contenido	244	36,3
Total	673	100
N° estómagos laboratorio con contenido	244	36,3



Tabla 19

Indicadores del contenido estomacal de merluza de tres aletas por 1rea y total. B/C A. Molina (septiembre 2004).

NUMERICO

Item presa	Taitao	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepci3n	Total
Euphausia vallentini (Euf1usido)	92,31	93,67	99,49	95,19
Thysanoessa gregaria (Euf1usido)		0,36		0,27
Hiperiidae (Amphipoda)	7,69	0,31	0,23	0,30
Phasiphaea dofleini (camar3n)		0,15	0,19	0,16
Calanoidea (cop3podo)		0,02		0,01
Restos de crust1ceos		0,07		0,05
Maurolicus parvipinnis (sardina fosforescente)		3,26	0,05	2,41
Restos de peces		2,13	0,05	1,58
Octopodidae		0,03		0,02
Total	100	100	100	100
Total n3 individuos	13	6047	2149	8209

GRAVIMETRICO

Item presa	Taitao	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepci3n	Total
Euphausia vallentini (Euf1usido)	95,24	63,97	96,83	68,57
Thysanoessa gregaria (Euf1usido)		0,36		0,31
Hiperiidae (Amphipoda)	4,76	0,11	0,06	0,11
Phasiphaea dofleini (camar3n)		0,86	2,74	1,13
Calanoidea (cop3podo)		0,002		0,002
Restos de crust1ceos		0,08		0,07
Maurolicus parvipinnis (sardina fosforescente)		20,27	0,12	17,45
Restos de peces		14,28	0,25	12,32
Octopodidae		0,05		0,05
Total	100	100	100	100,0017362
Total en gramos	0,21	495,4	80,38	575,98

FRECUENCIA

Item presa	Taitao	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepci3n	Total
Euphausia vallentini (Euf1usido)	100,00	94,03	92,86	93,85
Thysanoessa gregaria (Euf1usido)		1,49		1,23
Hiperiidae (Amphipoda)	100,00	7,46	9,52	8,20
Phasiphaea dofleini (camar3n)		4,48	9,52	5,33
Calanoidea (cop3podo)		0,50		0,41
Restos de crust1ceos		1,99		1,64
Maurolicus parvipinnis (sardina fosforescente)		32,84	2,38	27,46
Restos de peces		30,85	2,38	25,82
Octopodidae		1,00		0,82
Total est3magos analizados en lab.	1	201	42	244



Tabla 20

Indice de Importancia Relativa (IRI, %) de merluza de tres aletas por 1rea y total.
B/C A. Molina (septiembre 2004).

Item presa	Taitao	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepci3n	Total
Euphausia vallentini (Euf1usido)	93,77	92,01	99,83	94,38
Thysanoessa gregaria (Euf1usido)		0,01		0,00
Hiperiidae (Amphipoda)	6,23	0,02	0,02	0,02
Phasiphaea dofileini (camar3n)		0,03	0,15	0,04
Calanoidea (cop3podo)		0,0001		0,00004
Restos de crust1ceos		0,002		0,001
Maurolucus parvipinnis (sardina fosforescente)		4,79	0,002	3,35
Restos de peces		3,14	0,004	2,20
Octopodidae		0,0005		0,0003
Total est3magos analizados en lab.	100	100	100	100
Total est3magos analizados en lab.	1	201	42	244



Tabla 21
Indice de Importancia Relativa (IRI, %) de merluza de tres aletas para los cuatro cruceros de investigación entre 2001 y 2004.

Item presa	2001	2002	2003	2004
	Ago-sep	agosto	agosto	septiembre
N° indiv. analizados	2575	1796	452	673
N° estómagos con contenido	213	224	98	244
N° estómagos vacíos	817	1342	252	321
N° estómagos evaginados	1545	230	102	108
% estómago c/contenido	8,3	12,5	21,7	36,3
% estómago vacío	31,7	74,7	55,8	47,7
% estómago evaginados	60,0	12,8	22,6	16,0
	100	100	100	100

Item presa	IRI %			
	2001	2002	2003	2004
	Ago-sep	agosto	agosto	septiembre
Crustáceos	40,007	82,912	89,659	94,446
Euphausia sp.	26,143	44,859	89,209	94,382
Amfípodos	12,907	0,001		0,021
Pasiphaea doffleini (camarón)	0,756	7,739		0,042
Copépoda	0,175	0,008		0,00003
Restos de crustáceos	0,026	30,305	0,450	0,001
Peces	22,405	16,983	10,303	5,553
Mictófido	22,372	14,663	9,249	
Maurolícus sp.	0,008		0,453	3,349
Restos de peces	0,025	2,320	0,601	2,204
Siphonophora	16,579			
Ctenophora	0,007			
Salpa	15,690	0,078		
Restos de cnidarios	5,304			
Cefalópodos	0,009	0,027	0,038	0,0003
Loligo sp.	0,009	0,027		
Octopodidae				0,0003
Restos de cefalópodos			0,038	
Total	100	100	100	100

Tabla 22

Frecuencia de estados de digestión (%) de *Euphausia* sp. según la hora del día en estómagos de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (Septiembre 2004).

Hora calado (hr min)	Hora virado (hr min)	Estado de digestión (%)			Total
		Digerido	Semidigerido	Entero	
836	921	0,87	0,43		1,30
1027	1127	4,78	28,26	0,87	33,91
1121	1235	2,61	43,91	0,87	47,39
1349	1409	0,43	0,43		0,87
1539	1555	1,30	5,65	0,43	7,39
1720	1759		0,43		0,43
1913	1956		2,17		2,17
1940	2010		0,43		0,43
2101	2147	0,43	5,65		6,09
Total (%)		10,4	87,4	2,2	100
Frecuencia		24	201	5	230
Rango de tiempo (hr min)	Rango de tiempo (hr min)	Estado de digestión (%)			Total
		Digerido	Semidigerido	Entero	
800	1300	8,3	72,6	1,7	82,6
1301	1800	1,7	6,5	0,4	8,7
1801	2200	0,4	8,3	0,0	8,7
Total (%)		10,4	87,4	2,2	100

Tabla 23

Indicador coeficiente dietario de Hureau (Q%) en la dieta de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (septiembre 2004).

Item presa	Q %
<i>Euphausia vallentini</i> (Eufáusido)	99,060601
<i>Thysanoessa gregaria</i> (Eufáusido)	0,001271
Hiperiidae (Amphipoda)	0,000498
<i>Phasiphaea dofleini</i> (camarón)	0,002704
Calanoídea (copépodo)	0,000000
Restos de crustáceos	0,000054
<i>Maurolicus parvipinnis</i> (sardina fosforecente)	0,638745
Restos de peces	0,296110
Octopodidae	0,000017
Total	100



Tabla 24

Número y porcentaje de muestras biológicas y estómagos de merluza de tres aletas proveniente del crucero comercial. B/F Unionsur (agosto 2004).

N° Estómagos muestreados	N° individuos	%
Vacios	385	89,3
Con contenido	46	10,7
Total	431	100
N° estómagos laboratorio con contenido	46	10,7

Tabla 25

Indicadores del contenido estomacal de merluza de tres aletas proveniente del crucero comercial. B/F Unionsur (agosto 2004).

Item presa	Numérico %	Gravimétrico %	Frecuencia %	IRI %
Eufáusido				
Euphausia vallentini	56,0	4,3	52,2	63,4
Thysanoessa gregaria	16,0	1,7	17,4	6,2
Restos de crustáceos	18,0	2,7	19,6	8,1
Restos de peces	10,0	91,3	10,9	22,2
Total %	100	100		100
Total	50 N° Individuos	13,95 Gramos	46 Estomagos analizados	



Tabla 26

Valores de los descriptores de merluza de tres aletas 2003-2004

Variable	2003		2004	
	Prom	\pm D.S.	Prom	\pm D.S.
Largo (m)	1.776	1.945	1.742	1.390
Alto (m)	31	13	23	10
Elongaci3n	56	57	80	68
Perimetro (m)	7.722	9.627	9.530	7.063
Area (m ²)	65.831	91.378	42.787	40.310
Dimensi3n Fractal	1,36	0,11	1,46	0,07
Prof. Card. (m)	253	85	208	42
Prof. Fondo. (m)	414	212	448	247
Indice Altura (%)	30	22	44	20
N ^o observaciones	107		46	

FIGURAS

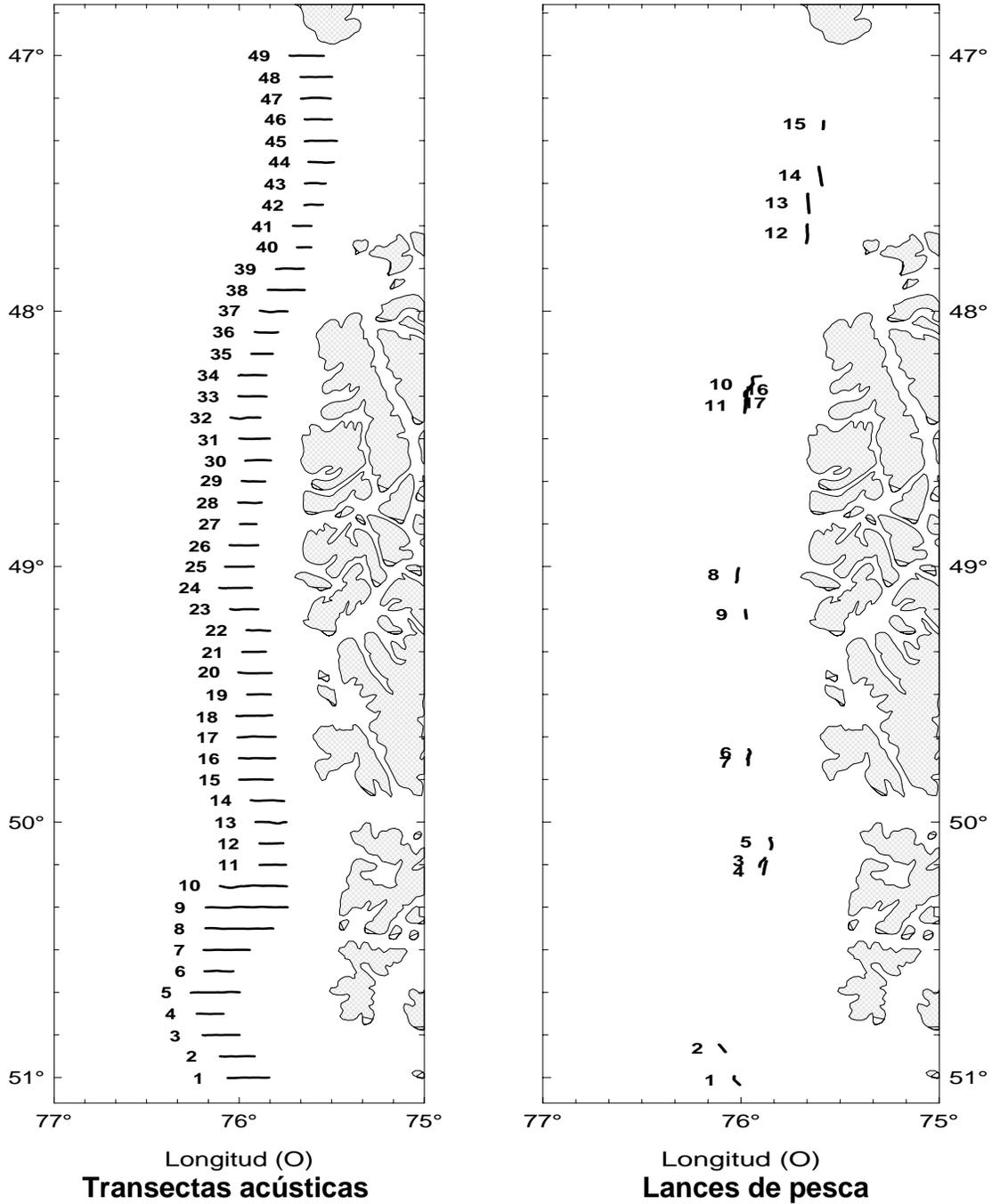


Figura 1. Distribuci3n de transectas de evaluaci3n acústica y lances de pesca de reconocimiento, septiembre del 2004. FIP 2004-08.

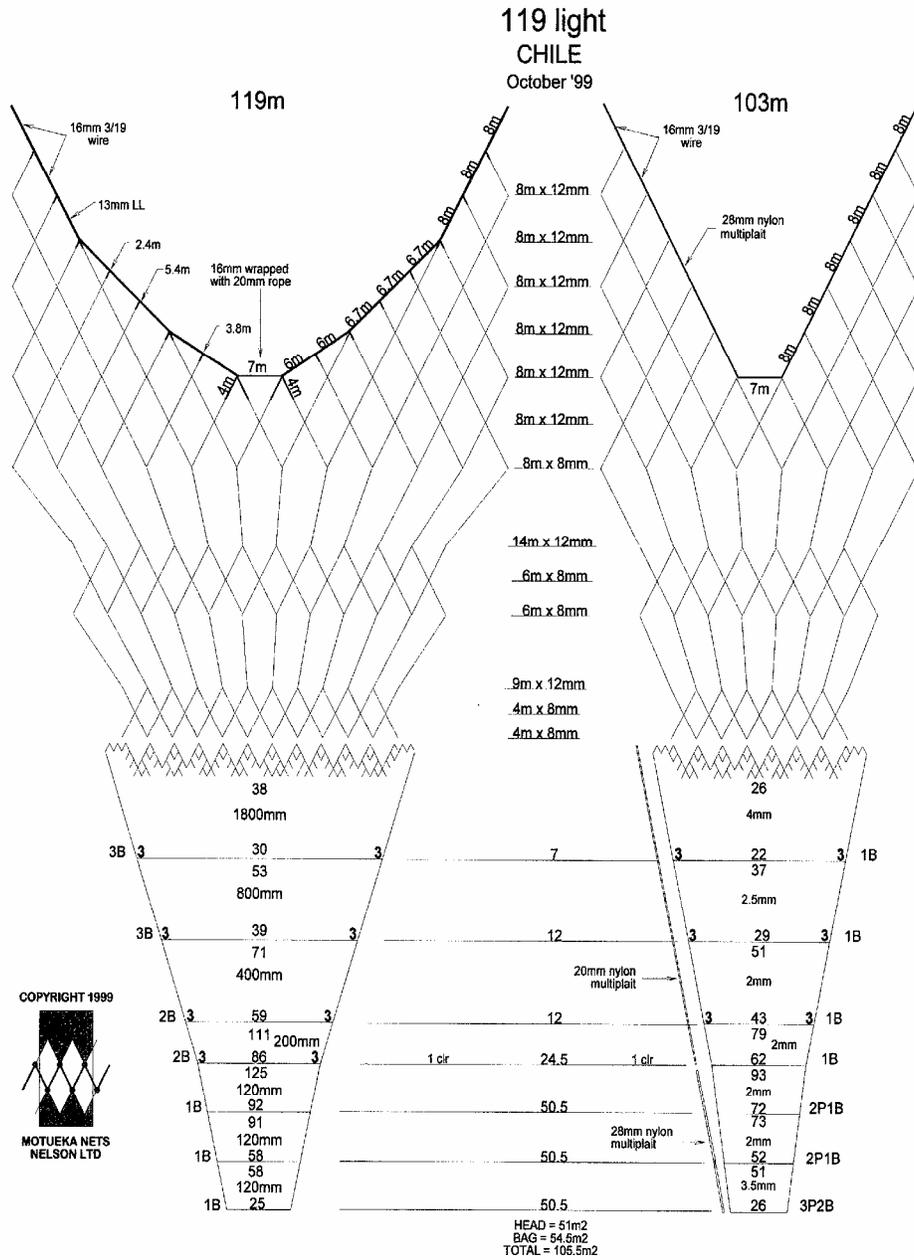


Figura 2. Plano de red de arrastre de mediatra utilizada en los lances de pesca de identificaci3n.

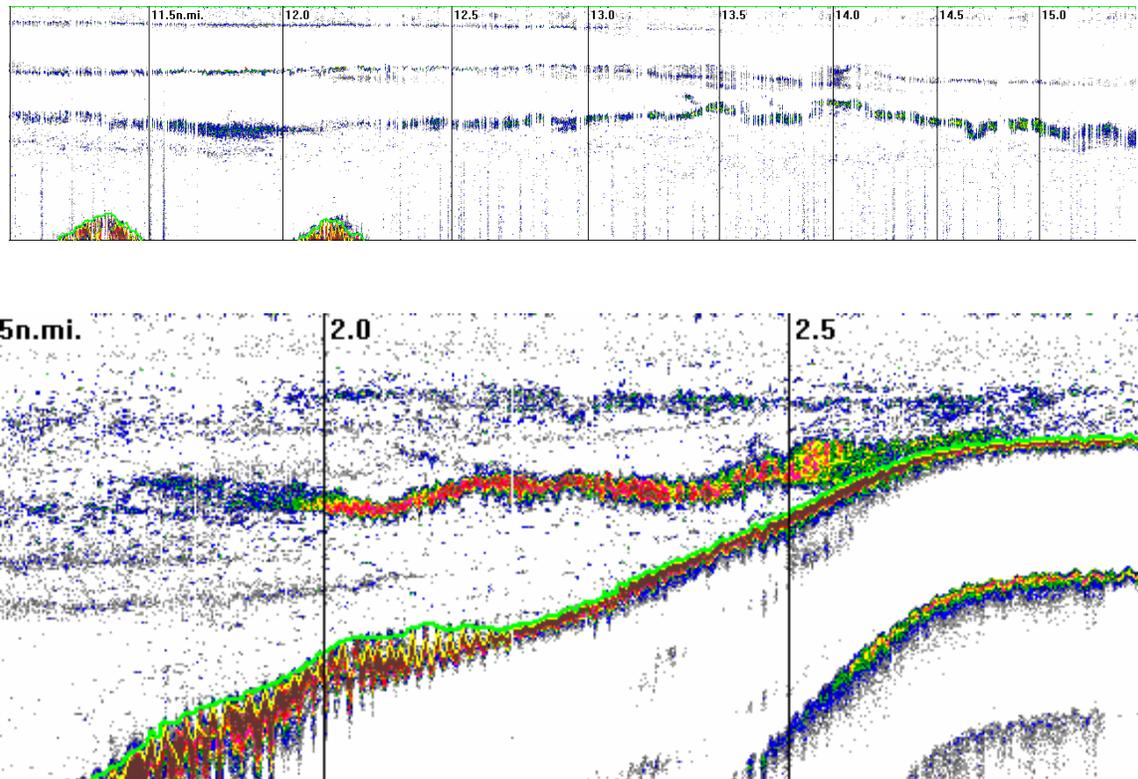


Figura 3. Ecogramas crucero hidroacústico 2004 **a)** Distribuci3n en sentido longitudinal (norte-sur), **b)** Distribuci3n en sentido latitudinal (este-oeste).

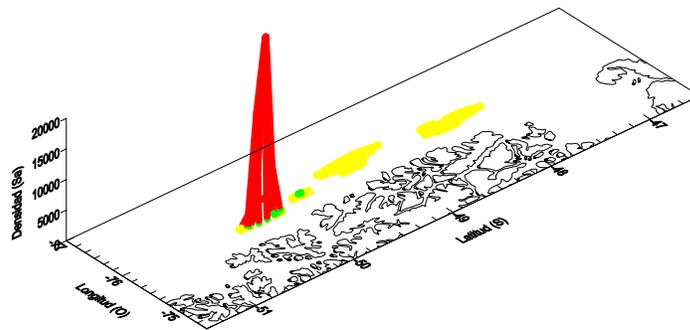
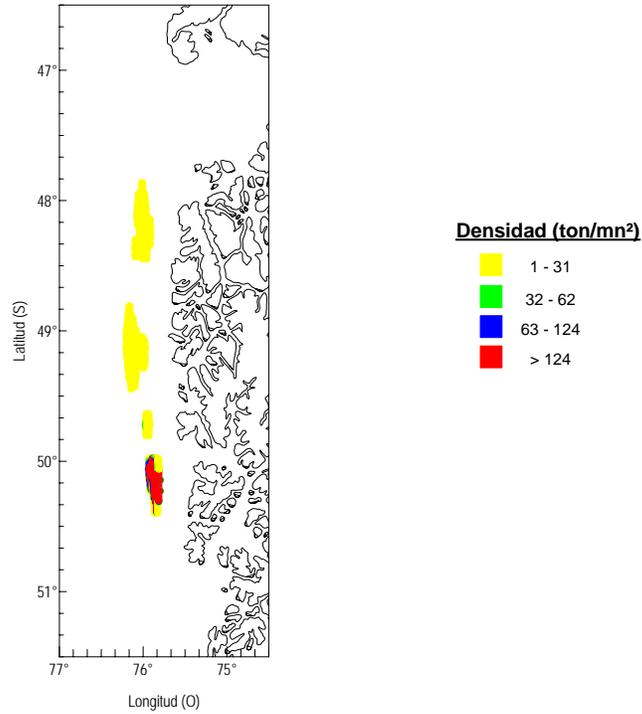
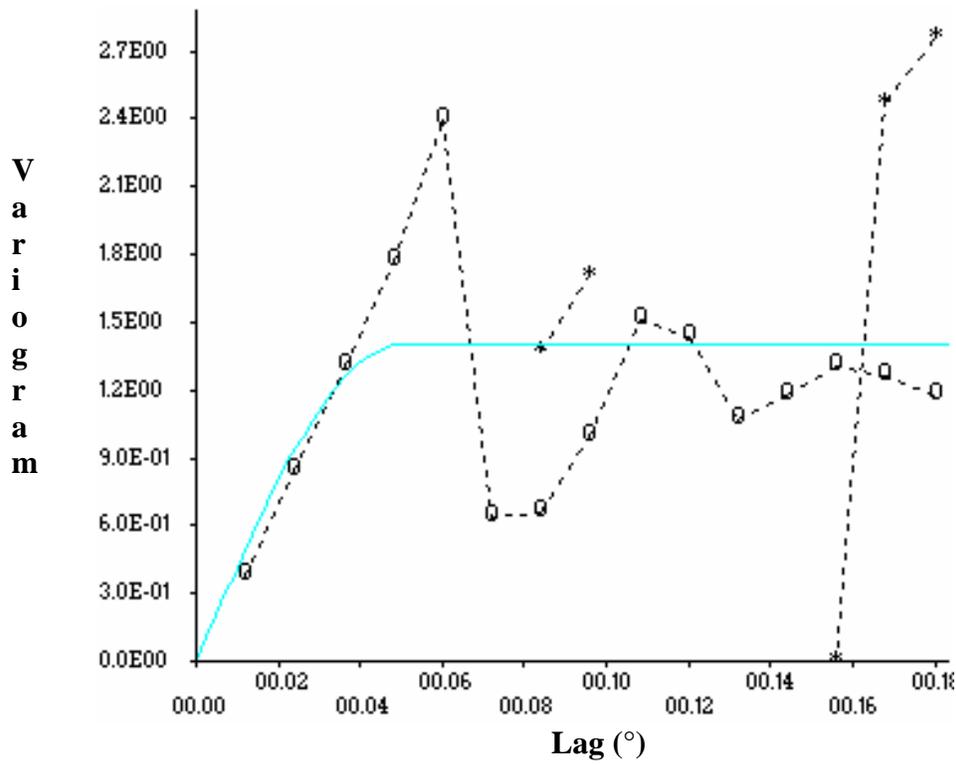


Figura 4. Distribuci3n espacial de merluza de tres aletas, septiembre 2004.



Modelo: esférico Rango: 0,05° Sill : 1,4 Nugget: 0

Figura 5. Variograma y parámetros obtenidos para merluza de tres aletas

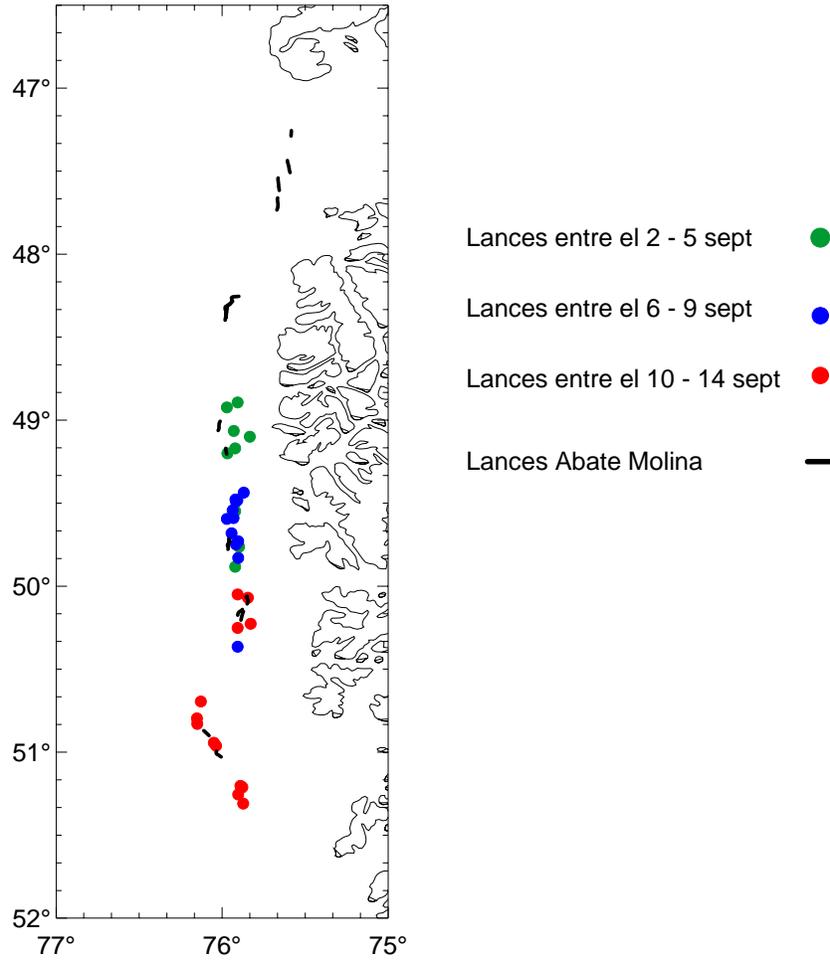


Figura 6. Distribuci3n de lances efectuados por buque industrial orientado a la captura de merluza de tres aletas durante las fechas de ejecuci3n del crucero.

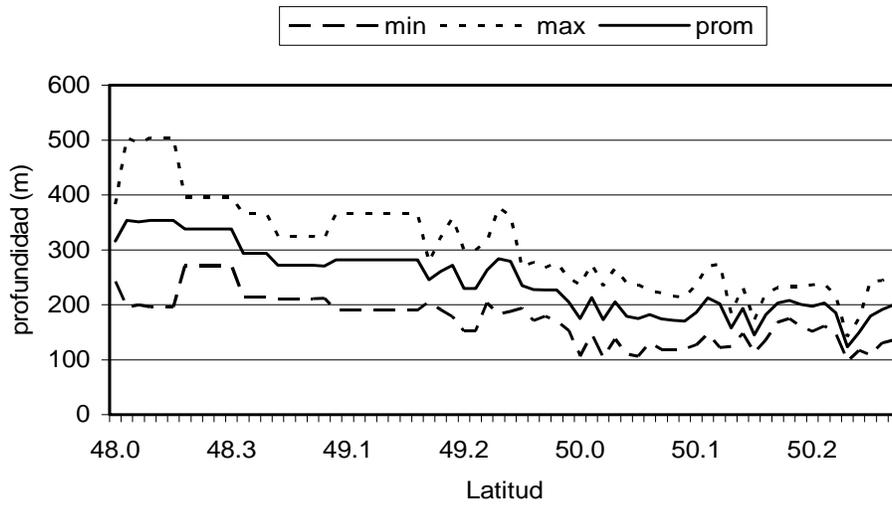


Figura 7. Distribuci3n batim3trica de la merluza de tres aletas. Septiembre 2004.

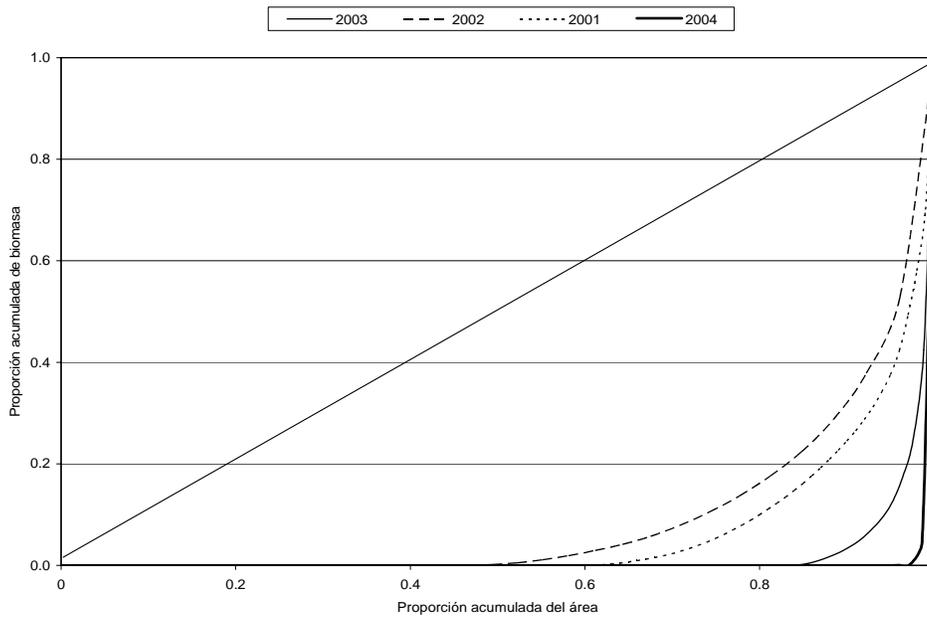


Figura 8. Curvas de Lorenz estimadas para los a1os 2001-2004.

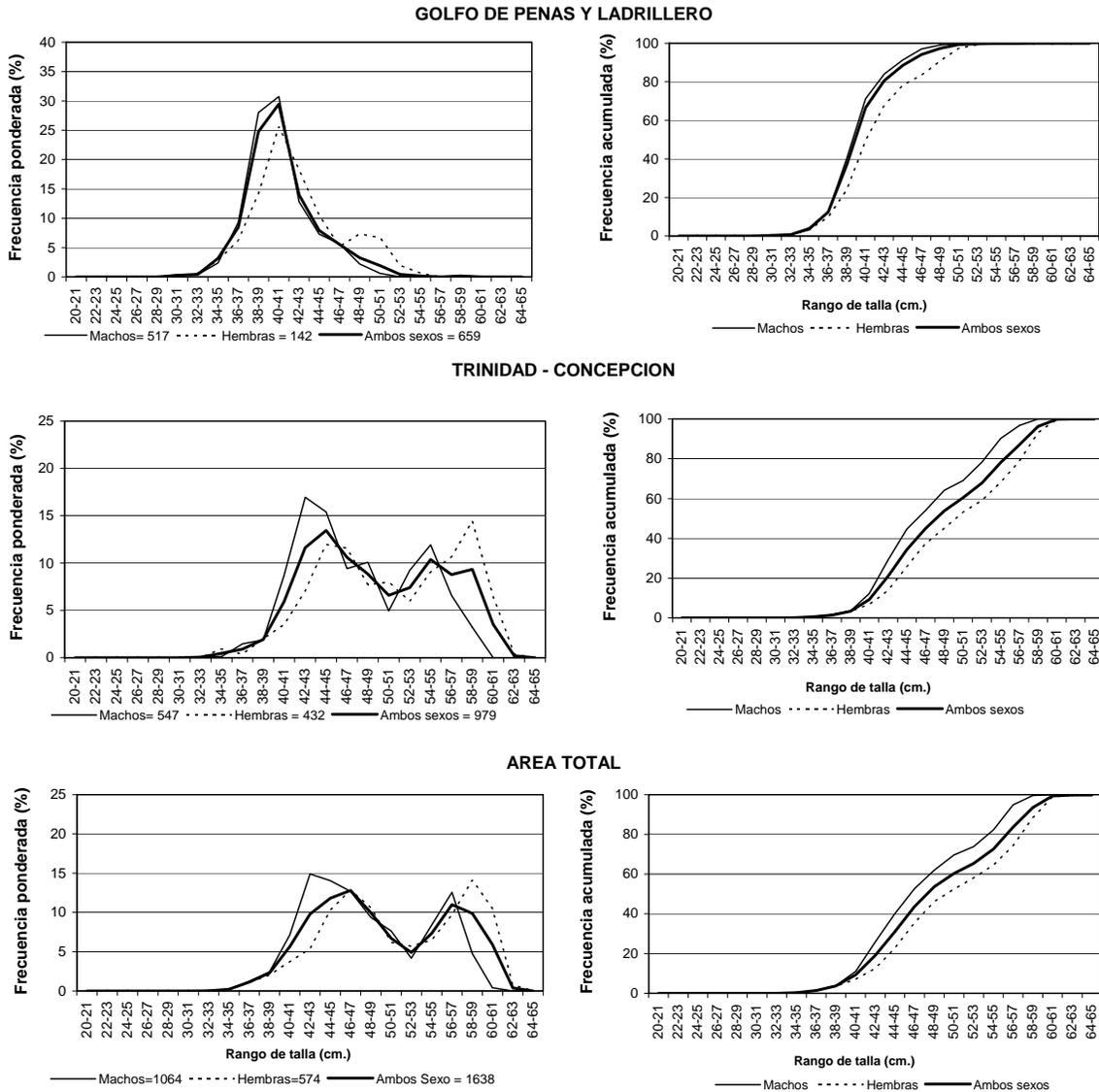
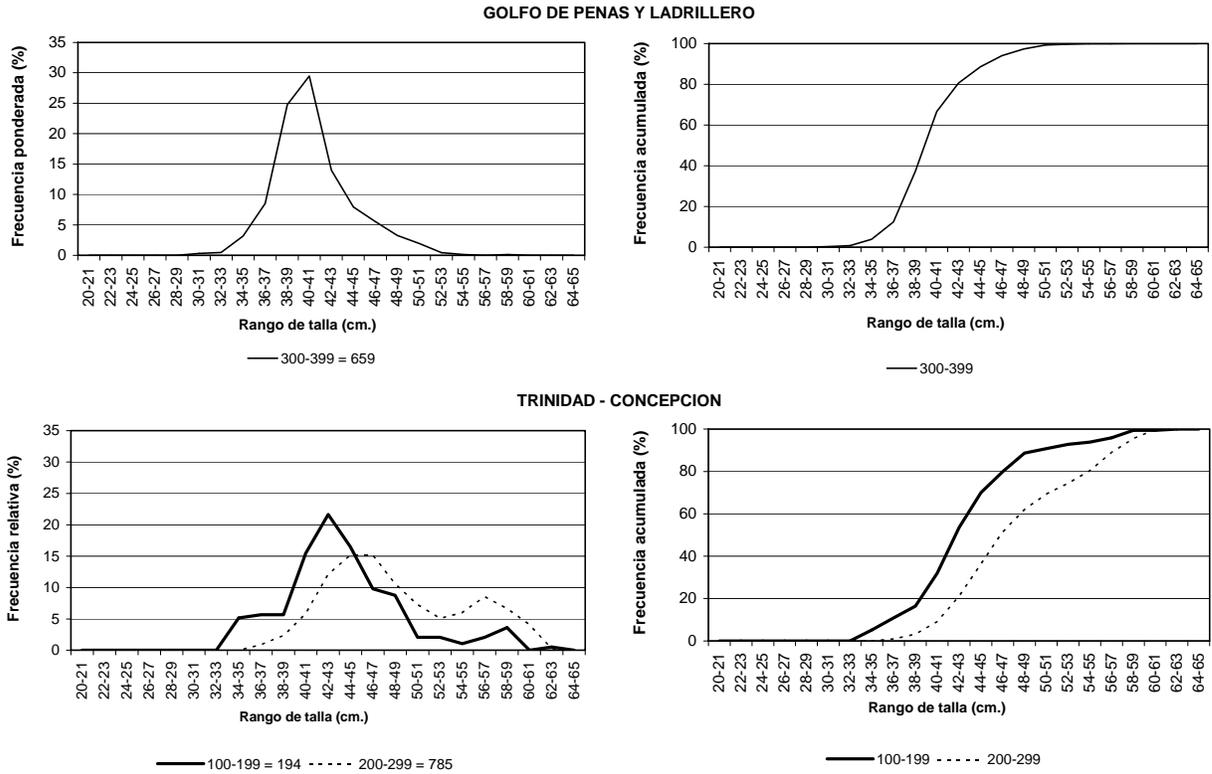
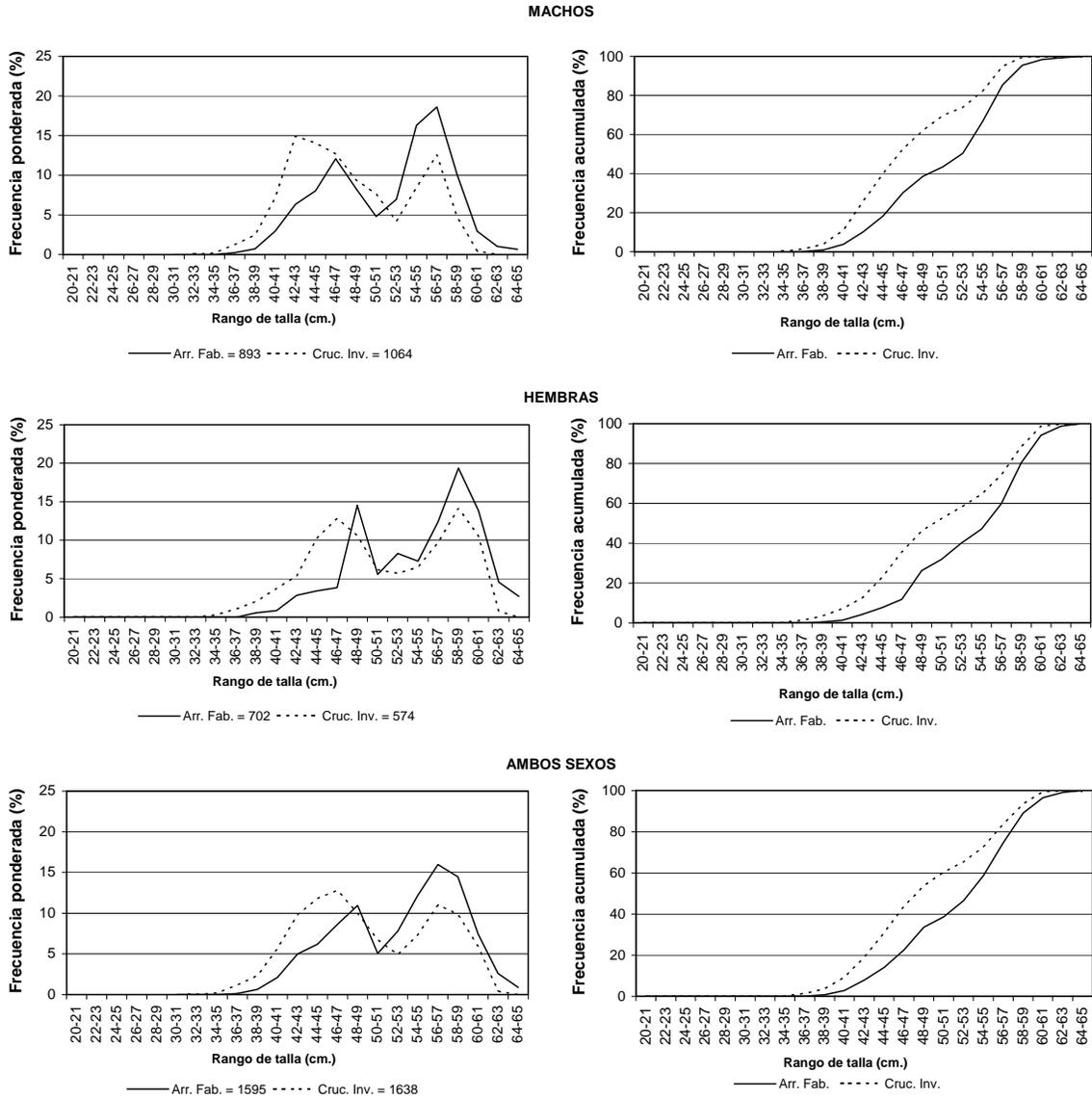


Figura 9 Distribuci3n de talla de la captura de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por 1rea de pesca y sexo. B/C Abate Molina (septiembre 2004).



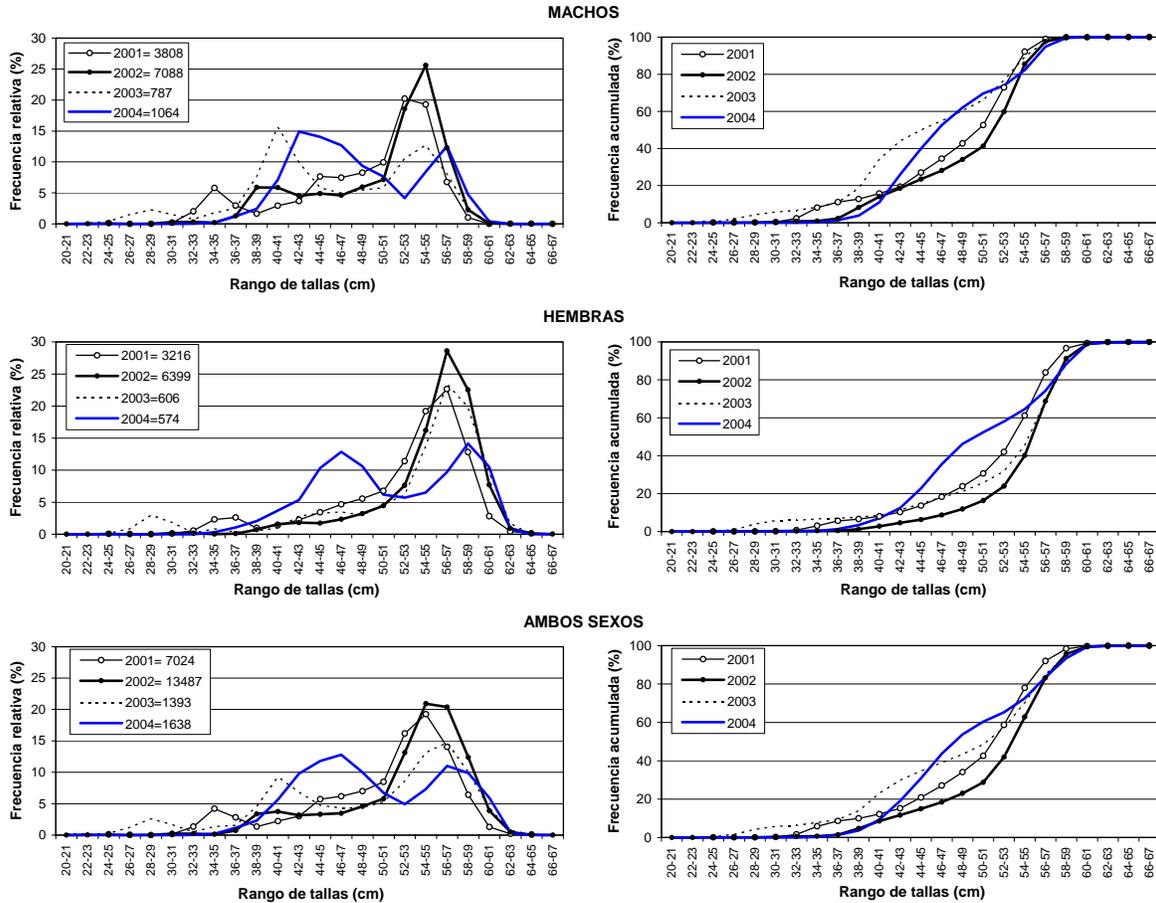
Area	Datos	Rango de Profundidad		
		100 - 199	200 - 299	300 - 399
G. Penas - Ladrillero	Prom. cm			41,9
	Desv est. cm			3,58
	% <35 cm			0,76
	% macho			78,4
	% hembra			21,6
Trinidad - Concepci3n	Prom. cm	43,9	48,7	
	Desv est. cm	5,5	6,03	
	% <35 cm	2,06	0,41	
	% macho	78,4	46,4	
	% hembra	21,6	53,6	

Figura 10 Distribuci3n de talla de merluza de tres aletas y frecuencia acumulada por 3rea y rango de profundidad. B/C Abate Molina (septiembre 2004).



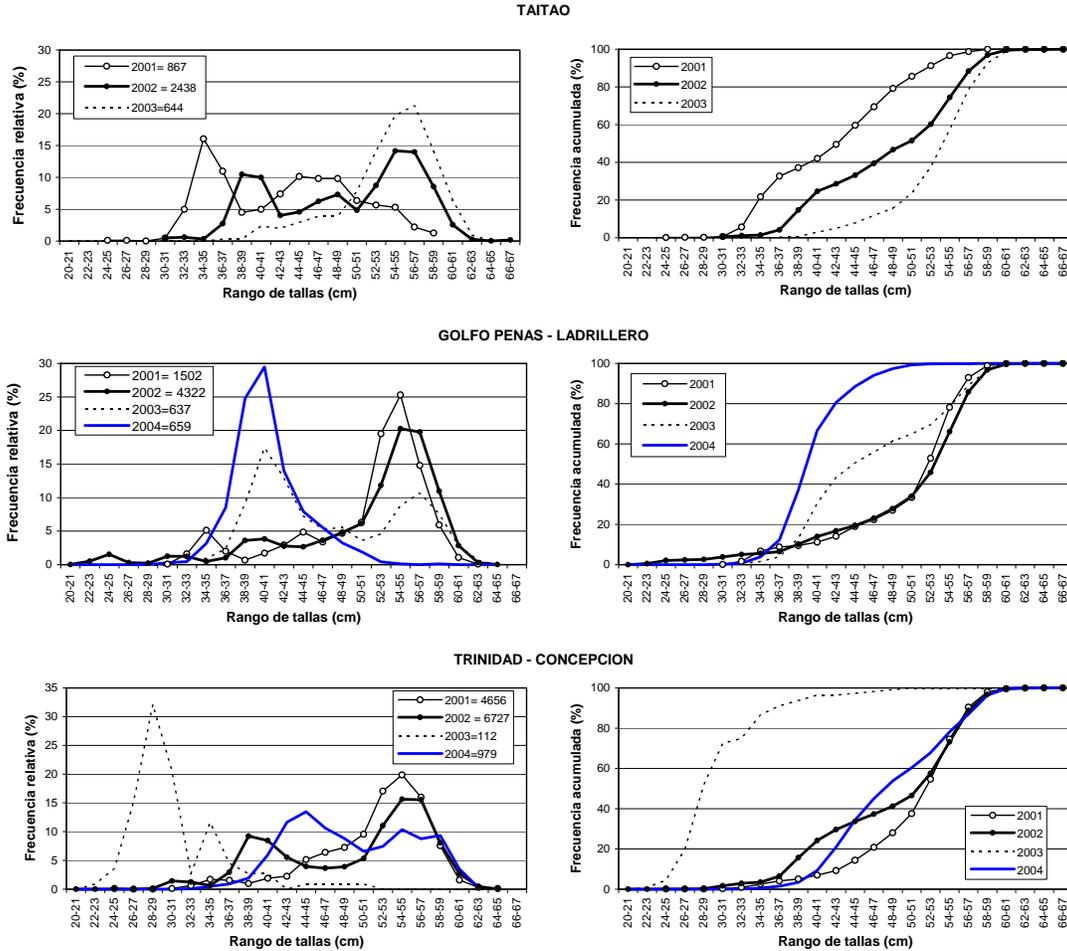
Año	Sexo	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 35 cm (%)	Prop. Sexual (%)
Arr. Fábrica	Macho	44	5,1	0	57
	Hembra	48	6,6	0	43
	Total	45	6,0	0	
Cruc. Inv.	Macho	52	5,7	0,8	49
	Hembra	55	5,8	0,2	51
	Total	53	6,0	0,5	

Figura 11 Distribuci3n de talla de merluza de tres aletas registrada para el crucero B/C Abate Molina (septiembre 2004) y la flota arrastrera fábrica (agosto 2004).



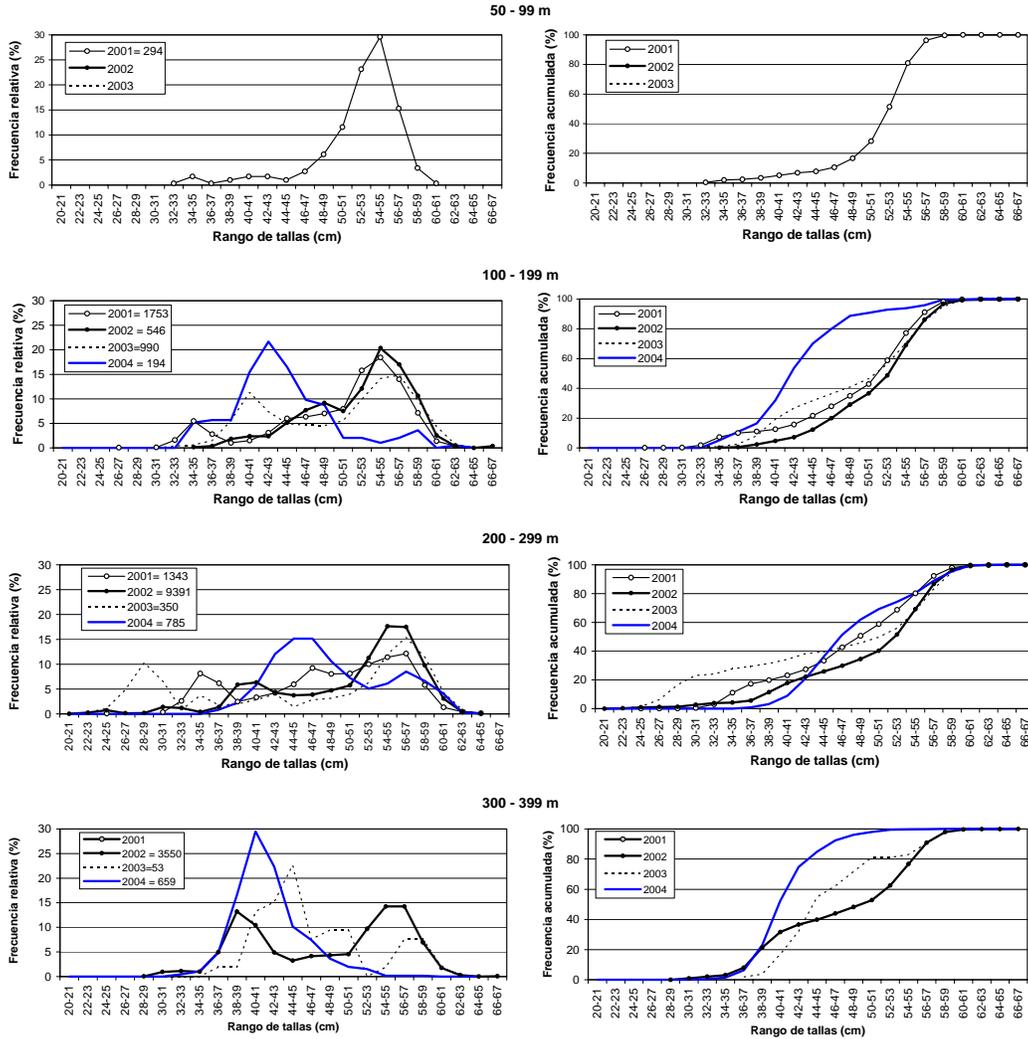
Año	Sexo	Talla prom. (cm)	Desv est. (cm)	< 35 cm (%)	Prop. Sexual (%)
2001	Macho	49	6,7	5,1	54
	Hembra	52	6,3	1,7	46
	Total	50	6,8	3,6	
2002	Macho	47	7,5	4,0	53
	Hembra	53	7,2	3,0	47
	Total	50	7,8	3,5	
2003	Macho	45	7,9	7,6	56
	Hembra	49	8,0	6,1	44
	Total	47	8,7	7,0	
2004	Macho	52	5,7	0,8	49
	Hembra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

Figura 12 Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por sexo para los cruceros hidroacústicos 2001, 2002, 2003 y 2004. (B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001; B/F Unzen Maru julio 2002; B/C Abate Molina agosto 2003 y B/C Abate Molina septiembre 2004 respectivamente).



Área	Datos	Taitao	G. Penas-Ladrillero	Trinidad-Concepción
2001	Prom. cm	43	51	52
	Desv est. cm	7	7	6
	% <35 cm	13	5	2
	% macho	53	72	49
	% hembra	47	28	51
2002	Prom. cm	49	48	47
	Desv est. cm	8	9	8
	% <35 cm	1	5	3
	% macho	56	51	52
	% hembra	44	49	48
2003	Prom. cm	51	48	33
	Desv est. cm	5	7	5
	% <35 cm	0	1,1	80,4
	% macho	48	64	60
	% hembra	52	36	40
2004	Prom. cm		41,9	47,7
	Desv est. cm		3,6	6,2
	% <35 cm		0,8	0,6
	% macho		78,4	47,3
	% hembra		21,6	52,7

Figura 13 Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por 3reas para los cruceros hidroac3sticos 2001, 2002, 2003 y 2004. (B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001; B/F Unzen Maru julio 2002; B/C Abate Molina agosto 2003 y B/C Abate Molina septiembre 2004 respectivamente).



Area	Datos	50-99	100-199	200-299	300-399
2001	Prom. cm	52	50	48	
	Desv est. cm	5	7	8	
	% <35 cm	2	5	7	
	% macho	82	53	43	
	% hembra	18	47	57	
2002	Prom. cm		52	50	48
	Desv est. cm		5	8	8
	% <35 cm		0,2	4	2
	% macho		52	52	54
	% hembra		48	48	46
2003	Prom. cm		49	42	48
	Desv est. cm		7,18	11,89	6,21
	% <35 cm		0,7	25,7	6,96
	% macho		62	41	60
	% hembra		38	59	40
2004	Prom. cm		44	46	42
	Desv est. cm		5,50	6,02	3,60
	% <35 cm		2,1	0	0,80
	% macho		78	46	78
	% hembra		22	54	22

Figura 14 Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas por profundidad para los cruceros hidroac3sticos 2001, 2002, 2003 y 2004. (B/F Unzen Maru agosto-septiembre 2001; B/F Unzen Maru julio 2002; B/C Abate Molina agosto 2003 y B/C Abate Molina septiembre 2004 respectivamente).

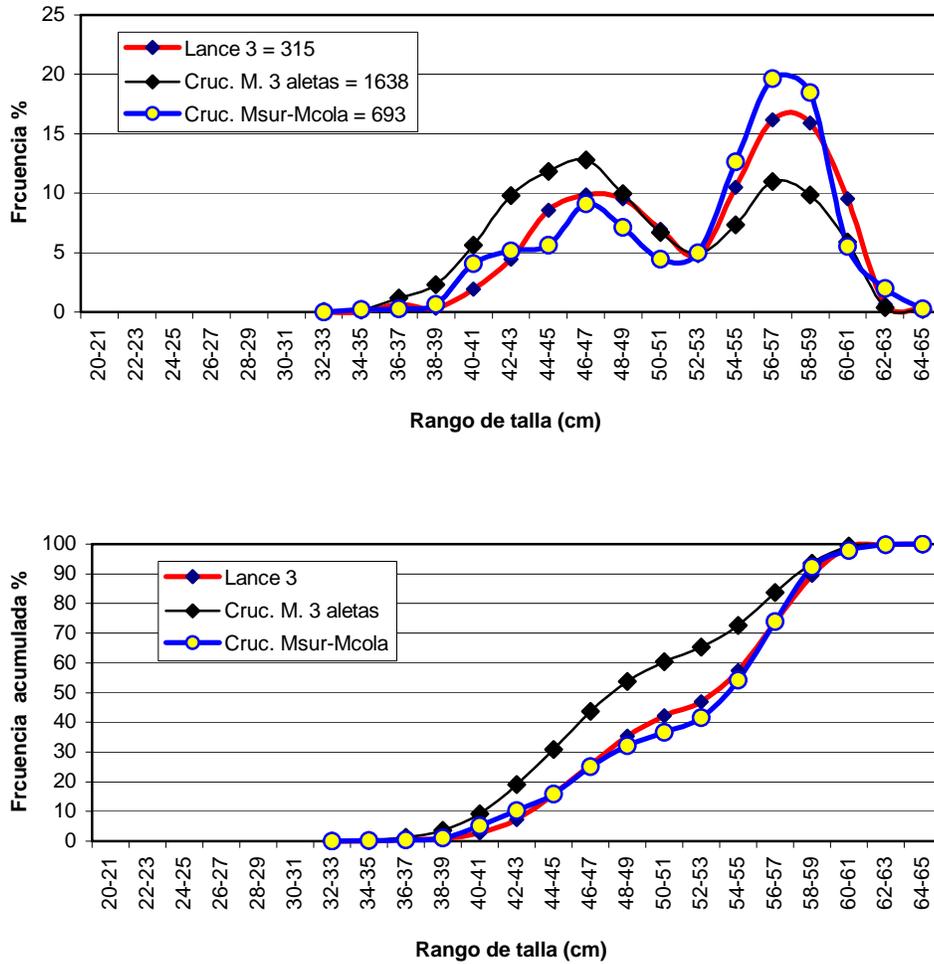


Figura 15 Distribuci3n relativa y acumulada de la talla de merluza de tres aletas para el lance N° 3 y 3rea total del crucero merluza de tres aletas, y los lances de identificaci3n con captura de merluza de tres aletas durante el crucero de merluza del sur y merluza de cola, septiembre y agosto del 2004 (respectivamente). B/C Abate Molina.

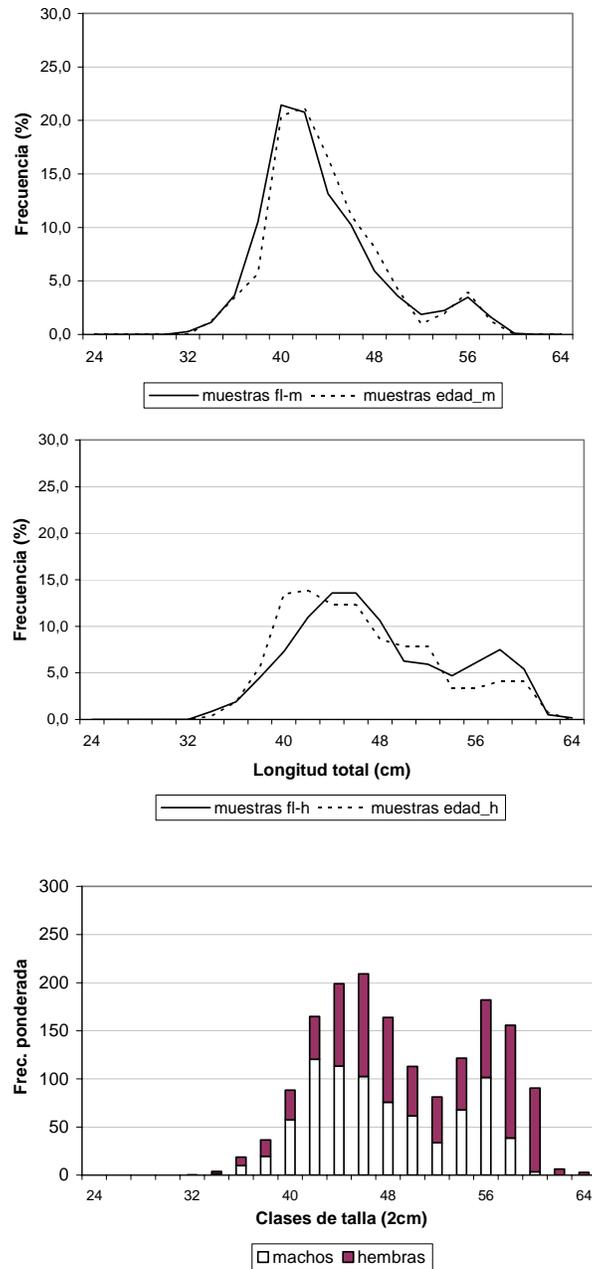


Figura 16 a) Distribuci3n de frecuencia de tallas observadas en el muestreo de longitudes versus las muestras colectadas para el estudio de edad, para machos y hembras crucero 2004. b) Frecuencia ponderada por sexo y por clase de talla, crucero 2004.

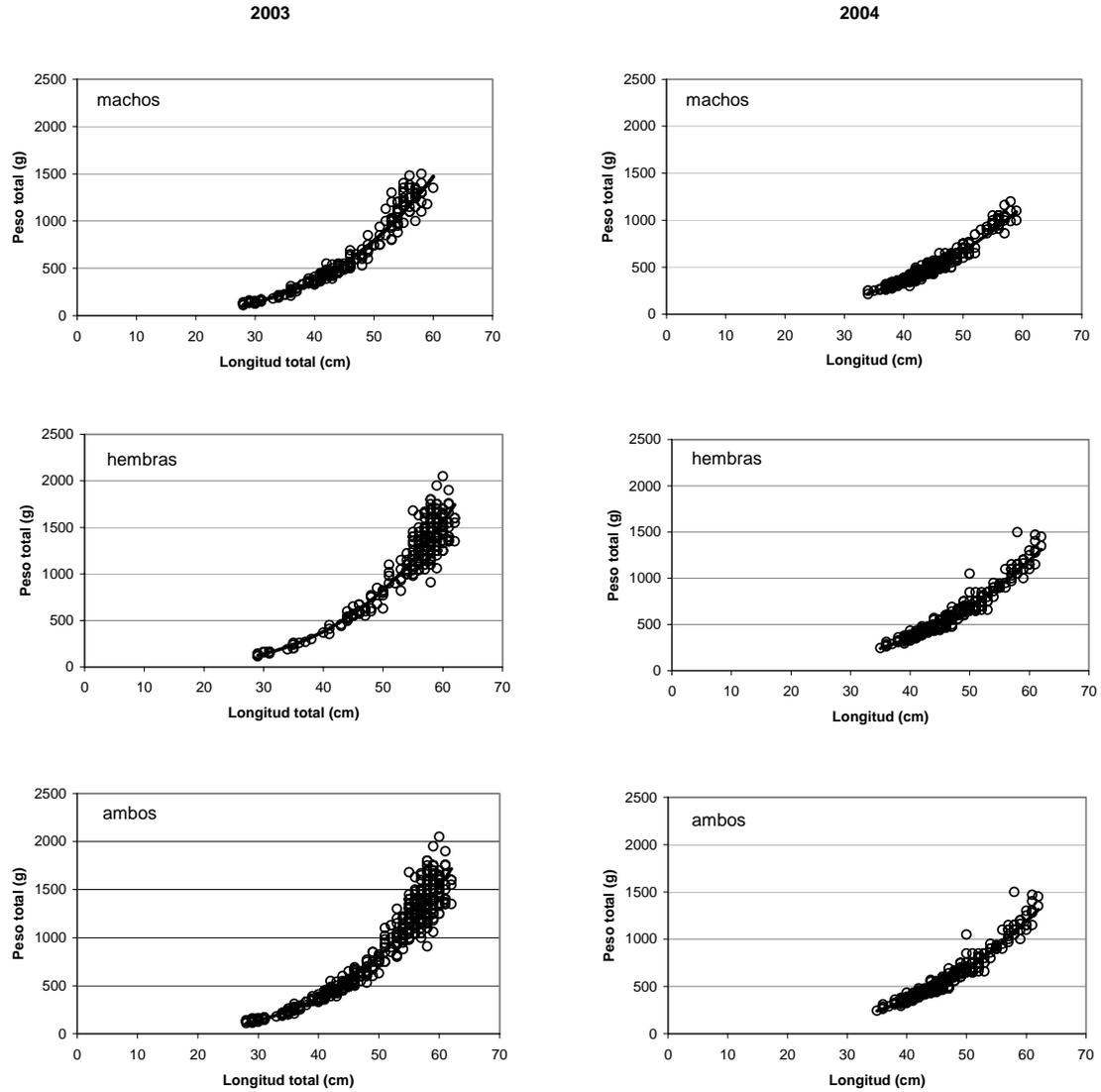


Figura 17 Dispersi3n de los datos peso - longitud para merluza de tres aletas. Crucero de Investigaci3n 2003 y 2004.

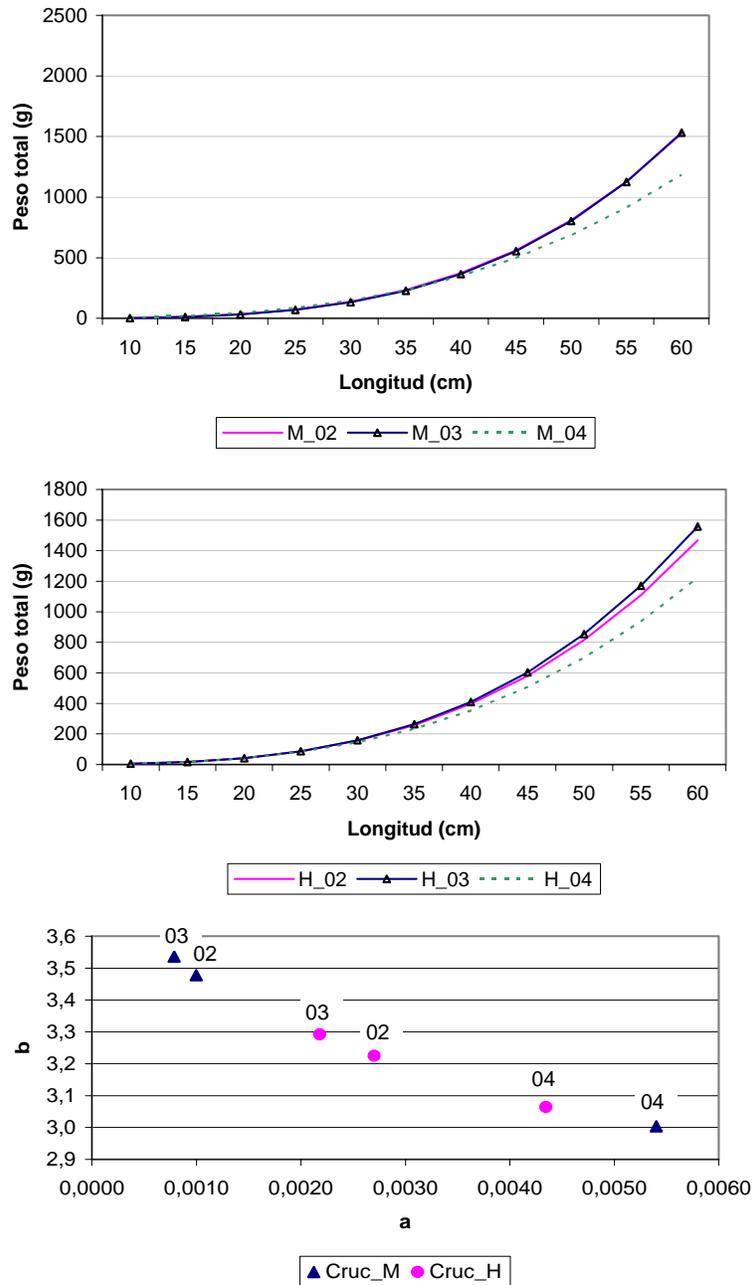


Figura 18. Comparaci3n de las funciones peso- longitud estimadas por sexo M=machos, H=hembras, y representaci3n de los par3metros a y b de esta relaci3n en el per3odo 2002 - 2004, indicando el a3o de origen como 02, 03 y 04.

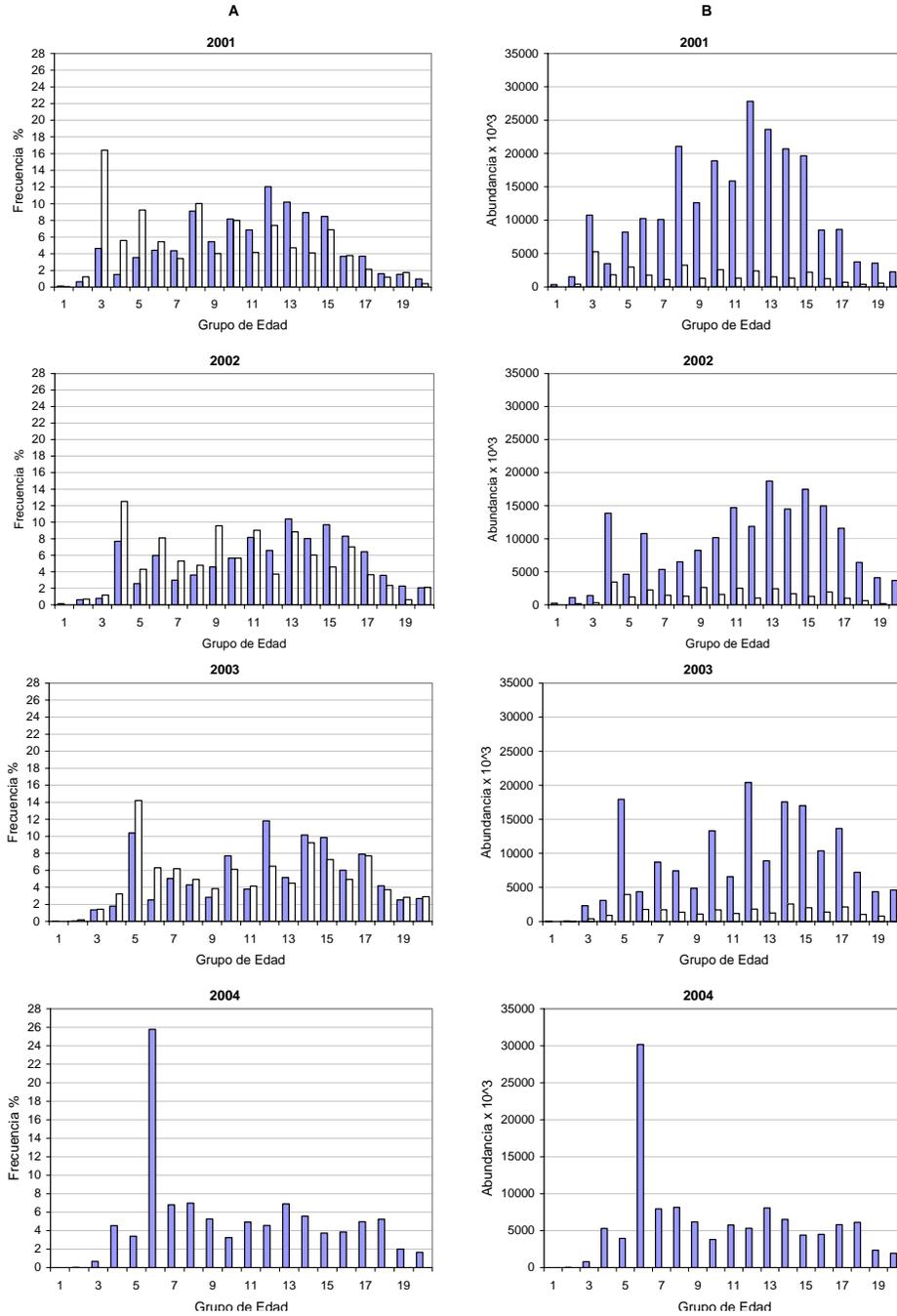


Figura 19. Estructura de la abundancia y la captura en número por grupo de edad de merluza de tres aletas. A: en porcentaje B: en número. Período 2001-2004. Barras vacías corresponden a pesquería; barras achuradas corresponden a cruceros de investigaci3n.

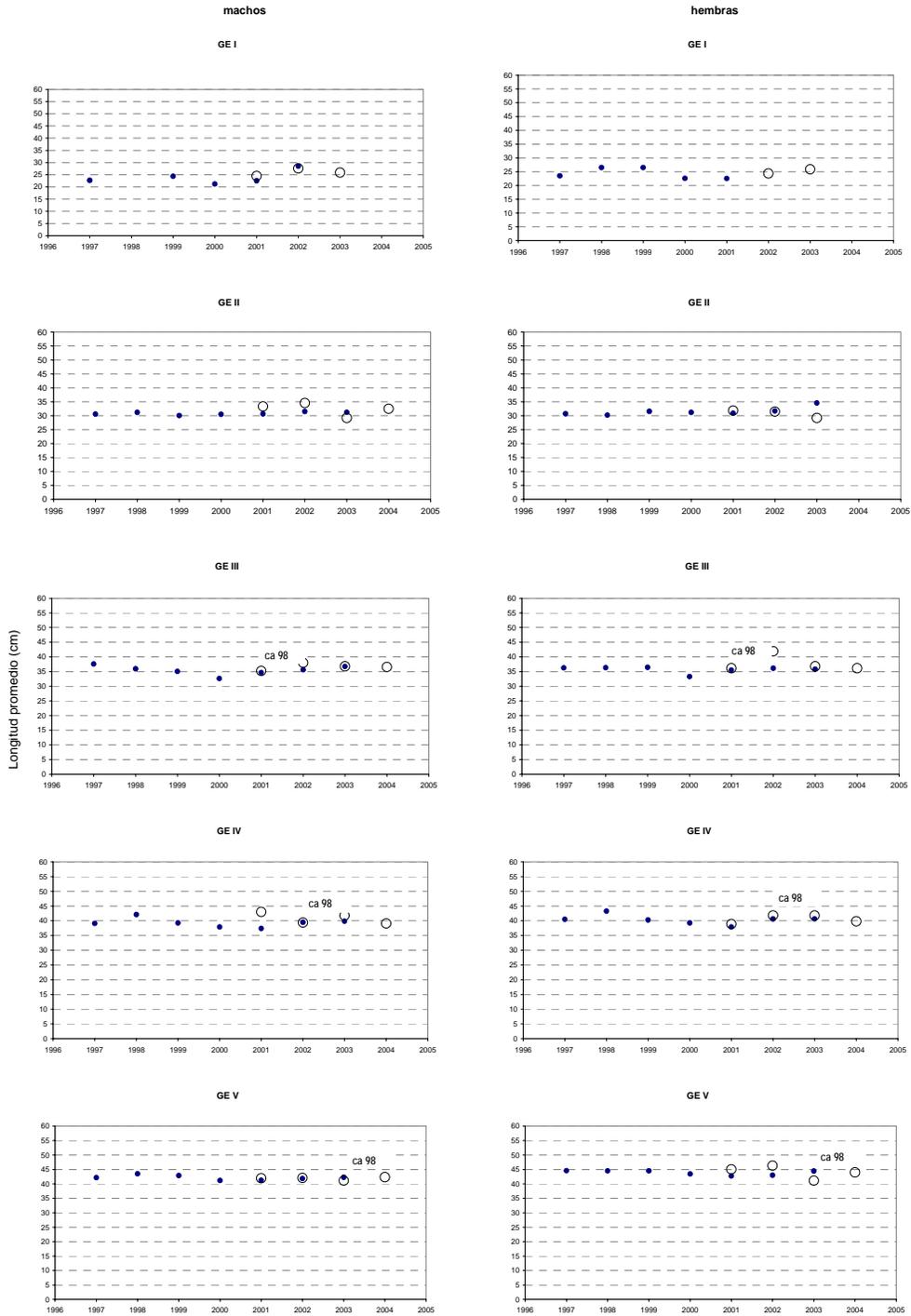


Figura 20 Longitudes promedio estimadas, GE I a V, para merluza de tres aletas en la pesquería industrial (círculos rellenos) y en los cruceros de investigación del stock parental (círculos vacíos). Se señalan algunas clases anuales (ca) fuertes con los dos últimos dígitos del año de origen.

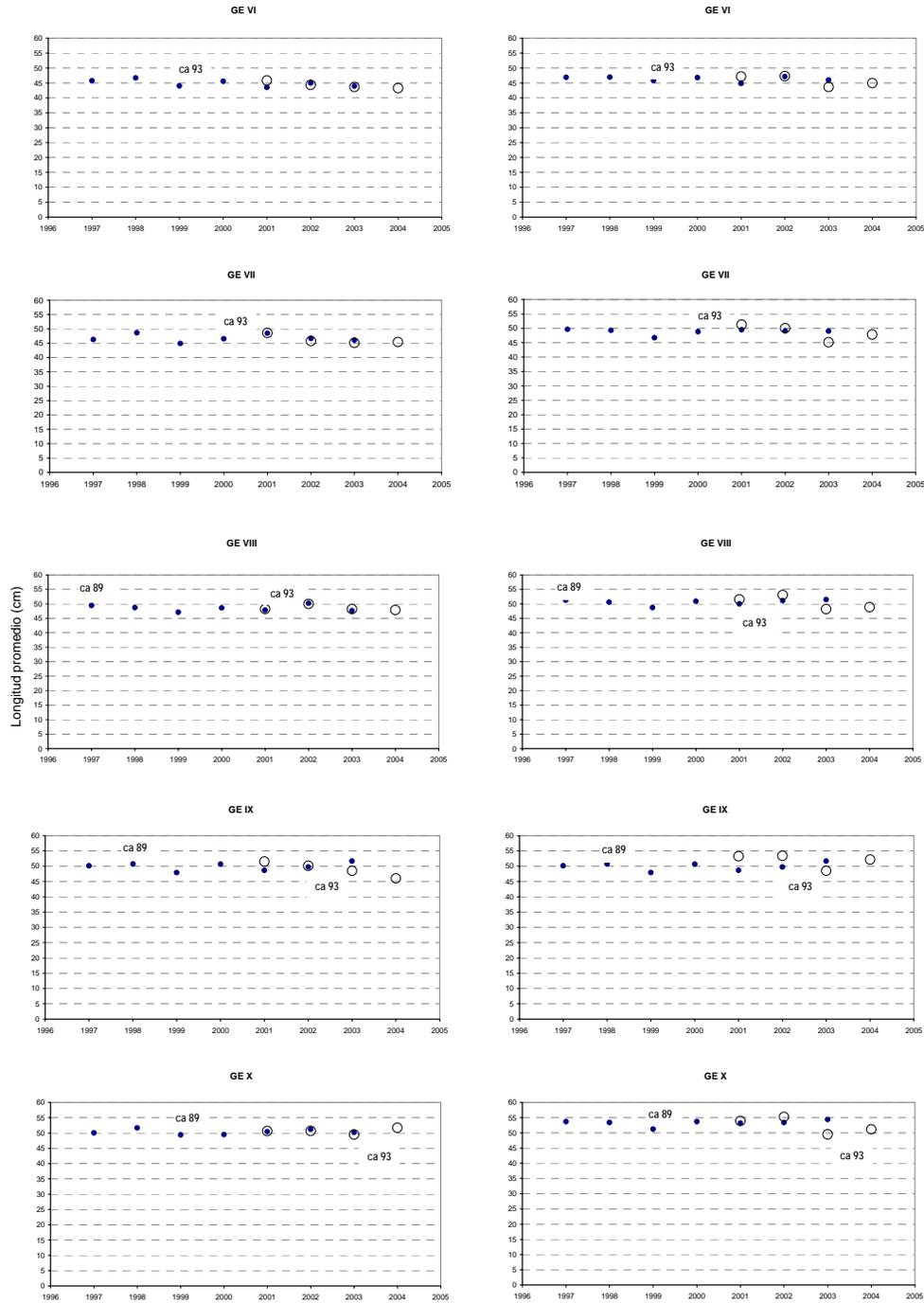


Figura 21 Longitudes promedio estimadas, GE VI a X, para merluza de tres aletas en la pesquería industrial (círculos rellenos) y en los cruceros de investigación del stock parental (círculos vacíos). Se señalan algunas clases anuales (ca) fuertes con los dos últimos dígitos del año de origen.

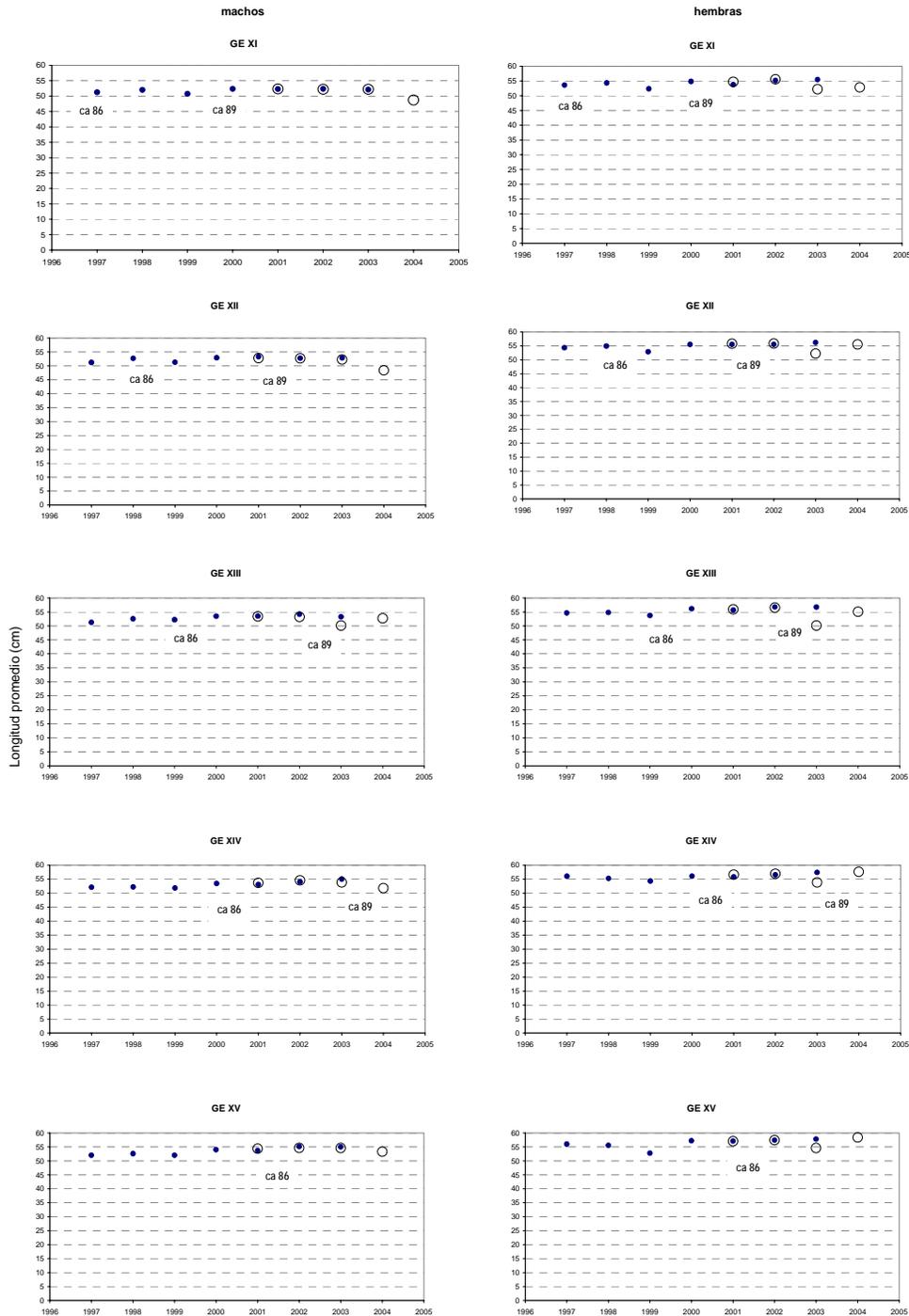


Figura 22. Longitudes promedio estimadas, GE XI a XV, para merluza de tres aletas en la pesquería industrial (círculos rellenos) y en los cruceros de investigación del stock parental (círculos vacíos). Se señalan algunas clases anuales (ca) fuertes con los dos últimos dígitos del año de origen.

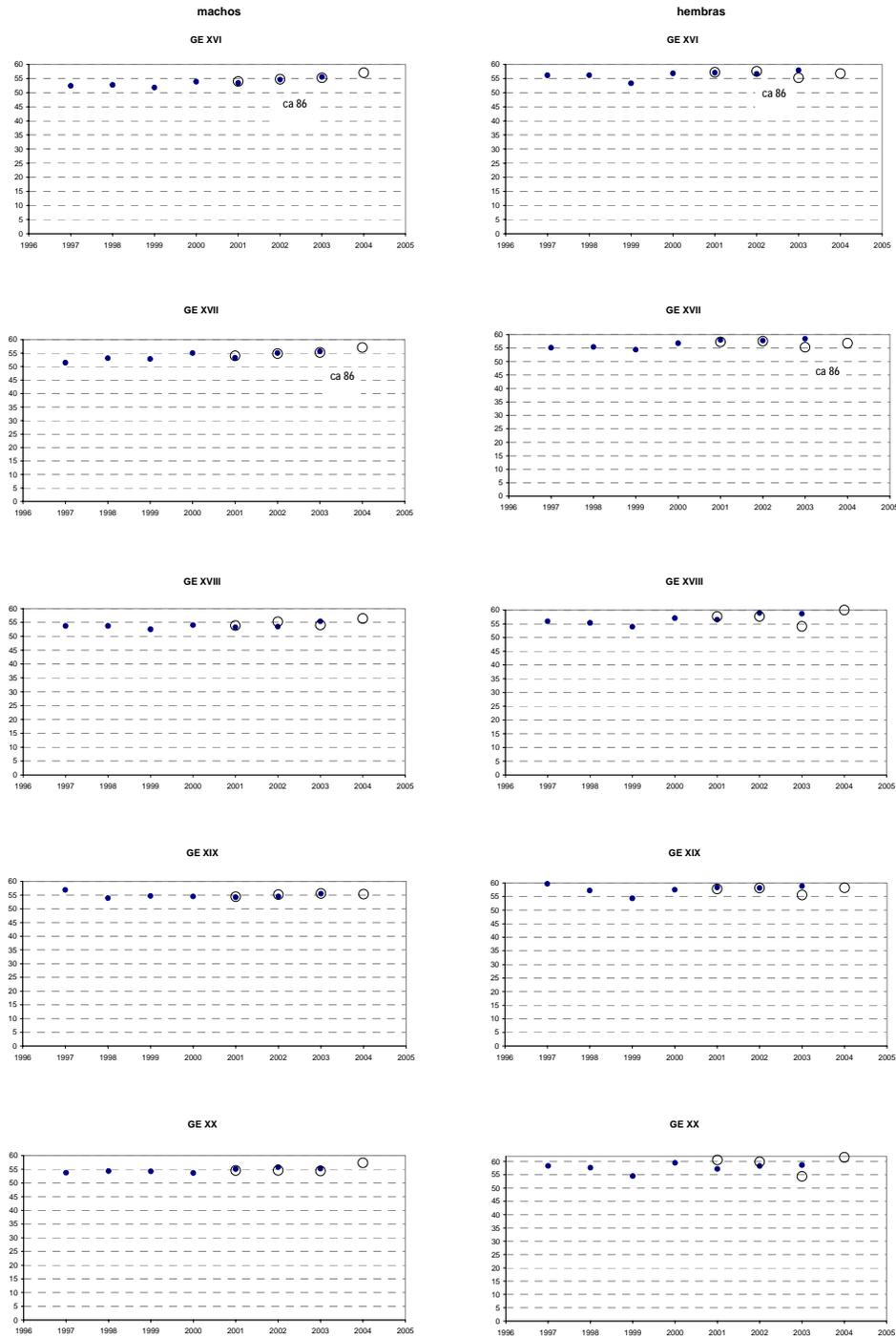


Figura 23. Longitudes promedio estimadas, GE XVI a XX, para merluza de tres aletas en la pesquería industrial (círculos rellenos) y en los cruceros de investigación del stock parental (círculos vacíos). Se señalan algunas clases anuales (ca) fuertes con los dos últimos dígitos del año de origen.

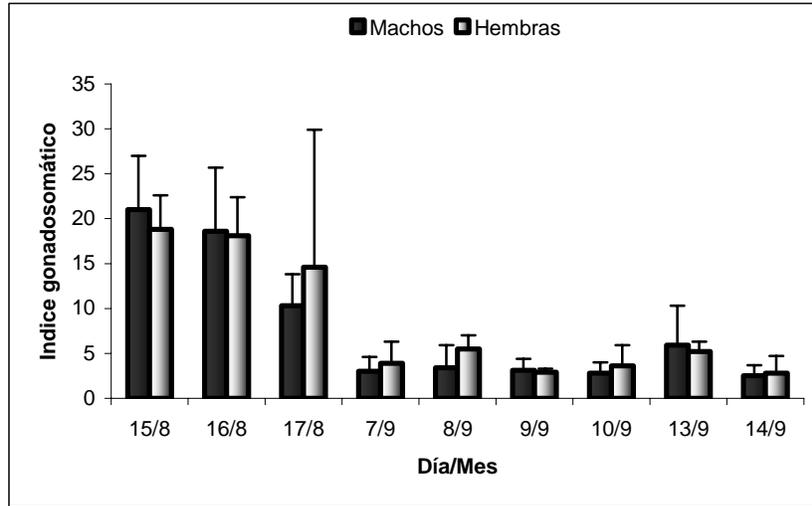


Figura 24. Evoluci3n diaria del 3ndice gonadosom3tico en la merluza de tres aletas, recolectadas del 15 de agosto al 14 de septiembre de 2004.

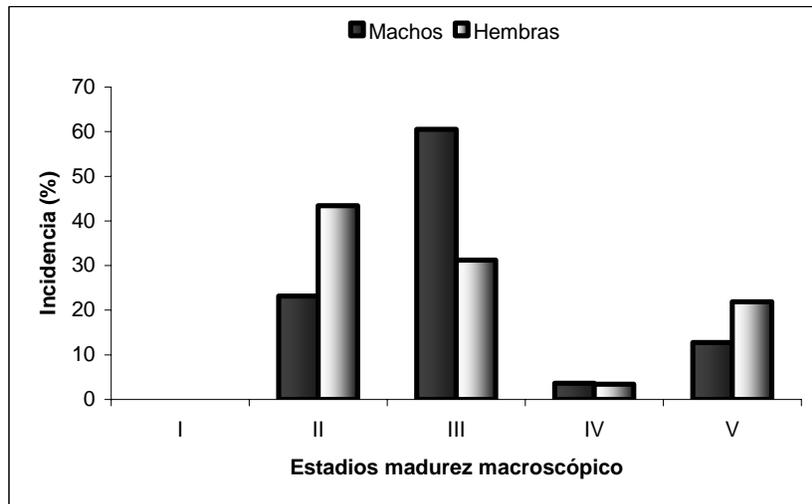


Figura 25. Incidencia de estadios de madurez macrosc3pica en merluza de tres aletas, recolectadas del 15 de agosto al 14 de septiembre de 2004.

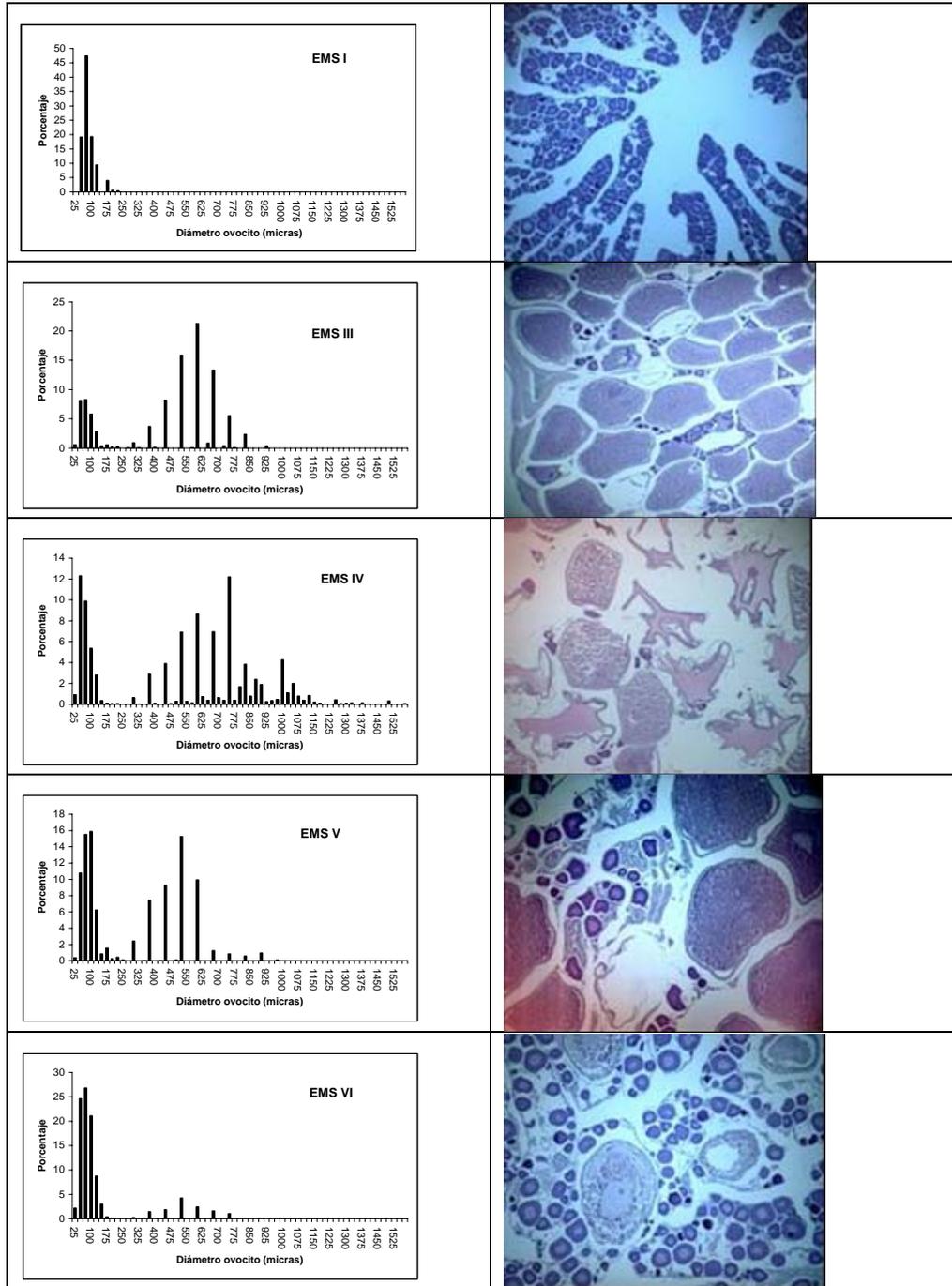


Figura 26. Distribuci3n de frecuencia porcentual de diámetros de ovocitos y apariencia histomorfol3gica de ovarios de merluza de tres aletas en distinto grado de madurez (EMS I: Inmaduro; EMS III: Desarrollo Tardío; EMS IV: Hidratado y En desove; EMS V: Desove parcial y VI: desovado).

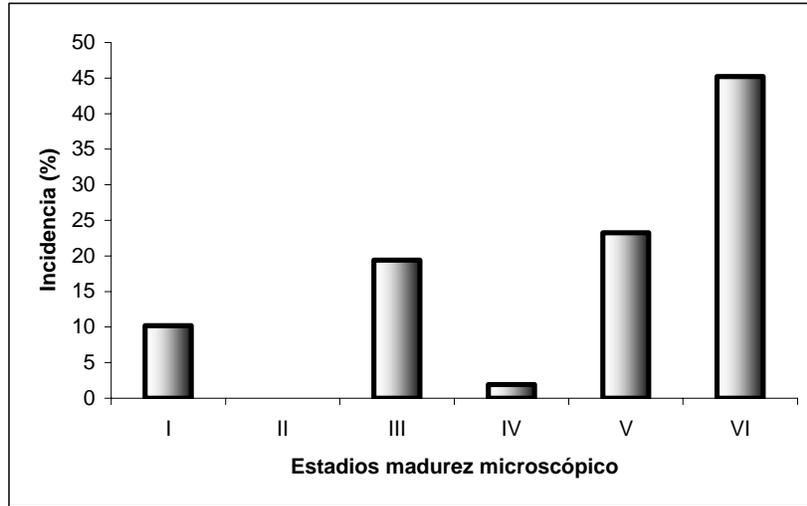


Figura 27. Incidenca de estadios de madurez microsc3pica en hembras de merluza de tres aletas, recolectadas del 15 de agosto al 14 de septiembre de 2004.

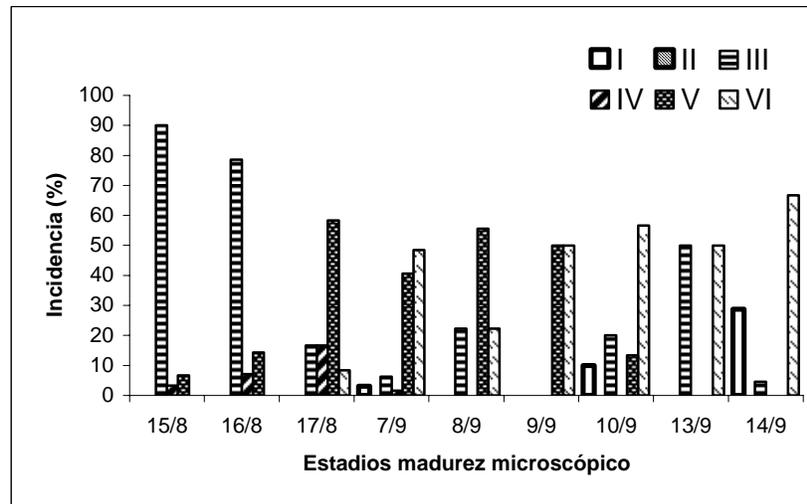


Figura 28. Evoluci3n diaria de frecuencia de EMS microsc3pica en hembras de m. tres aletas, entre el 15 de agosto y 14 de septiembre de 2004.

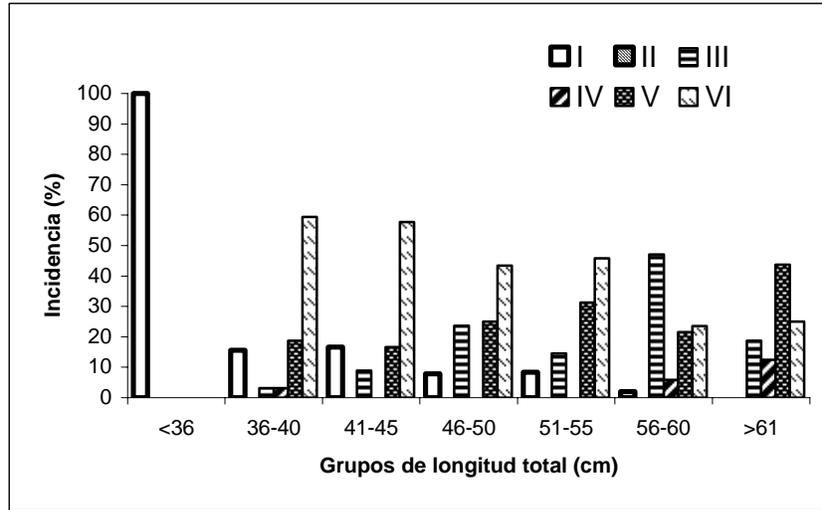


Figura 29. Frecuencia de estadios de madurez microsc3picos por grupo de longitud en hembras de merluza de tres aletas.

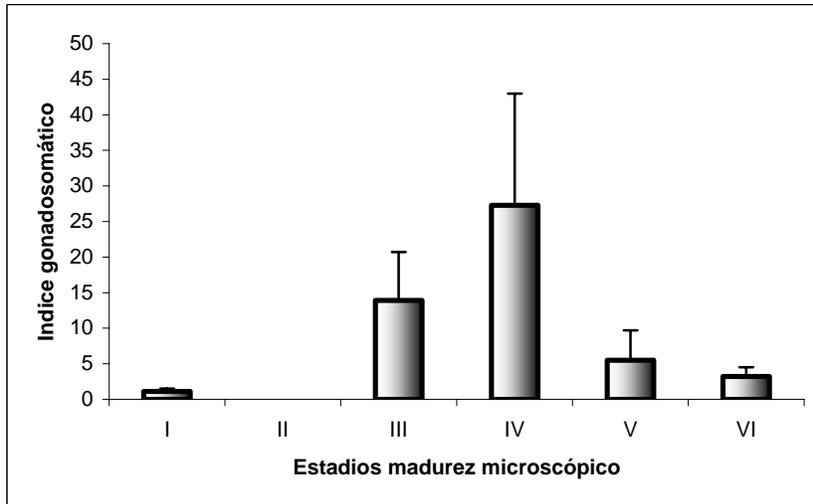


Figura 30. Valor promedio del índice gonadosomático más la desviaci3n estandar para cada EMS microsc3pico (EMS II: sin datos).

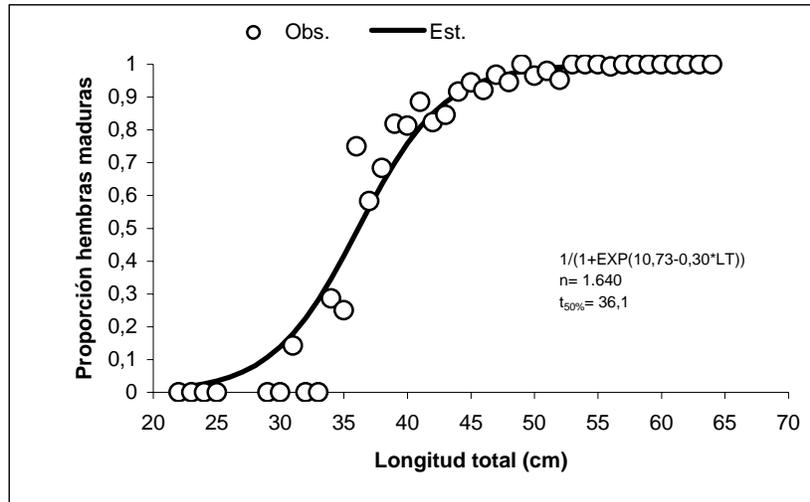


Figura 31. Ojiva de madurez sexual para hembras de merluza de tres aletas, recolectadas durante los cruceros de evaluaci3n hidroac3stica efectuados durante los a3os 2001 al 2004.

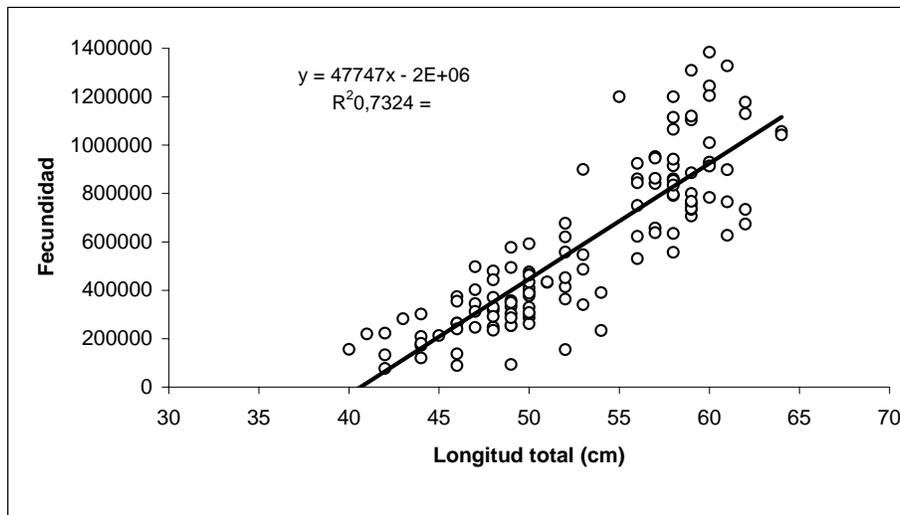


Figura 32. Relaci3n entre el tama3o y la fecundidad total de la merluza de tres aletas, Agosto 2004.

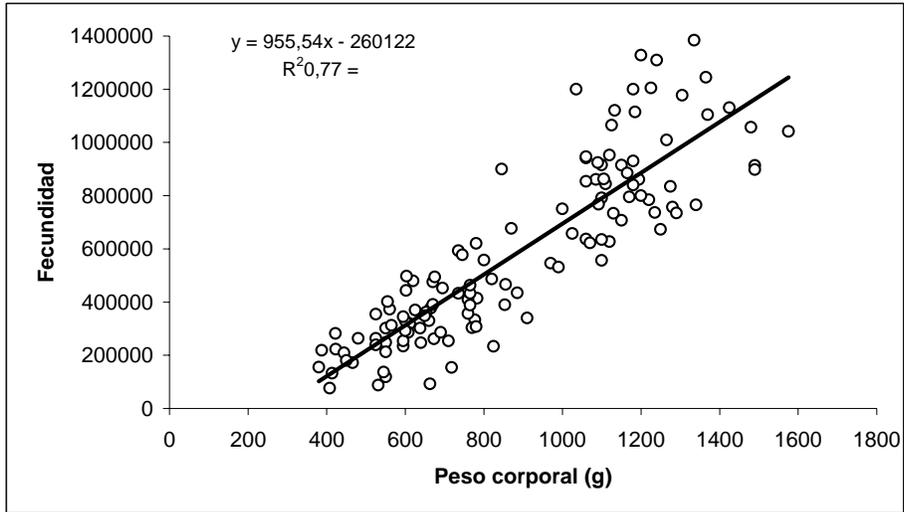


Figura 33. Relaci3n entre el peso corporal y la fecundidad total de la merluza de tres aletas, Agosto 2004.

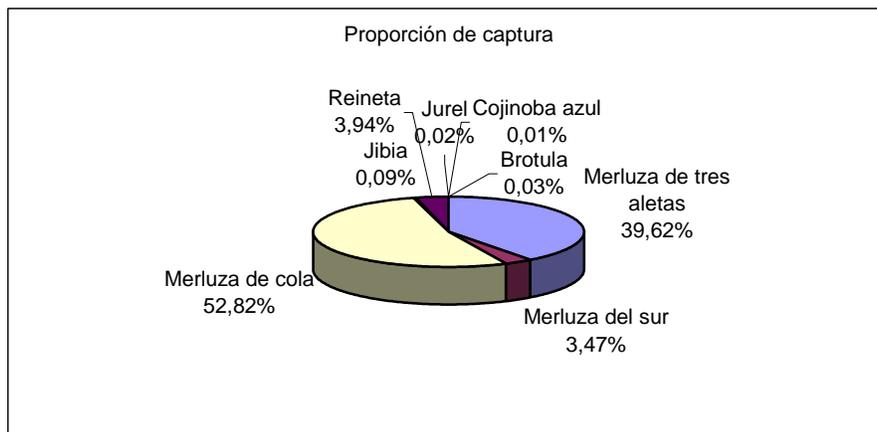


Figura 34. Proporci3n de captura obtenida en los lances de pesca de identificaci3n

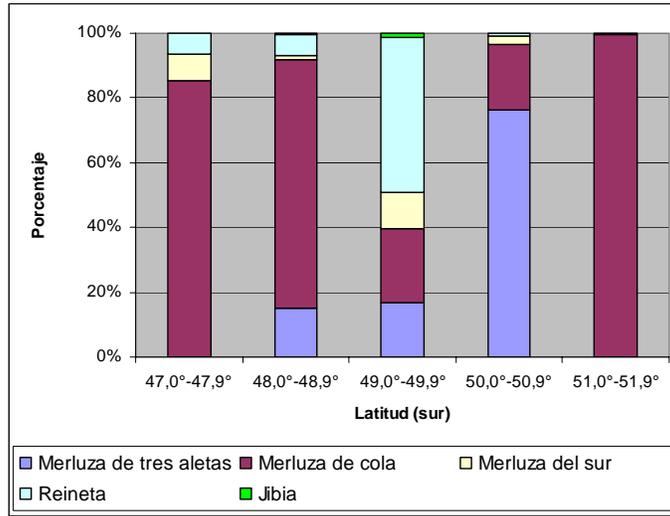


Figura 35. Distribuci3n latitudinal de la composici3n de captura obtenida en los lances de pesca de identificaci3n.

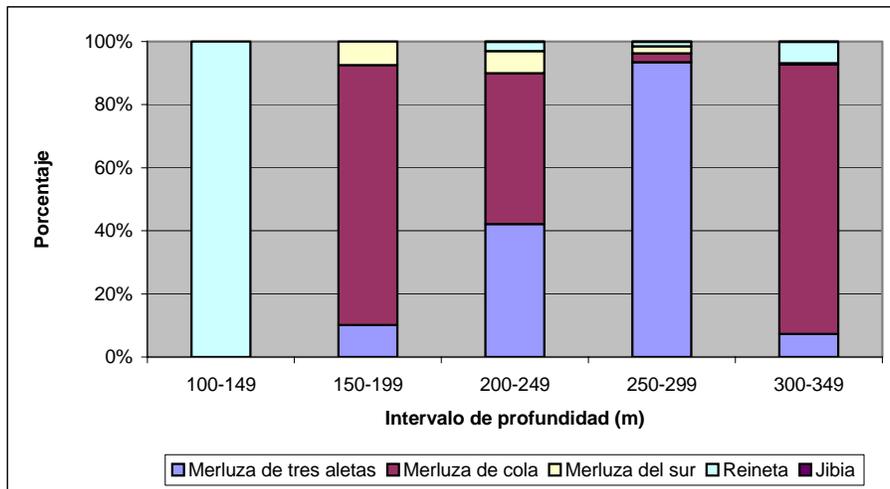


Figura 36. Distribuci3n por profundidad de la proporci3n de captura

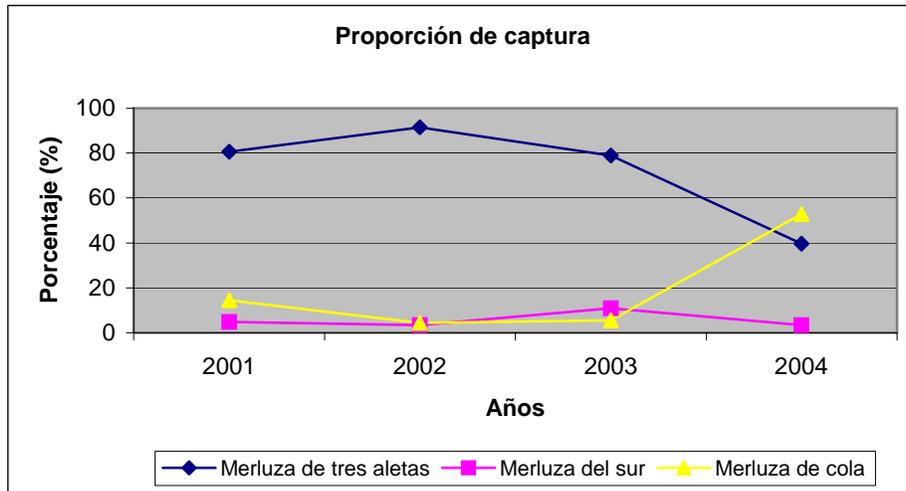


Figura 37. Proporci3n de captura de las principales especies capturadas en los cruceros de investigaci3n (2001 -2004).

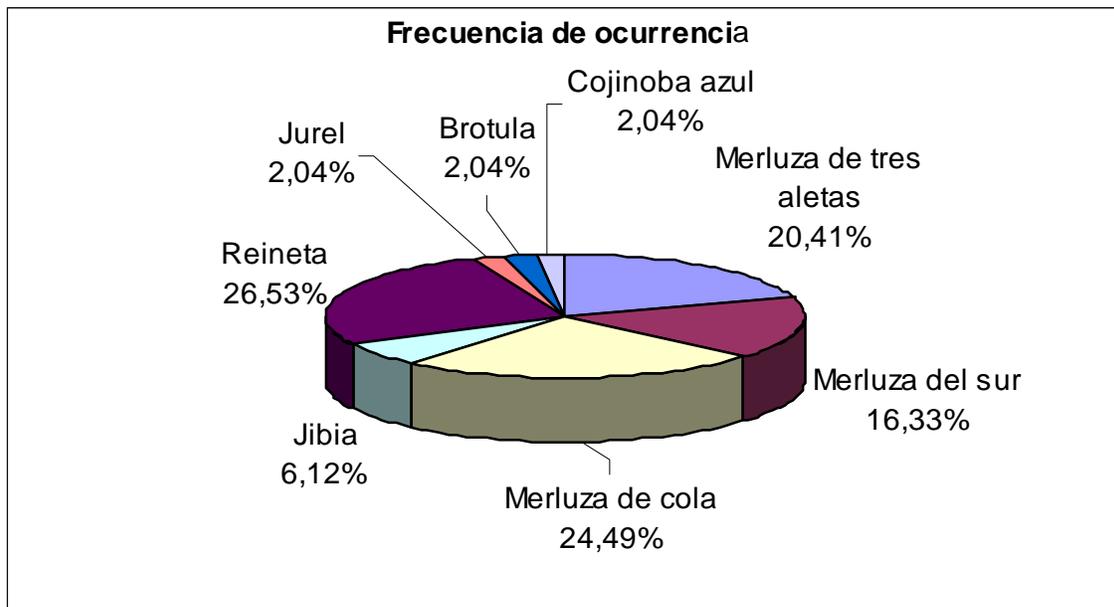


Figura 38. Frecuencia de ocurrencia de las especies capturadas en los lances de pesca de identificaci3n

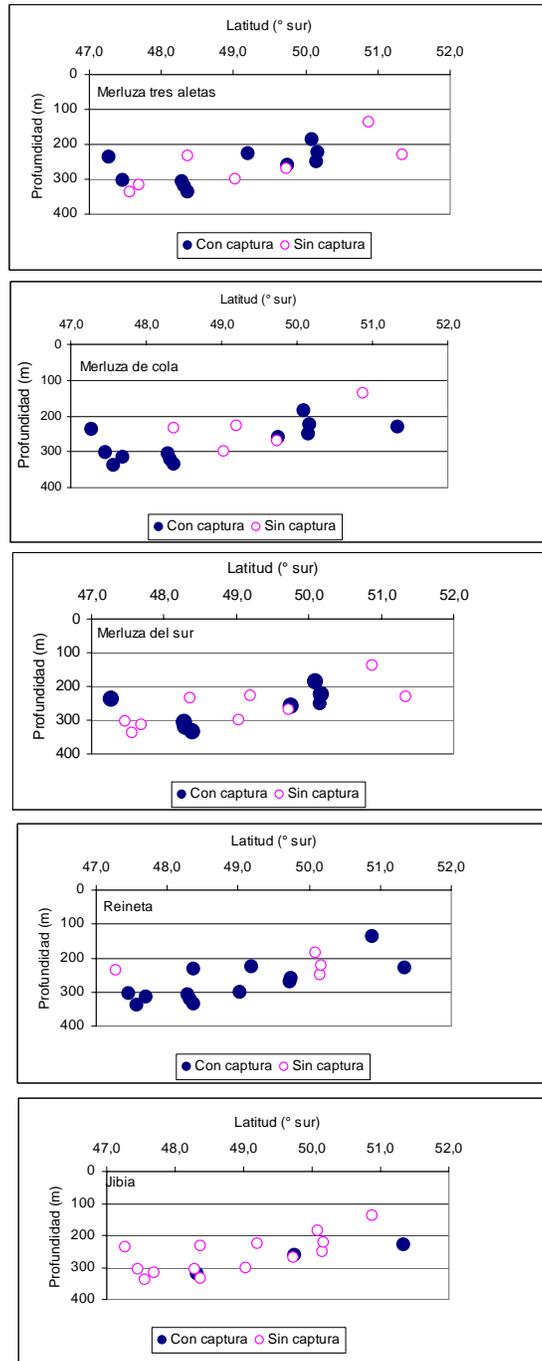


Figura 39. Distribuci3n de los lances con captura y sin captura en latitud y profundidad para las principales especies capturadas en los lances de pesca de identificaci3n.

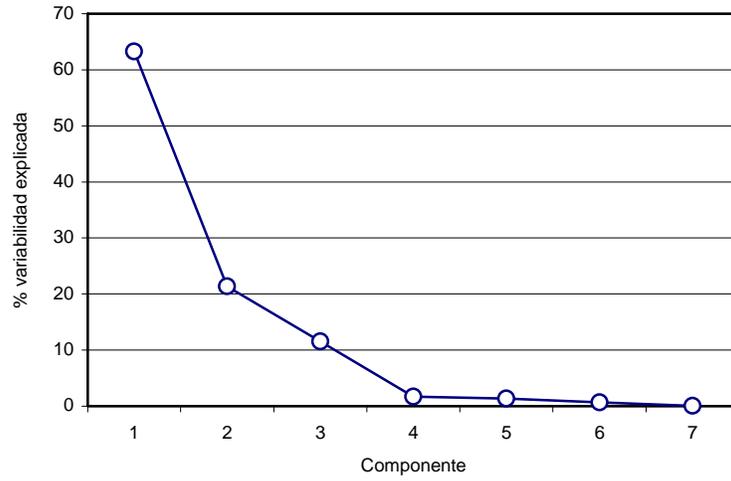


Figura 40. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.

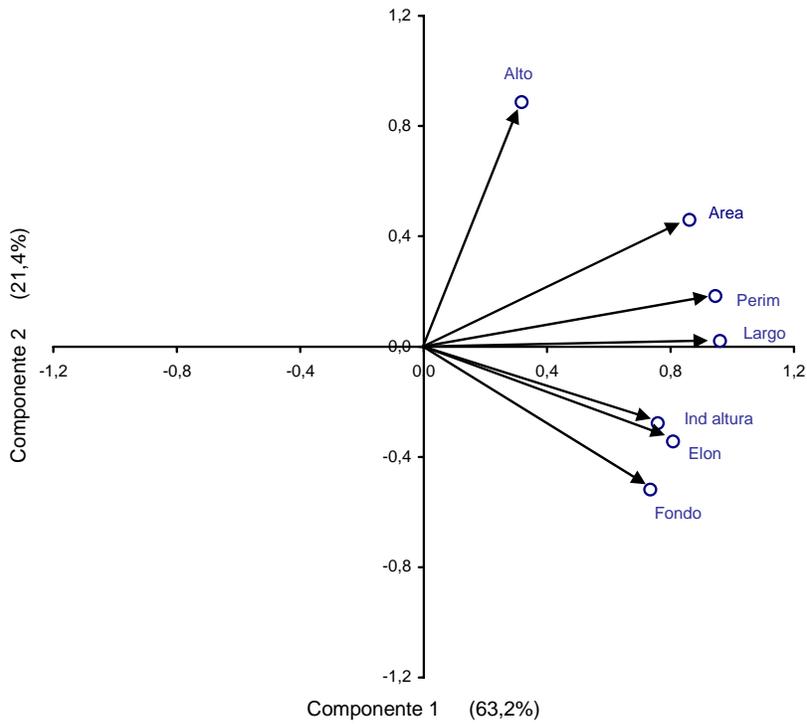


Figura 41. Correlaci3n de las variables originales con los dos componentes.

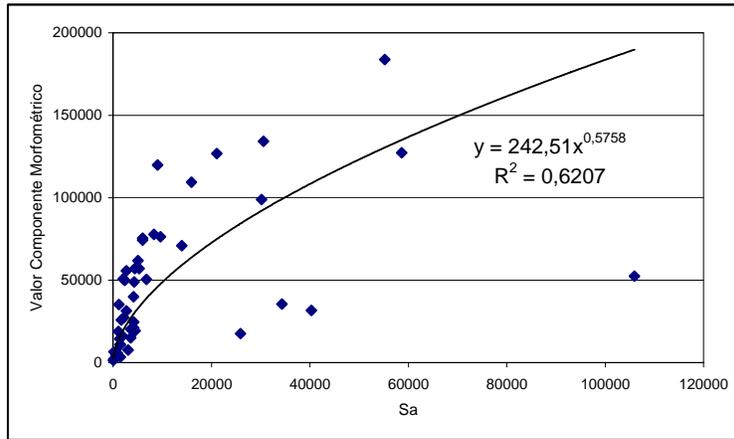


Figura 42. Regresi3n potencial entre el componente morfométrico y energía retrodispersada (Sa).

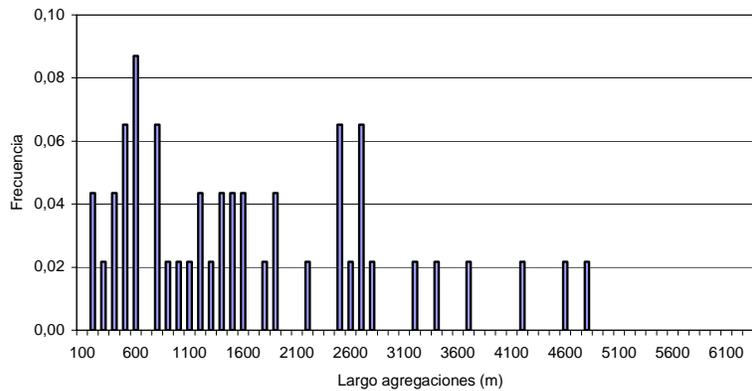


Figura 43. Distribuci3n de frecuencia del descriptor Largo de agregaciones

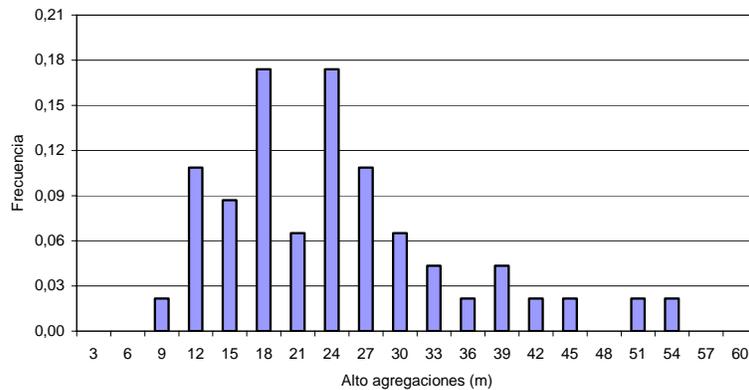


Figura 44. Distribuci3n de frecuencia del descriptor Alto de agregaciones

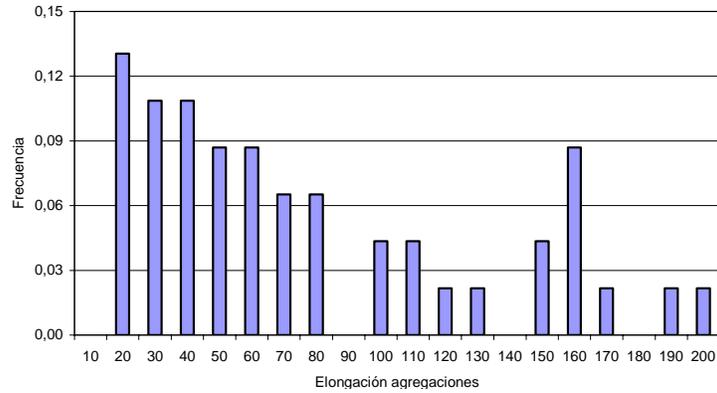


Figura 45. Distribuci3n de frecuencia del descriptor Elongaci3n

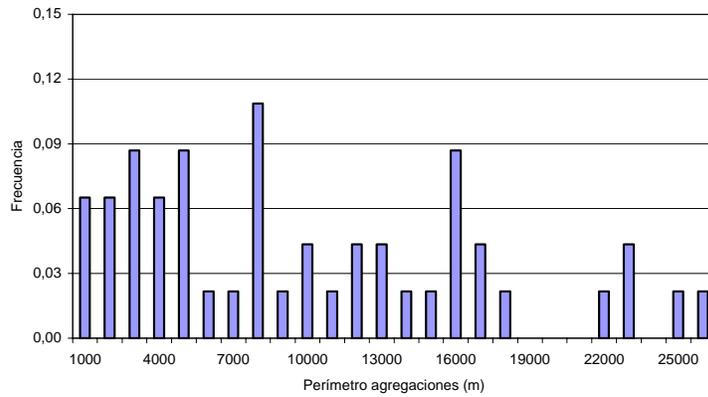


Figura 46. Distribuci3n de frecuencia del descriptor Per3metro de agregaciones

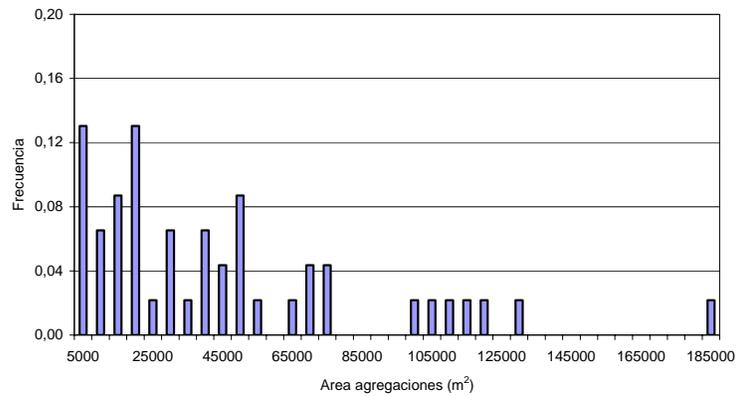


Figura 47. Distribuci3n de frecuencia del descriptor Area de agregaciones

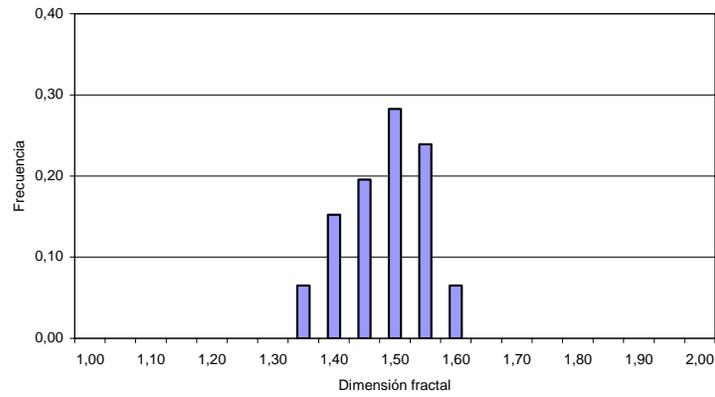


Figura 48. Distribuci3n de frecuencia del descriptor Dimensi3n fractal

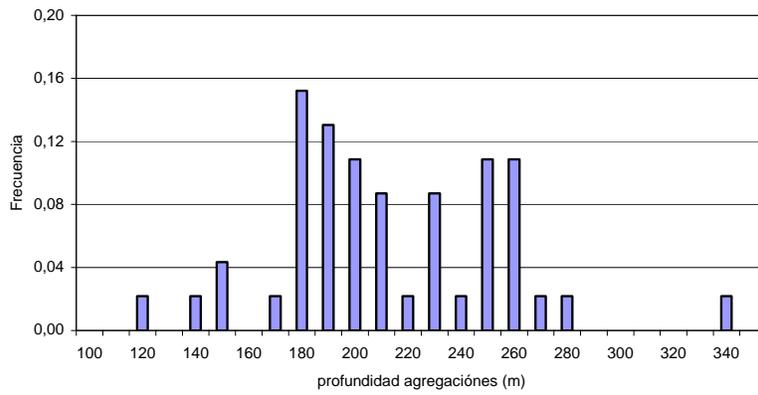


Figura 49. Distribuci3n de frecuencia del descriptor Profundidad de agregaciones.

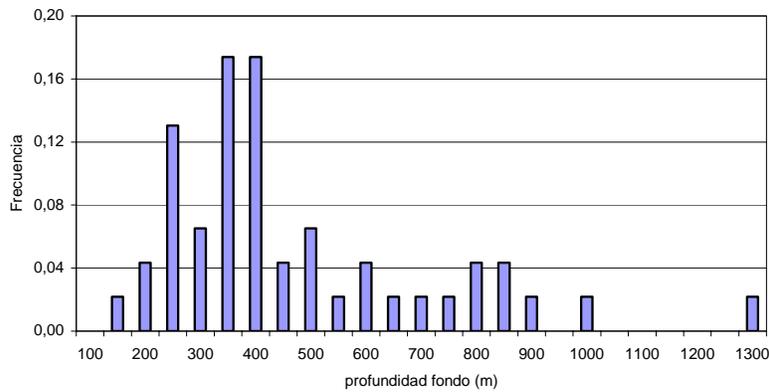


Figura 50. Distribuci3n de frecuencia de la profundidad del fondo.

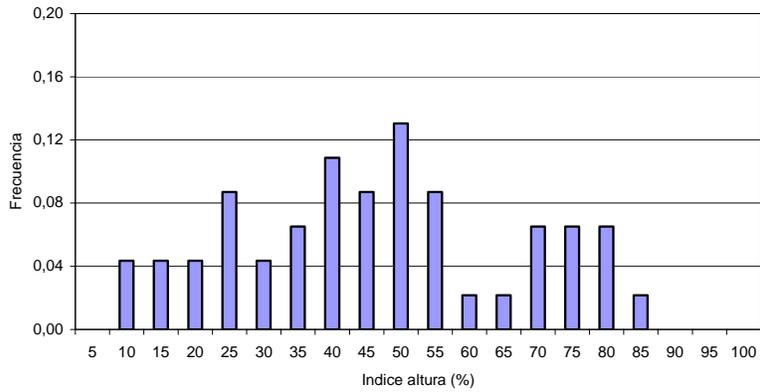


Figura 51. Distribuci3n de frecuencia del descriptor Índice de altura.

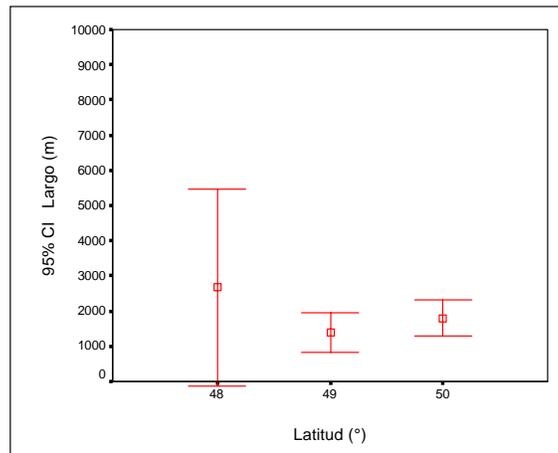


Figura 52. Largo promedio e intervalo de confianza según latitud.

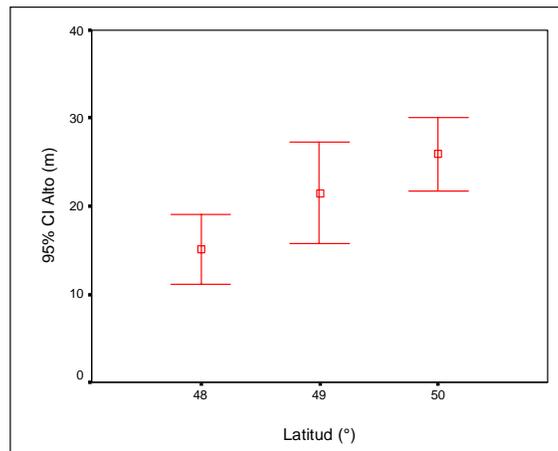


Figura 53. Altura promedio e intervalo de confianza según latitud

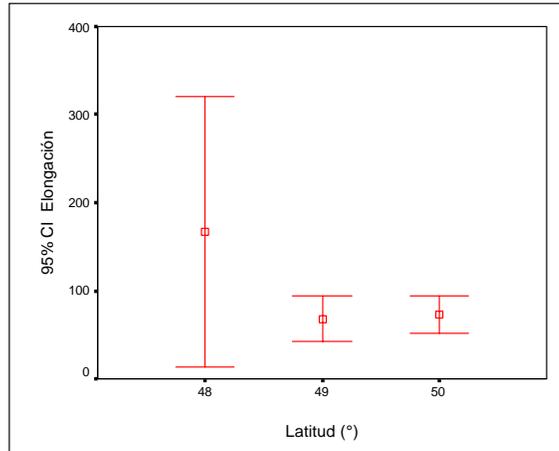


Figura 54. Elongación promedio e intervalo de confianza según latitud

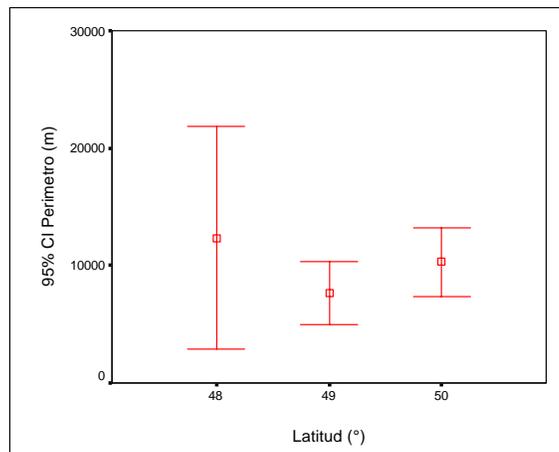


Figura 55. Perímetro promedio e intervalo de confianza según latitud

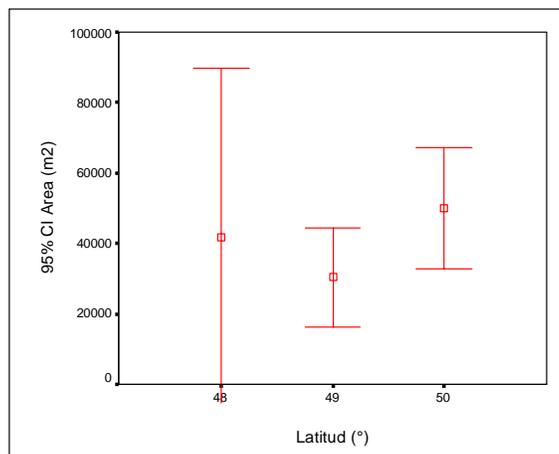


Figura 56. Área promedio e intervalo de confianza según latitud

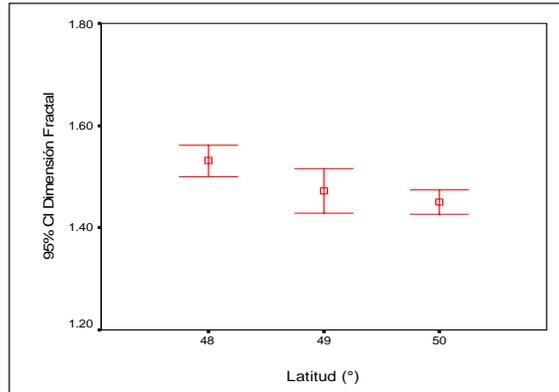


Figura 57. Dimensi3n fractal promedio e intervalo de confianza seg3n latitud

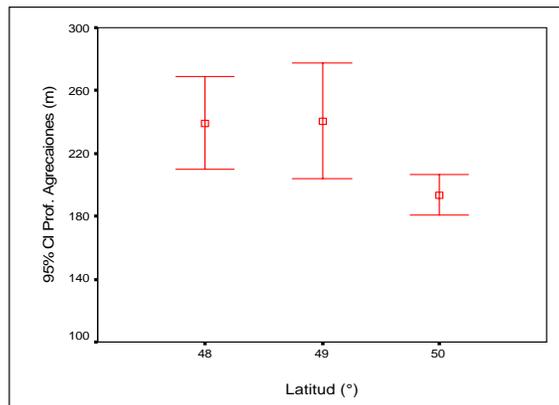


Figura 58. Profundidad promedio e intervalo de confianza seg3n latitud

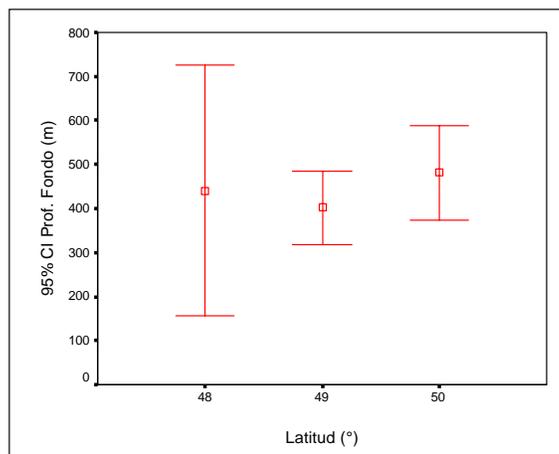


Figura 59. Profundidad del fondo e intervalo de confianza seg3n latitud

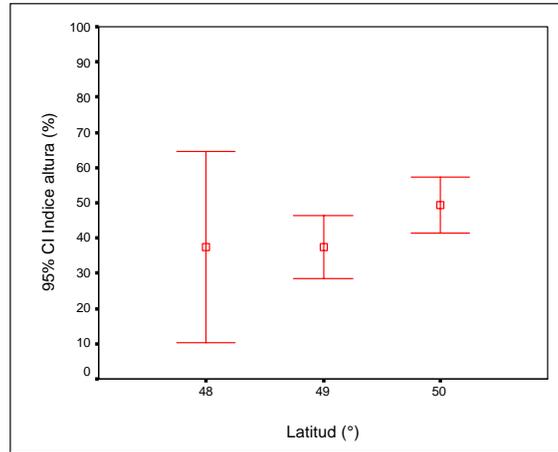


Figura 60. Índice altura promedio del fondo e intervalo de confianza según latitud

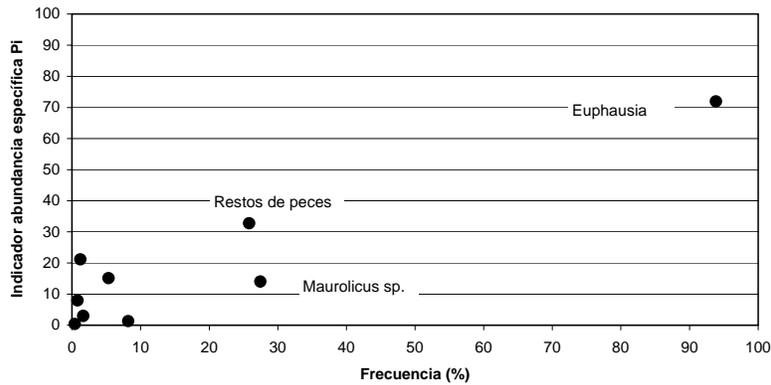


Figura 61 Distribución del Indicador de abundancia específica (P_i) versus el indicador de frecuencia (%) de la dieta de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (septiembre 2004).

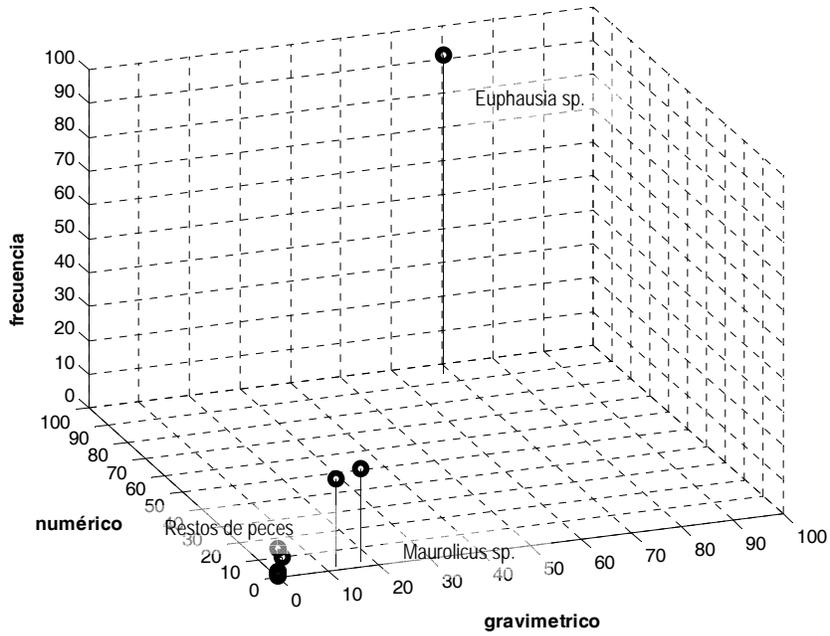


Figura 62 Distribuci3n del indicador numérico, frecuencia y gravimétrico (x, y, z, respectivamente) de la dieta de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (septiembre, 2004).

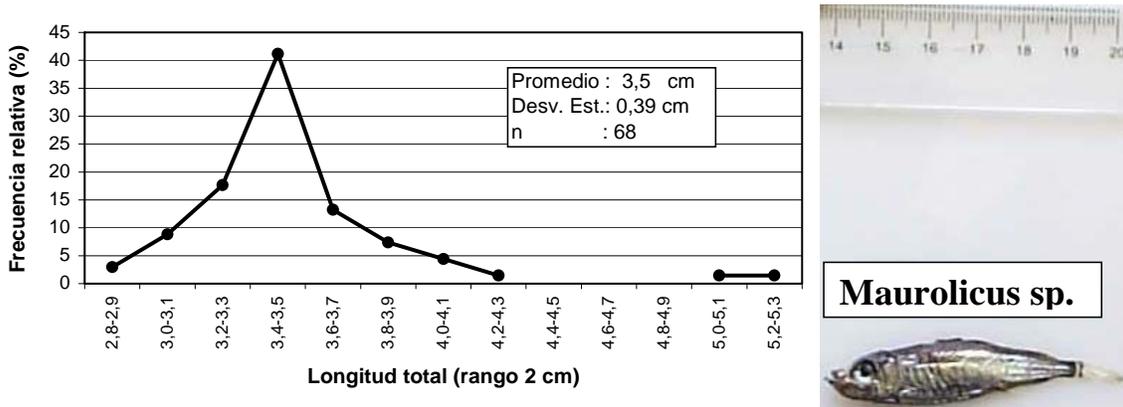


Figura 63 Distribuci3n de la longitud total de ejemplares de *Maurolicus sp.* en la dieta de merluza de tres aletas. B/C A. Molina (septiembre 2004).

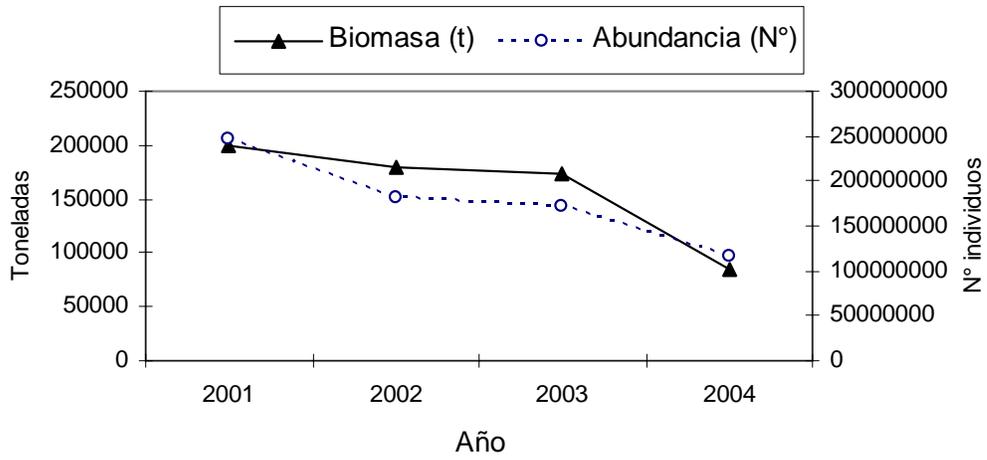


Figura 64. Valores estimados de biomasa y abundancia par merluza de tres aletas, años 2001-2004

ANEXOS

A N E X O 1

Taller de Difusión,
Merluza de tres aletas,
2004-08

TALLER DE DIFUSIÓN y DISCUSIÓN METODOLÓGICA



Proyecto FIP 2004-08 Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza tres aletas en su unidad de pesquería, 2004

AGENDA

Valparaíso, lunes 25 Julio 2005, Auditorio "Marcos Espejo Vidal"

15:00 hrs Bienvenida a los asistentes

15:10 hrs Antecedentes del proyecto (Sergio Lillo, 15')

15:20 hrs **Exposición de metodologías y resultados del proyecto**

Biomasa y distribución del stock evaluado de merluza de tres aletas (S. Lillo, 15')

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

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

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

Coffee-Break (10')

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

Composición de los principales ítems alimentarios de merluza de tres aletas en el área de estudio (R. Céspedes, 20').

17:20 hrs Discusión de resultados

17:50 hrs Finalización del taller



Proyecto FIP 2004-08

Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza tres aletas en su unidad de pesquería, 2004



OBJETIVO GENERAL

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

OBJETIVOS ESPECIFICOS

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



A N E X O 2

Personal participante por
actividad y objetivo
específico

**PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD Y OBJETIVO ESPECÍFICO
FIP 2004-08****Objetivo específico 2.1**

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Sergio Lillo V.	130	110	85	90	415
Víctor Correa C.	120	65	40		225
Ignacio Payá C.			20	10	30
Hernán Miranda P.		30		20	50
M. Angela Barbieri B.	10	35	40	44	129
Zaida Young U.				25	25
Alvaro Saavedra G.	120	60	50	35	265
Manuel Rojas G.	130	90	90	30	340
TOTAL	510	390	325	254	1479

Objetivo específico 2.2

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	
Vilma Ojeda C.	15	70	45	60	190
Renato Céspedes M.	24	105	90	60	279
Hernán Miranda P.		15		20	35
Ignacio Payá C.			10	10	20
Zaida Young U.			20		20
Sergio Lillo V.				30	25
Luis Adasme M.	130	100	35	30	295
Karen Hunt J.		420			420
Juan Catepillan L.	120				120
Luis Contreras C.	120				120
Julio Uribe A.	120				120
Cristian Puran T.	120				120
Cecilia Bravo M.		90	45	45	180
TOTAL	649	800	245	255	1949

**OBJETIVO 2.3**

Nombre	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboraci3n Informes	Total
Eduardo Diaz	100	110	100	310
Jorge Oliva	150	90	40	280
Tecnico 1 (laboratorio)	180	140	0	320
Zaida Young		20		20
Sergio Lillo		20	15	35
Muestreador (Toma de datos)				120
TOTAL	430	380	155	1.085

OBJETIVO 2.4

Nombre	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboraci3n Informes	Total
Sergio Lillo	30	10	10	50
Maria A. Barbieri		20	10	30
Manuel Rojas	90	20	10	120
Hernán Miranda		15		15
TOTAL	120	65	30	215

OBJETIVO 2.5

Nombre	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboraci3n Informes	Total
Alvaro Saavedra	110	90	35	235
Maria A. Barbieri	10	22	10	42
Manuel Rojas	60	30	10	100
Sergio Lillo	10	30	20	60
Hernán Miranda		20	10	30
Victor Correa	40	30	20	90
Total	230	222	105	557



OBJETIVO 2.6

Nombre	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración Informes	Total
Renato Céspedes	36	70	22	128
Luis Ossa	210	70	40	320
Luis Adasme	95	80	45	220
Zaida Young		25		25
Sergio Lillo			20	20
Julio Uribe (Toma de datos)				120
Total	341	245	127	833

A N E X O 3

Datos básicos
fecundidad
merluza tres aletas
(agosto-septiembre 2004)



**DATOS BASICOS DE FECUNDIDAD DE
MERLUZA TRES ALETAS
CRUCERO AGOSTO – SEPTIEMBRE
2004**

N°	LT	FEC		N°	LT	FEC		N°	LT	FEC
	(cm)				(cm)				(cm)	
1	60	915663		46	46	137008		91	60	1244248
2	64	1056625		47	42	132908		92	46	239622
3	48	318193		48	49	93226		93	60	1009294
4	50	286270		49	49	253946		94	50	388415
5	48	247980		50	41	218929		95	40	155412
6	50	376905		51	42	76676		96	58	635111
7	49	253674		52	54	233848		97	50	465793
8	56	750526		53	52	154813		98	44	301407
9	59	707237		54	52	413801		99	59	767909
10	58	791244		55	54	389740		100	62	1177532
11	50	330063		56	42	222923		101	47	312916
12	60	929838		57	50	304221		102	49	494539
13	60	784276		58	50	307615		103	52	677162
14	53	546488		59	58	1114924		104	49	348875
15	50	391209		60	49	302188		105	44	180271
16	59	733839		61	44	209018		106	57	862634
17	58	556519		62	58	1064618		107	62	734452
18	61	764898		63	50	409215		108	53	899820
19	56	923889		64	47	246741		109	50	592964
20	58	914846		65	56	622184		110	47	497696
21	58	795475		66	50	433174		111	55	1199689
22	61	626799		67	51	432770		112	58	1199543
23	59	800177		68	59	736946		113	60	1204741
24	59	756925		69	53	340379		114	48	443674
25	59	1103827		70	47	401692		115	43	282024
26	58	941593		71	46	263383		116	49	577105
27	49	333339		72	51	434841		117	60	1383936
28	56	860917		73	48	480171		118	57	952584
29	49	356631		74	48	370565		119	57	946299
30	46	373555		75	52	620721		120	46	354734
31	48	330144		76	52	557411		121	50	463118
32	53	486671		77	62	673046		122	59	1120443
33	50	475968		78	49	286458		123	61	1327561
34	56	844453		79	58	834067		124	59	1308712
35	58	860235		80	59	885442		125	62	1121175
36	57	657522		81	57	840579		126	50	444714
37	58	853910		82	60	913530		127	60	986732
38	57	637429		83	56	531344		128	63	1573646
39	45	212521		84	47	344555		129	59	1098483
40	52	362927		85	48	292423		130	59	1206037



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N DE INVESTIGACI3N PESQUERA

41	46	88315		86	64	1041647		131	60	1188691
42	48	234162		87	52	452195		132	54	697495
43	44	119492		88	61	898252		133	57	899269
44	44	171560		89	46	263886		134	59	1040641
45	50	262146		90	62	1130090		135	56	571834

N° = N3mero de orden

LT = Longitud total

FEC = Fecundidad

A N E X O 4

Base de Datos
FIP 2004-08
(CD)



A N E X O 5

Informe final corregido
archivo digital PDF
FIP 2004-08
(CD)





Sección Documentación,
Difusión y Bibliotecas

IFOP
Blanco 839, Fono 56-32-322000
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl